اثرات انجماد و دو روش انجمادزدائی روی کیفیت غذایی فیله تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

حکیمه جنت علیپور[۱]*، بهاره شعبانپور[۲]، علیرضا صادقی ماهونک[۳]، علی شعبانی[۲]

۱- کارشناس ارشد شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۳)

چکیده

در این مطالعه، اثرات انجماد و دو روش انجمادزدائی روی کیفیت غذایی فیله های تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، فیله های تازه ماهی قره برون در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد به مدت ۴ ماه در فریزر منجمد گردیدند و سپس به دو روش مختلف انجمادزدائی در دمای ۴ درجه سانتیگراد در یخچال و ماکروویو انجمادزدائی شدند. فرآیندهای انجماد-انجمادزدائی موجب کاهش در درصد پروتئین، رطوبت، خاکستر و افزایش در میزان چربی پس از هر دو روش انجمادزدائی گردیدند. انجمادزدائی در ماکروویو نسبت به یخچال کاهش بیشتر در میزان رطوبت و افزایش بیشتر در میزان پروتئین را به دنبال داشت. میزان حلالیت پروتئین پس از فرآیندهای انجماد- انجمادزدائی کاهش یافت اما این کاهش تنها در بعضی از pH ها (هر دو روش انجمادزدائی) معنی دار بود. ۴ ماه نگهداری فیله ها بصورت منجمد و سپس انجمادزدائی آنها موجب کاهش در میزان گروه سولفیدریل گردید. میزان بار میکروبی پس از انجماد و انجمادزدائی افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) که این افزایش پس از انجمادزدائی در ماکروویو تا حدی کمتر بود. هر دو فرآیند انجمادزدائی منجر به افزایش در شاخص های L^* و b^* و کاهش در شاخص a^* گردیدند.

کلید واژگان: قره برون، روشهای انجمادزدائی، بار میکروبی، حلالیت پروتئین، گروه سولفیدریل

* مسئول مکاتبات: hakime_alipour@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

۱- مقدمه

تازگی ماهی، مهمترین و اساسی ترین معیار سنجش کیفیت ماهی و محصولات شیلاتی است [۱]. در طول حمل ونقل، نگهداری، عرضه و مصرف، فساد ماهی توسط میکروارگانیسم ها به وقوع می پیوندد. برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسم ها، فرآیند انجماد بکار گرفته می شود. انجماد تنها روش نگهداری موادغذایی است که تغییرات ایجاد شده در بافت ماهی را به حداقل می رساند[۲]. بنابراین نگهداری محصول در حالت منجمد یک روش مطمئن برای عمل آوری ماهی است. با این وجود هنگامی که غذاهای دریایی منجمد می شوند، دچار تغییر کیفیت می شوند. کاهش کیفیت ماهی در طول انجماد عمدتا در ارتباط با تغییر فعالیت آنزیم ها در ترکیب عضله، پروتئین و چربی هاست [۳]. وسعت این کاهش به فاکتورهای مختلفی مانند سرعت انجمادزدائی، دمای نگهداری و نوسانات دمایی بستگی دارد.

در طول انجمادزدائی نیز مواد غذایی دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی (آلودگی ثانوی) می گردند. از بین روشهای موجود برای انجمادزدائی بافت های حیوانی، می توان به انجمادزدائی در یخچال و ماکروویو اشاره نمود. انجمادزدائی در ماکروویو سریعتر انجام شده و حتی ممکن است آسیب های زیان بار ایجاد شده بر بافت در طی حرارت دهی را به حداقل برساند [۴]. قابل توجه اینکه این امواج به دلیل دارا بودن فرکانس کم، بر خلاف اشعه ایکس و گاما، قادر به شکستن پیوندهای شیمیایی و آسیب رسانی به مولکولهای مواد غذایی نیستند [۵].

فرآیندهای انجماد و انجمادزدائی مواد غذایی تاثیر عمیقی بر روی کیفیت و ارزش تغذیه ای محصول نهایی می گذارند؛ پروتئین های عضله ماهی، عمدتا میوزین، نسبت به سایر جانوران به شرایط انجماد و نگهداری حساسیت بیشتری را نشان می دهد. تغییرات ایجاد شده در طول انجماد توسط فرآیندهایی ایجاد می شود که اصطلاحا دناتوره شدن سرمایی[1] نام دارند و عمدتا از واکنش پروتئین های دناتوره شده با ترکیبات مختلف فعال ماهی حاصل می شوند. کنل [۶]، دناتوره شدن پروتئینها در اثر انجماد یا در طول نگهداری محصول به صورت منجمد را به دلیل انبوهش پروتئینها و شکل گیری پیوندهای عرضی بین مولکولی دانست. در بین فاکتورهایی که بر دناتوره شدن سرمایی پروتئینها اثر می گذارند، اثرات کریستالهای یخی، یونها، پیوند اسیدهای چرب و محصولات اکسیداسیونی کلسترول، اکسیداسیون گروههای سولفیدریل و همچنین واکنش شیمیایی اسیدهای آمینه موجود در پروتئین ها با فرمالدهید و سایر ترکیبات فعال عضله را می توان نام برد [۷]. تاثیر فرآیندهای انجماد-انجمادزدائی بر روی کیفیت ماهی، بر اساس نوع گونه نیز تغییر می یابد [۸].

