نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۷ شماره ۱/ سال ۱۳۹۶/ صفحات ۳۷ تا ۵۸

# ویژگی‌های بیوشیمیایی، بافتی و ارزیابی حسی برگر ترکیبی گوشت قرمز و سوریمی ماهی کپور معمولی در طول دوره نگهداری در حالت انجماد (-۱۸°C)

**سید علی جعفر پور*[۱] و مونا شکری[۲]**

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۲

[۱] دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* مسئول مکاتبه: Email: a.jafarpour@sanru.ac.ir

**چکیده**

در این مطالعه تغییرات کیفی بیوشیمیایی شامل میزان رطوبت، پروتئین، چربی کل و شاخص‌های فساد اکسیداتیو چربی و ویژگی‌های بافتی و رنگ سنجی برگر ترکیبی شامل ۵۰٪ سوریمی ماهی کپور معمولی *(Cyprinus carpio)* و ۵۰٪ گوشت قرمز به همراه ارزیابی حسی در طی دوره ٤٥ روز انجماد در دمای ۱۸°C- بررسی‌شده و نتایج با برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز (شاهد) مقایسه گردید. میزان چربی، اسیدهای چرب آزاد، پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و بازهای نیتروژنی فرار در روز صفر برای برگر ترکیبی ۵۰٪ سوریمی به ترتیب ٤/۲۹، ۰/٤٦، ۱/۱۷، ۰/٦۰٤، ۱۰/۲۳ ثبت‌شده که در روز ٤٥ نگهداری در دمای ۱۸°C به میزان ۳/۱۲، ۰/٦، ۲/۲۳، ۰/٦٤۷، ۱۳/۷۹ رسید (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از آنالیز بافت نشان داد که در طول دوره نگهداری به‌صورت منجمد پارامتر سختی در برگر ترکیبی ۵۰٪ کاهش معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) درحالی‌که در مورد برگر گوشت قرمز این کاهش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). از سویی دیگر میزان به‌هم‌پیوستگی، کشسانی و قابلیت جویدن در هر دو برگر نگهداری شده به‌صورت منجمد کاهش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). بعلاوه میزان استحکام بافت و تنش برشی در هر دو برگر در طی دوره نگهداری به‌صورت منجمد با افزایش معنی‌داری مواجه شد (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست‌آمده از سنجش رنگ در طی دوره نگهداری نشان داد که میزان قرمزی و زردی بافت برگر کاهش و سفیدی و روشنایی هر دو برگر نگهداری شده افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج ارزیابی حسی نیز حاکی از این است که طعم و بو برگرها تا روز ٤٥ نگه‌داری هیچ تفاوت معنی‌داری با روز صفر نداشت (P>۰/۰۵)، ولی بافت برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز نسبت به بافت برگر ۵۰٪ سوریمی در پایان دوره از امتیاز کمتری برخوردار بود (P<۰/۰۵).

**واژگان کلیدی**: برگر ترکیبی، سوریمی، ارزیابی بافت، ویژگی‌های بیوشیمیایی، ارزیابی حسی، نگه‌داری به‌صورت منجمد

**مقدمه**

افزایش آگاهی مردم نسبت به فواید مصرف آبزیان و بهبود وضعیت اقتصادی آن‌ها سبب افزایش توجه و مصرف این مواد غذایی گردیده است. به‌طور کل آبزیان به‌صورت تازه، منجمد، عمل‌آوری شده به شکل کنسرو، دودی، خشک و... مورداستفاده قرار می‌گیرند. امروزه

تغییرات شاخص‌های اقتصادی – اجتماعی در بسیاری از کشورها ازجمله افزایش اشتغال زنان، تمایل افراد به استفاده از غذاهای آماده مصرف را افزایش داده و این مسئله در بخش آبزیان نیز مشهود هست. برگر ماهی ازجمله فرآورده‌هایی است که در کشورهای مختلف جهان با دستور کار تقریباً مشابهی تهیه و در بازار مصرف به فروش می‌رسد (نعمتی و همکاران، ۱۳۸۸). این محصول معمولاً به‌عنوان غذاهای آماده به مصرف مورداستفاده قرار می‌گیرد (حسب الله و همکاران، ۲۰۰۹)؛ اما با این وجود بنا به دلایل خاصی تولید برگر از گوشت ماهی با استقبال قابل‌توجهی از سوی بازار و مصرف‌کننده برخوردار نبوده است که ازجمله این دلایل می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد؛