تاس ماهی ایرانی (قره برون) یکی از مهمترین گونه های ماهی خاویاری در ایران بوده و از دیرباز به عنوان منبعی ارزشمند از گوشت و خاویار شناخته شده است. مطالعات گسترده ای در رابطه با تاثیر فرآیندهای انجماد و انجمادزدائی روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفیت پروتئین ماهیان مختلف گزارش شده است [۱۴-۹]. نظر به اینکه ماهی قره برون یکی از مهمترین ماهیان دریای خزر بوده و تقاضا برای فیله های آن در داخل و خارج از کشور بالاست و با توجه به جایگاه پروتئینها در رژیم غذایی افراد، در این مقاله اثرات دو روش مختلف انجمادزدایی روی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بار میکروبی و همچنین کیفیت پروتئین فیله ماهی قره برون مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش کار

ماهی قره برون در آبان ماه ۱۳۸۸ از منطقه میان قلعه واقع در بخش جنوبی دریای خزر- استان گلستان با استفاده از صید پره توسط صیادان محلی صید گردید، سپس سرزنی و تخلیه شکمی شد و به صورت تازه سریعا به آزمایشگاه شیمی دانشگاه علوم کشاورزی و منبع طبیعی گرگان انتقال داده شد. در آزمایشگاه و با رعایت شرایط بهداشتی ماهی فیله بندی شد و عمل تیماربندی انجام پذیرفت. یک گروه به صورت خام و به عنوان گروه شاهد برای بررسی پارامترهای مورد نظر در ماهی غیر منجمد نگهداری شد و دو گروه دیگر بسته بندی شده و به مدت ۴ ماه در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری گردیدند. پس از طی زمان نگهداری، گروه اول در دمای ۴ درجه سانتیگراد و در یخچال در طول ۱۲ ساعت انجمادزدایی شد و گروه دیگر درون ماکروویو مجهز به چرخه دیفراست طی ۵ دقیقه انجمادزدایی گردیدند و پس از خرد کردن و همگن شدن به منظور مقایسه کیفیت مورد آزمایش قرار گرفتند.

1. Freeze denaturation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

۲-۱- ترکیبات شیمیایی

اندازه گیری رطوبت با استفاده از آون در دمای ^{o}c ۱۰۰ تا رسیدن به وزن پایدار تعیین شد [۱۵]، اندازه گیری پروتئین به روش کجلدال انجام شد [۱۵]، چربی کل با استفاده از پترولیوم اتر و دستگاه سوکسله استخراج شد. خاکستر با حرارت دادن نمونه درون کوره الکتریکی با دمای ^{o}c ۵۵۰ تا رسیدن به وزن پایدار انجام شد [۱۶].

۲-۲- اندازه گیری حلالیت پروتئین و محاسبه نقطه ایزوالکتریک

میزان حلالیت پروتئین به روش لی و همکاران [۱۷] محاسبه گردید. به ۲ گرم نمونه ۴۰ سی سی آب مقطر اضافه شد و این ترکیب با استفاده از یک همزن مغناطیسی کاملا هموژن شد. سپس مخلوط با استفاده از محلول های اسید هیدروکلریک ۱ نرمال و ۰/۱ نرمال و یا سود ۱ نرمال و ۰/۱ نرمال، در pH های ۱۲-۱ به ترتیب برای مقادیر اسیدی و قلیایی تنظیم شد. حجم محلول با آب مقطر به ۵۰ سی سی در درون بالون ژوژه رسانده شد. سپس به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق تکان داده شد و بعد از آن در دمای ۴ درجه سانتیگراد و دور rpm ۵۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شد. پس از پایان سانتریفوژ مجددا pH سوپرناتانت اندازه گیری شد و یادداشت گردید. ۲۰ سی سی از محلول سوپرناتانت برداشته شد و پروتئین محلول آن با روش کلدال تعیین گردید. درصد حلالیت پروتئین با استفاده از رابطه زیر در هر pH محاسبه گردید. نقطه ایزوالکتریک نیز بر اساس pH دارای کم ترین درصد حلالیت پروتئین در هر تیمار مشخص گردید.

$$\text{درصد حلالیت پروتئین} = \frac{\text{پروتئین موجود در سوپرناتانت}}{\text{پروتئین کل}} \times ۱۰۰$$

۲-۳- گروه سولفیدریل

مقدار گروه سولفیدریل با استفاده از ۵ و '۵ دی تیو بیس ۲-نیترو بنزوئیک اسید (DTNB[۲]) و بر اساس روش المان [۱۸] و با اندکی تغییرات توسط بنجاکول و همکاران [۱۹] تعیین گردید. به ۱ میلی لیتر اکتومیوزین، ۹ میلی لیتر بافر تریس ۰/۲ مولار pH=۶/۸ که شامل ۸ مولار اوره، ۲٪ سدیم دودسیل سولفات و ۱۰ میلی مولار اتیلن دی آمید ترا استیک اسید بود، اضافه شد. ۴ میلی لیتر از این ترکیب برداشته شد و به آن ۰/۴ میلی لیتر محلول ۰/۱٪ DTNB اضافه شد و در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۵ دقیقه انکوباسیون گردید. شاهد نیز با جایگزینی نمونه (اکتومیوزین) با کلرید پتاسیم ۰/۶ مولار آماده شد و جذب نمونه ها در مقابل شاهد با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۲ نانومتر اندازه گیری شد. مقذار گروه سولفیدریل با استفاده از مقدار جذب اندازه گیری شده و ضریب خاموشی $M^{-1}cm^{-1}$ ۱۳۶۰۰ به صورت مول بر $۱۰^{۵}$ گرم پروتئین بیان گردید.

۲-۵- اندازه گیری بار میکروبی

به منظور ارزیابی تعداد کل ارگانیسم های زنده موجود در نمونه ها از روش واستریچ [۲۰] استفاده شد. برای این منظور ۱۰ گرم از گوشت چرخ شده ماهی درون کیسه مخصوص استومایکر استریل محتوی ۹۰ سی سی محلول رقیق کننده استریل ۰/۱٪ ریخته شد و با استفاده از هموژنایزر، مخلوط حاصله با سرعت متوسط به مدت ۱ دقیقه هموژن گردید. سپس رقت های متوالی از مخلوط هموژن شده تهیه گردید و با استفاده از روش ریختن در پلیت در محیط کشت ذوب شده آگار کشت گردید. بعد از گذشت ۴۸ ساعت از زمان قرار دادن پلیت ها درون انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد، کلنی های رشد کرده روی پلیت ها شمارش شدند.

رنگ سنجی

اندازه گیری رنگ فیله های تازه و انجمادزدائی شده با استفاده از یک دستگاه هانتر لب مجهز به رنگ سنج و کالیبره شده (Minolta CR 300) انجام شد و شاخص های a^*، L^* و b^* که به ترتیب نمایانگر قرمزی، روشنی و زردی بودند، ثبت گردیدند.

۲-۶- آنالیز آماری

تجزیه وتحلیل داده ها با استفاده از بسته نرم افزار SAS و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. کنترل معنی داربودن توسط آنالیزواریانس یکطرفه انجام گرفت. جهت انجام مقایسات میانگین ازآزمون LSD درسطح(α=۰/۰۵) استفاده گردید.

2. 5,5'-dithiobis 2-nitrobenzoic acid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

۳- نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی فیله ماهی قره برون در جدول۱ آورده شده است. فیله تازه ماهی قره برون نسبت به فیله های منجمد و انجمادزدائی شده به هر یک از دو روش از میزان رطوبت بالاتری برخوردار بود. اختلاف معنی داری بین دو روش انجمادزدائی در میزان رطوبت نمونه ها دیده نشد. میزان رطوبت پس از انجمادزدائی در ماکروویو بطور معنی داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$) و از ٪ ۶۸/۲۶ در نمونه خام به ٪۶۶/۴۸ در نمونه انجمادزدائی در ماکروویو رسید. اگرچه میزان رطوبت پس از انجمادزدائی در یخچال نیز کاهش یافت و به ٪۶۷/۳۹ رسید اما این کاهش نسبت به نمونه شاهد معنی دار نبود. نتایج مشابهی در مطالعات گارسیا آریاس و همکاران [۲۱] بر روی ماهی ساردین به دست آمد و نتایج نشان داد که گرمای وارد شده به نمونه در طول انجمادزدائی با ماکروویو موجب افزایش تبخیر آب از نمونه ها و تا حدی کاهش بیشتر رطوبت می گردد. بن جیجر و همکاران [۲۲]، کاهش میزان رطوبت در طی فرآیند انجماد را در نتیجه تصعید کریستالهای یخ در محصول منجمد عنوان نمودند و گزارش کردند که علاوه بر کاهش وزن، افت کیفیت محصول را به دلیل افزایش تغیرات اکسیداسیونی، تغییر ماهیت پروتئین و تغییرات رنگ به دنبال دارد.

میزان پروتئین نیز پس از انجماد و انجمادزدایی تغییرات اندک اما معنی داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$) و میزان آن پس از هر دو روش انجمادزدایی کاهش یافت که این کاهش در تیمار انجمادزدایی شده در یخچال مشهودتر بود. میزان پروتئین در تیمار خام ماهی قره برون ٪۲۰/۶۹ بود که پس از ۴ ماه انجماد و انجمادزدائی در یخچال و ماکروویو به ترتیب به ٪۱۹/۸۰ و ٪۲۰/۳۱ کاهش یافت اما اختلاف معنی داری بین دو روش انجمادزدایی مشاهده نگردید. نتایج به دست آمده با مطالعات ازبای و همکاران [۱۳] بر روی فیله های آزاد ماهی شمال آمریکا و گارسیا آریاز و همکاران [۲۱] بر روی ماهی ساردین مطابقت دارد. مطالعات اکثر محققان نشان می دهد که کیفیت ماهی در طول مدت نگهداری کاهش می یابد [۲۳]. عامل تعیین کننده ثبات ماهی در طی نگهداری به صورت منجمد مقدار چربی بافت آن است. مقدار چربی با توجه به فصل و نوع گونه متغیر است [۲۴]. فیله های ماهی قره برون از میزان چربی بالایی نزدیک به ۱۱/۵۰ درصد برخوردار بودند (جدول۱). میزان چربی نمونه ها پس از انجماد و انجمادزدائی در یخچال و ماکروویو به ترتیب به ٪۱۲/۳۸ و ٪۱۳/۱۵ افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). بلتران و مرال [۲۵] در مطالعه تغییرات اکسیداسیونی ماهی ساردین در طول انجماد بیان کردند که انجماد سبب تضعیف پیوندهای چربی- پروتئین و استخراج چربی شده که در نهایت منجر به افزایش در مقدار چربی کل در طول مدت نگهداری می گردد. کولاکوسکا و همکاران [۲۶] نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

کاهش در میزان خاکستر نمونه ها پس از هر دو روش انجمادزدائی مشاهده گردید اما هیچگونه اختلاف معنی داری در میزان خاکستر نمونه ها قبل از انجماد و بعد از هر یک از روشهای انجمادزدائی مشاهده نگردید.

جدول ۱ اثرات انجماد و روشهای مختلف انجمادزدائی بر ترکیبات تقریبی فیله ماهی قره برون (گرم در۱۰۰گرم نمونه تر)

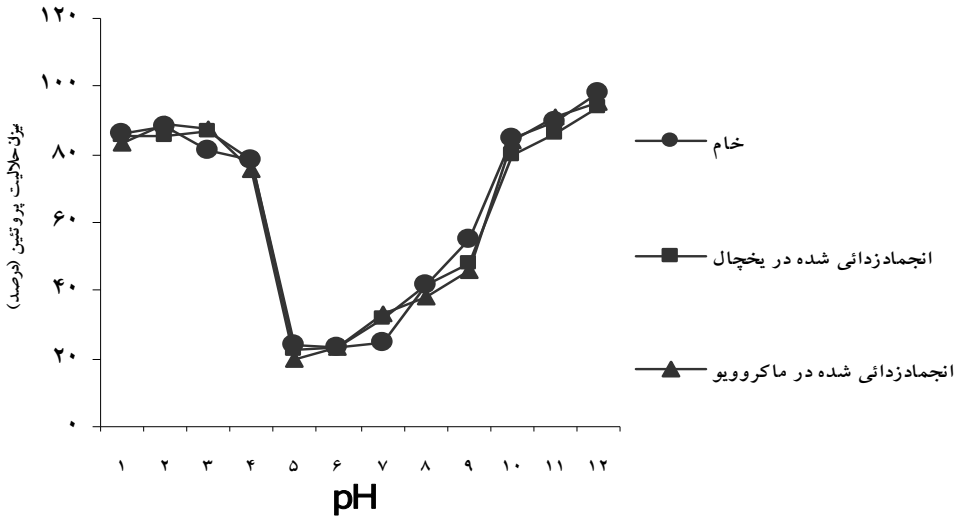
ترکیبات تقریبی / تیمار	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر
شاهد	۶۸/۲۶±۰/۱۲^{a}	۲۰/۶۹±۰/۳۸^{a}	۱۱/۳۷±۰/۶۰^{a}	۱/۰۷±۰/۱۰^{a}
منجمد و انجمادزدائی شده در یخچال	۶۷/۳۹±۰/۶۶^{ab}	۱۹/۸۰±۰/۶۰^{b}	۱۲/۳۸±۰/۸۰^{b}	۰/۹۷±۰/۲۰^{a}
منجمدو انجمادزدائی شده در ماکروویو	۶۶/۴۸±۰/۳۵^{b}	۲۰/۳۱±۰/۲۴^{b}	۱۳/۱۵±۰/۰۵^{b}	۱/۰۱±۰/۰۱^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($p<0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

نمودار ۱ تغییر حلالیت پروتئین فیله های شاهد، منجمد و انجمادزدائی شده در یخچال و ماکروویو فیله ماهی قره برون در برابر pH را نشان می دهد. کمترین میزان حلالیت پروتئین در کل تیمارها در pH خنثی و نزدیک نقطه ایزوالکتریک pH=۵ مشاهده گردید که برابر با ٪۲۳ بود. با دور شدن از این نقطه میزان حلالیت پروتئین افزایش یافت و بیشترین مقادیر آن در اطراف pH های اسیدی و قلیایی بود بطوریکه در تیمار خام ٪۸۸/۳۶ پروتئین در pH ۲ و حدود ٪۹۸ پروتئین در pH ۱۲ محلول بودند. تغییر محسوسی در میزان حلالیت پروتئین فیله تاس ماهی ایرانی پس از انجماد و انجمادزدائی مشاهده نگردید. میزان حلالیت پروتئین در pH های ۳ و ۷ پس از انجماد و انجمادزدائی به هر دو روش افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). در pH های ۵ و ۶، میزان حلالیت پروتئین پس از انجماد و انجمادزدائی در ماکروویو و در pH ۱۰ میزان حلالیت پس از انجمادزدائی در یخچال به طور معنی داری کاهش یافت($p<۰/۰۵$). در سایر pH ها میزان حلالیت پس از انجماد و هر دو روش انجمادزدائی کاهش یافت اما اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نگردید (جدول۲).

نشانه های دناتوره شدن پروتئینها در تغییرات ایجاد شده در حلالیت آنها منعکس می شود [۲۷]. کاهش در میزان حلالیت پروتئین در طول انجماد در ارتباط با دناتوره شدن و انبوهش پروتئینها در طول انجماد می باشد. بر اساس مطالعات اسریکار و همکاران [۲۸] محصولات اکسید شده چربی و اسیدهای چرب آزاد که در طول نگهداری محصولات شیلاتی شکل می گیرند بر حلالیت پروتئین ها اثر گذارند. علاوه بر این، اسیدهای چرب آزاد با ایجاد بخش های آبگریز در سطح پروتئین منجر به کاهش قابلیت استخراج پروتئینها می گردند [۲۹]. کاهش معنی داری در میزان حلالیت پروتئین ماهی، پس از ۳ ماه انجماد و همچنین پس از ۱۱ ماه انجماد به ترتیب در تحقیقات سارما و همکاران [۳۰] و هدبرو و تجدا [۳۱] گزارش شد. مکری [۳۲] نیز در مطالعات خود تغییرات بسیار اندک اما معنی داری را در میزان حلالیت پروتئین نمونه ها در طول انجماد گزارش نمود.



شکل ۱ اثرات انجماد و روشهای مختلف انجمادزدائی بر حلالیت پروتئین فیله های ماهی قره برون

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

جدول ۲ تغییرات میزان حلالیت پروتئین فیله های شاهد، منجمد و انجمادزدائی شده در یخچال و ماکروویو فیله ماهی قره برون

pH / تیمار	شاهد	منجمد و انجمادزدائی شده در یخچال	منجمد و انجمادزدائی شده در ماکروویو
۱	۸۶/۲۴±۳/۸۷^{A}	۸۷/۷۵±۱/۲۸^{A}	۸۳/۲۶±۰/۱۹^{A}
۲	۸۸/۳۶±۳/۲۱^{A}	۸۵/۴۹±۲/۴۷^{A}	۸۸/۷۷±۰/۹۸^{A}
۳	۸۱/۴۴±۳/۵۵^{B}	۸۶/۵۲±۲/۲۳^{A}	۸۷/۳۹±۰/۱۷^{A}
۴	۷۸/۱۷±۳/۶۷^{A}	۷۸/۳۹±۱/۰۵^{A}	۷۵/۸۴±۰/۷۷^{A}
۵	۲۳/۴۴±۰/۵۸^{A}	۲۲/۷۹±۰/۲۰^{AB}	۱۹/۷۴±۱/۳۸^{B}
۶	۲۳/۵۳±۰/۶۶^{A}	۲۳/۴۱±۰/۰۱^{AB}	۲۳/۱۱±۰/۰۱^{B}
۷	۲۴/۶۲±۰/۷۳^{B}	۳۱/۵۶±۰/۷۴^{A}	۳۳/۱۳±۰/۳۴^{A}
۸	۴۱/۵۴±۰/۷۹^{AB}	۴۱/۵۸±۱/۲۳^{A}	۳۷/۹۳±۰/۰۰۵^{B}
۹	۵۴/۷۵±۶/۴۳^{A}	۴۸/۲۸±۰/۵۲^{A}	۴۶±۰/۷۷^{A}
۱۰	۸۴/۵۸±۲/۳۲^{A}	۷۹/۵۲±۰/۳۶^{B}	۸۳/۷۹±۰/۱۳^{AB}
۱۱	۹۰±۲/۶۲^{A}	۸۶/۳۲±۰/۲۱^{A}	۹۱/۲۷±۱/۱۷^{A}
۱۲	۹۸/۰۸±۴/۰۴^{A}	۹۳/۶±۰/۶۰^{A}	۹۵/۴۲±۱/۳۸^{A}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($p<۰/۰۵$).

میزان گروه سولفیدریل فیله تاس ماهی ایرانی پس از هر دو روش انجمادزدائی کاهش یافت و از ۶/۱۱ مول بر $۱۰^{۵}$ گرم پروتئین در نمونه خام به ۴/۷۴ مول بر $۱۰^{۵}$ گرم پروتئین پس از ۴ ماه نگهداری و انجمادزدائی در یخچال و ۵/۳۸ مول بر $۱۰^{۵}$ گرم پروتئین پس از انجمادزدائی در ماکروویو رسید. نتایج آزمون آماری حاکی از تفاوت معنی دار بین میانگین گروه سولفیدریل قبل و بعد از فرآیند انجماد بود اما اختلاف معنی داری بین دو روش انجمادزدائی در میزان گروه سولفیدریل مشاهده نگردید (جدول ۳).

بر اساس مطالعات گارسیا آریاس و همکاران [۲۱]، کاهش در میزان گروه سولفیدریل نمونه های انجماد زدائی شده می تواند در ارتباط با کاهش سیستئین همراه با تشکیل ترکیبات غیر محلول باشد. انجماد ماهی و در واقع دناتوره شدن سرمایی پروتئینها منجر به اکسیدایسیون گروههای تیول می گردد. در طول انجماد ماهی، گروههای سولفیدریل میوزین (اکتومیوزین) که در معرض اکسیداسیون قرار می گیرند، در واکنش های تعویض سولفیدریل- دی سولفید شرکت کرده و به دناتوره شدن و تشکیل اجتماعات سنگین مولکولی کمک می کنند [۳۳]. در مجموع، تغییرات شکلی در پروتئین ها در طول انجماد روی داده و موجب ادامه روند ظهور و مدفون شدن گروههای سولفیدریل می گردند [۳۴].

تانونکا و همکاران [۳۵]، اکسیداسیون سیستئین به عنوان حساس ترین اسیدآمینه و همچنین سایر اسیدهای آمینه سولفوردار را عامل کاهش میزان گروه سولفیدریل بیان نمودند. کاهش در میزان گروه سولفیدریل ماهی در هنگام انجماد در مطالعات سوارز و همکاران [۳۶] نیز گزارش شده است.

نتایج آنالیز میکروبی نمونه ها در جدول ۳ نشان داده شده است. تعداد کل میکروارگانیسم ها پس از ۴ ماه نگهداری بطور معنی دار افزایش یافت و از ۴/۴۴ log به ۵/۴۹ log پس از انجمادزدائی در یخچال و ۵/۰۸ log پس از انجمادزدائی در ماکروویو رسید. درجه حرارتی که در آن ماده غذایی انجمادزدائی می گردد نیز بطور موثری بر رشد میکروارگانیسم ها اثرگذار است [۳۷]. نتایج آنالیز میکروبی نشان داد که نمونه های انجمادزدائی شده در ماکروویو نسبت به نمونه های انجمادزدائی شده در یخچال از بار میکروبی کمتری برخوردار بودند. کاهش در میزان بار میکروبی در نتیجه استفاده از ماکروویو با مطالعات دیگر همخوانی داشت [۳۸]. به نظر می رسد که حرارت دهی با استفاده از ماکروویو میکروارگانیسم ها را غیر فعال می سازد اما مکانیسم آن هنوز کاملا مشخص نشده است. فانگ و کونینهام [۳۹] بیان نمودند که تخریب میکروارگانیسم ها در طول انجمادزدائی در ماکروویو بطور عمده در نتیجه تاثیر حرارتی ماکروویو می باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

جدول ۳ اثرات فرآیندهای انجمادزدائی در یخچال و ماکروویو بر جمعیت کل میکروارگانیسم ها (Log cfu/g) و میزان گروه سولفیدریل فیله های ماهی قره برون

شاخص / تیمار	تعداد میکروارگانیسم ها	میزان گروه سولفیدریل
شاهد	۴/۴۴±۰/۴۵^{b}	۶/۱۱±۰/۵۰^{a}
منجمد و انجمادزدائی شده در یخچال	۵/۴۹±۰/۰۱^{a}	۴/۷۴±۰/۰۳^{b}
مجمد و انجمادزدائی شده در ماکروویو	۵/۰۸±۰/۲۰^{a}	۵/۳۸±۰/۲۳^{b}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($p<0.05$).

یکی از بارزترین تغییرات کیفی ایجاد شده در نتیجه انجمادزدائی، تغییرات ایجاد شده در رنگ گوشت می باشد. تغییرات رنگی در هر دو نوع فیله های تازه و منجمد-انجمادزدائی شده اندازه گیری شد و نتایج در جدول ۴ آورده شده است. بین شاخص های L^* (روشنی)، a^* (قرمزی) و b^* (زردی) در فیله های تازه و انجمادزدائی شده اختلافات معنی داری دیده شد. شاخص های L^* و b^* در نمونه های انجمادزدائی شده نسبت به نمونه تازه افزایش یافتند و به ترتیب از ۴۰/۴۰ و ۵/۳۶ در نمونه تازه به ۵۳/۰۶ و ۷/۴۶ پس از انجمادزدائی در یخچال و به ۵۷/۳۶ و ۸/۷۳ پس از انجمادزدائی در ماکروویو رسیدند. افزایش در شاخص L^* فیله های انجمادزدائی شده در ماکروویو بالاتر از فیله های انجمادزدائی شده در یخچال بود ($p<۰/۰۵$). نتایج بدست آمده با مطالعه براگادتیر [۴۰] همخوانی دارد. شاخص a^* پس از انجمادزدائی کاهش یافت و بیشترین کاهش پس از انجمادزدائی در یخچال مشاهده شد. ارسوی و همکاران [۱۲] نیز به با مطالعه روی مارماهی به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۴ آنالیز رنگ فیله های تازه و منجمد-انجمادزدائی شده تاس ماهی ایرانی

شاخص / تیمار	شاخص L^*	شاخص a^*	شاخص b^*
شاهد	۴۰/۴۰±۰/۲۳^{c}	۱۲/۱۶±۰/۴۳^{a}	۵/۳۶±۰/۵۳^{b}
منجمد و انجمادزدائی شده در یخچال	۵۳/۰۶±۰/۶۳^{b}	۸/۴۶±۰/۲۶^{c}	۷/۴۶±۰/۴۳^{a}
منجمد و انجمادزدائی شده در ماکروویو	۵۷/۳۶±۱/۰۵^{a}	۱۰/۳۳±۰/۲۴^{b}	۸/۷۳±۰/۲۰^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($p<0.05$).

۴- نتیجه گیری

فرآیندهای انجماد و متعاقب آن انجمادزدائی منجر به ایجاد تغییرات معنی داری در پارامترهای اندازه گیری شده گردیدند. میزان گروه سولفیدریل و حلالیت پروتئین کاهش و میزان چربی و بار میکروبی افزایش یافتند. تغییرات رنگی نیز پس از فرآیندها مشاهده گردید. میزان بار میکروبی پس از انجمادزدائی نمونه ها در ماکروویو کمتر از انجمادزدائی در یخچال بود که این مساله از نقطه نظر کیفیت محصول از اهمیت کاربردی به سزایی برخوردار می باشد. اگرچه استفاده از ماکروویو جهت انجمادزدائی فیله ها در مقایسه با یخچال هزینه بیشتری را می طلبد لیکن جهت صرفه جویی در وقت و ماندگاری بهتر فیله ها طی انجمادزدائی در ماکروویو، استفاده از این روش توصیه می گردد. در مجموع و با توجه به نتایج به دست آمده می توان بیان نمود که تفاوت معنی داری بین دو روش انجمادزدائی در اکثر پارامترها وجود ندارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

۵- منابع

[1] Tzikas, Z., Ambrosiadis, I., Soultos, N., and Georgakis, Sp. 2007. Quality assessment of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) and blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) during storage in ice. Food Control. 18:1172–1179.

[2] Persson, P.O, Londahl, G. 1993. Freezing technology. In: Frozen Food Technology (Ed CP Mallett). Glasgow: Chapman and Hall.

[3] Shenouda, S.Y.K. 1980. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. Advance in Food Research. 26:275-311.

[4] Karel, M., and Lund, D.B. 2003. Physical principles of food preservation. NewYork: MarcelDekker,Inc.

[5] Martin, R.E., Carter, E.P., Flickjr, G.J and Davis, L.M. 2000. Marine and Freshwater Products Handbook. Technomic Publishing Company, Inc. Lancaster, Pennsylvania 17604 U.S.A.

[6] Connell, J.J. 1964. Fish muscle proteins and some effects on them of processing. In: Proteins and the reactions (Eds, Schultz, H.W., Anglemier, A.F.), AVI Publ. Co, Westport, Conn. p. 255.

[7] Haard, N.F. 1992. Biochemical Reaction in Fish Muscle During Frozen Storage. In Sea Food Science and Technology, edited by G. Bligh. Oxford: Fishing New Books. Pp, 176-209.

[8] Seo, H., Endo, Y., Fujimoto, K., Moku, M., and Kawaguchi, K. 1997. Denaturation of myofibrillar protein in myoctophid fish during Refrigeration and freezing storage. Fisheries Science, 63, 839–840.

[9] Benjakul, S., Visessanguanb, W., Thongkaewa, C., and Tanakac, M. 2003. Comparative study on physicochemical changes of muscle proteins from some tropical fish during frozen storage. Food Research International. 36:787–795.

[10] Arannilewa, S.T., Salawu, S.O., Sorungbe1, A.A., and Ola-Salawu, B.B. 2005. Effect of frozen period on the chemical, microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (*Sarotherodun galiaenus*). African Journal of Biotechnology. 8:852-855.

[11] Leelapongwattana, K., Benjakul, S., Visessanguan, W., and Howell, N.K. 2005. Physicochemical and biochemical changes during frozen storage of minced flesh of lizardfish (*Saurida micropectoralis*) Food Chemistry. 90:141–150.

[12] Ersoy, B., Aksan, E., and Ozeren, A. 2008. The effect of thawing method on the quality of eels (Anguilla anguilla). Food Chemistry. 111:377-380.

[13] Ozbay, G., Spencer, K., and Gill, T.A. 2005. Investigation of protein denaturation and pigment fading in farmed steelhead (*Onchorhychus mikiss*) fillets during frozen storage. Journal of Food Processing and Preservation. 30:208-230.

[14] Keyvan, A., Moini, S., Ghaemi, N., Haghdoost, A.A., Jalili, S., and Pourkabir, M. 2008. Effect of frozen storage time on the lipid deterioration and protein denaturation during Caspian Sea White Fish (Rutilus frisi kutum). Journal of Fisheries and Aquatic Science. 6:404-409.

[15] AOAC. 2005. Official methods of analysis (18th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists International.

[16] AOAC. 1990. Official methods of analyses of association of analytical chemist (15th ed). Washington DC: AOAC.

[17] Lee, S.Y., Morr, C.V. and Ha, E.Y.W. 1992. Structural and functional propertiese of caseinate and whey protein isolate as affected by temperature and pH. Journal of food science. 57:1210-1214.

[18] Ellman, G.L. 1959. Tissue sulfhydryl groups. Archives of Biochemistry and Biophysics. 82:70–77.

[19] Benjakul, S., Seymour, T.A., Morrissey, M.T., and An, H. 1997. Physicochemical changes in Pacific Whiting muscle proteins during frozen storage. Journal of Food Science. 62(4):729-733.

[20] Wistreich, G.A. 1997. Microbial laboratory, Prentice- Hall, international, inc. USA.

[21] Garcia-Arias, M.T., Alvarez-Pontes, E., Garcia-Linares, M.C., Garcia- Fernandez, M.C., and Sanchez-Muniz, F.J. 2003. Grilling of sardines fillets. Effects of frozen and thawed modality on their protein quality. LWT—Food Science and Technology. 36:763–769.

[22] Ben-gigirey, B., De sousa, J.M., Villat, T.G., and Barros-velazqez, J. 1999. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. Journal of Food Science. 64:20-24.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

[23] Aubourg, S.P., and Medina, I. 1999. Iinfluence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus murhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) frozen storage. Journal of Science of Food and Agriculture. 79:1943-1948.

[24] Woyewoda, A.D., Shaw, S.J., Ke, P.J., and Burns, B.G. 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadaian technical report of fisheriese science and aquatic sciences. NO. 1448. P148.

[25] Beltran, A., and Moral, A. 1990. Gas chromatographic estimation of oxidative deterioration in sardines during frozen storage. Lebensmittel- Wissenschaft und-Technologie. 23:499–504.

[26]Kolakowska, A., Czerniejewska- surma, B., and Deutry, J. 1985. evaluation of rancidity in frozen horse mackerel. Pp. 163-167. processing of the 2nd symposium on fat chemistry and technology, 15-17 September, Gdansk. Proceedings, Pp. 163-7.

[27]Cordova Murueta, J.H., Navarrete del Toro, M.A., and Garcia Carreno, F. 2005. Concentrates of fish protein from bycatch species produced by various drying processes. Food Chemistry. 2:705-711.

[28] Srikar, L.N., Seshadri, H.S., and Fazal, A.A. 1989. Changes in lipids and proteins of marine catfish (*Tachysurus dussumieri*) during frozen storage. Journal of Food Science and Technology. 24:653-658.

[29] Sikorski, Z., J. Olley, S. Kostuch. 1976. Protein changes in frozen fish. Critical Reviews. Food Science and Nutrition. 8:97-129.

[30] Sarma, J., Reddy, G., Srikar, L.N. 2000. Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*). Food Research International. 33:815-820.

[31] Huidobro, A., Tejada, M. 2004.Gilthead seabream (*Sparus aurata*): suitability for freezing and commercial alternatives. Journal of Science of Food and Agric. 84:1405-1413.

[32] Makri, M. 2009. Biochemical and textural properties of frozen stored (-22°C) gilthead seabream (*Sparus aurata*) fillets. African Journal of Biotechnology. 8(7):1287-1299.

[33] Buttkus, H. 1971. The sulfhydryl content of rabbit and trout myosins in relation to protein stability. Canadian Journal of Biochemistry. 49:97-102.

[34] Herrera, J.R., Mackie, I.M. 2004. Cryoprotection of frozen-stored actomyosin of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by some sugars and polyols. Food Chem. 84:91-97.

[35] Thanonkaew, A., Benjakul, S., and Visessanguan, W. 2006. The effect of metal ions on lipid oxidation, colour and physicochemical properties of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) subjected to multiple freeze–thaw cycles. Food Chemistry. 95:591–599.

[36] Suarez, D.G., Puig, J.V., and Cantillo, A.G. 2002. Physical, chemical and sensorial evaluation of round sardines (*Sardinella aurita* V.) during frozen storage at -18ºC. Revista Centifica, FCV-LUZ XII (4):278-285.

[37] Crissey, S.D., Slifka, K.A., Shumway, P., and Spencer, S.B. 2001. Handling Frozen/ Thawed Meat and Prey Items Fed to Captive Exotic Animals. A Manual of Standard Operating Procedures. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Agricultural Library. 23P.

[38]Farber, J.M., Aoust, J.Y.D., Diotte, M., Sewell, A., and Daley, E. 1998. Survival of Listeria spp. on raw whole chickens cooked in microwave ovens. Journal of Food Protection. 61:1465–1469.

[39]Fung, D.Y.C., and Cunningham, F.E. 1980. Effect of microwaves on microorganisms in foods. Journal of Food Protection. 43:641–650.

[40] Bragadottir, M. 1998. Processing Improvements on Board Freezing Trawlers. Rannsoknastofnun fiskiðnaðarins, Icelandic Fisheries Laboratories. P, 1-13.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]

Effects of freezing and two thawing methods on food quality of Persian sturgeon fillets

Jannat alipour, H. [1*], Shabanpour, B. [2], Sadeghi Mahoonak, A. R. [3], Shabani, A. [2]

1. MSc of fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Associate professor, Department of fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. Associate professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

(Received: 88/10/16 Accepted: 89/6/23)

In this study, effects of freezing and two thawing methods on food quality of Persian sturgeon fillets (*Acipenser persicus*) were evaluated. Fresh Persian sturgeon fillets kept frozen at -20ºC up to 4 months, and then thawed by two different thawing methods (in a microwave oven and in a refrigerator at 4ºC). Freezing- thawing increased fat and decreased protein, moisture and ash contents. Thawing in microwave resulted in less decrease in moisture content compared to refrigerator thawing and caused an increase in protein content. Protein solubility decreased after freezing- thawing but it was significant only in few pHs (in both thawing methods). 4 months frozen storage and then defrosting resulted in a decrease in –SH group content. The microbial count increased after freezing and thawing ($p<0.05$), however the increase was less after microwave thawing. Both thawing methods showed higher L^* and b^* values and smaller a^* value compared to control sample ($P<0.05$).

Keywords: Persian sturgeon, Thawing methods, Microbial count, Protein solubility, SH- group

* Corresponding Author E-Mail Address: hakime_alipour@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-08]