با نگهداری برگرهای ماهی در یخچال تغییرات فراوانی در خواص ارگانولپتیک آن پدید می‌آید که حتی باعث تغییر رویکرد مغازه‌داران در نگهداری و فروش این محصول می‌گردد. به عبارتی فساد اکسیداتیو چربی که از مهم‌ترین شاخص‌های آن وجود تیوباربیتوریک اسید و پراکسید هست صورت می‌گیرد (البلوشی ۲۰۰۵). همچنین تشکیل ترکیباتی با وزن مولکولی پایین و تخریب پروتئین‌ها که باعث تولید آمین‌های فرار می‌شود و نیز تغییر در ترکیب تری متیل آمین اکسید، به‌طورکلی همه این موارد باعث ایجاد بو و طعم نامطلوب در برگرهای تهیه‌شده از ماهی گردیده و مقبولیت کلی این محصول را کاهش می‌دهد. به‌منظور بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی برگر ماهی توصیه می‌گردد که بجای گوشت چرخ شده‌ی ماهی از گوشت چرخ و شسته شده ماهی که به آن سوریمی گفته می‌شود در فرمولاسیون برگر استفاده گردد. سوریمی یک واژه ژاپنی است و به گوشت چرخ شده ماهی اطلاق می‌شود که از طریق مکانیکی استخوان‌گیری شده و قسمت اعظم ترکیبات محلول در آب (پروتئین‌های سارکوپلاسمی به همراه خون و آنزیم‌ها) طی فرایند شستشو خارج‌شده و پروتئین‌های میوفیبریل باقی می‌ماند. این فرآورده حاوی ۷۵٪ تا ۷۹٪ رطوبت هست (لانیر، ۱۹۹۲) به‌طورکلی فرایند شستشو میزان رطوبت را افزایش می‌دهد که با افزودن ۰/۳٪ نمک، آبگیری گوشت چرخ شده به‌طور مؤثرتری صورت گرفته و این امر میزان بو و مزه ناخواسته ماهی را کاهش داده و بر کیفیت فرآورده‌ای مانند برگر ماهی می‌افزاید. بوی ملایم و رنگ روشن گوشت ماهیان سفید گوشت به همراه خاصیت تولید ژل الاستیک به هنگام اختلاط بانمک از مهم‌ترین مشخصه‌های سوریمی مرغوب هست (لانیر،۱۹۹۲) اما برداشت بی‌رویه از ذخایر ماهیان سفید گوشت، تهیه آن‌ها را به مخاطره انداخته است (مارتین–سانچز وهمکاران، ۲۰۰۹(. بنابراین از منابع ماهیان پرورشی آب شیرین که بخش مهمی از آبزیان را به خود اختصاص داده‌اند می‌توان به‌عنوان جایگزینی جهت تولید سوریمی بهره برد.

مصرف سالانه ماهی در ایران حدود ۸/۵ کیلوگرم است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۲۰۱۳) که این مقدار پایین‌تر از متوسط مصرف جهانی است که بر اساس گزارش‌های کشاورزی و خواربار جهانی (فائو) در سال ۲۰۱۰، متوسط سرانه مصرف آبزیان در دنیا حدود ۲۵ کیلوگرم هست. محصولات غذایی دریایی نظیر فیش فینگر، سوسیس و برگر ماهی می‌تواند گستره‌ای از غذای سالم را جهت افزایش میزان مصرف ماهی فراهم کنند (الیاسی و همکاران ۲۰۱۰).

بر اساس آمار سالنامه آماری شیلات ایران، تولید ماهیان گرمابی در سال ۲۰۱۳ معادل ۱۶۷۸۸۳ تن بوده است که در بین گونه‌های پرورشی، کپور معمولی یک ماهی شاخص پرورشی در دستگاه‌های کشت توأم[1] در ایران است. تولید کل کپور معمولی در ایران بیش از بیست هزار تن در سال ۲۰۱۳ بوده است (سالنامه آماری شیلات ایران ۲۰۱۳). هرچند که این ماهی به علت رفتار تغذیه‌ای خاصش (تغذیه از موجودات کف زی

[1] polyculture

موجود در لجن کف استخر) دارای بوی نامطبوعی است اما در بین چهار گونه پرورشی بعد از ماهی آمور از بالاترین قیمت فروش (۷٤۳۲۱ ریال) برخوردار هست.

برخی از روش‌های دادن ارزش‌افزوده به کپور ماهیان استفاده از گوشت چرخ شده‌ی آن جهت تولید سوریمی و محصولات بر پایه‌ی سوریمی، سوسیس و محصولات تخمیری است. در این خصوص مطالعات محدودی در جهت استفاده از گوشت ماهی در تهیه فرآورده‌های شیلاتی صورت گرفته است. معینی و همکاران در سال ۱۳۸۲ تهیه کتلت ماهی کپور و تعیین زمان ماندگاری آن در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گرد مور مطالعه قراردادند. نتایج نشان داد که تغییرات ازت‌های فرار از ١٤ به ۱۸/۹ میلی‌گرم در صد گرم و پراکسید از ٤ به ٤/۹ میلی اکی والان در کیلوگرم بود. شمارش کلی باکتری‌ها برای تمام نمونه‌ها منفی بود. زمان ماندگاری نمونه بر اساس اندیس پراکسید ۹۰ روز تعیین گردید.

در مطالعه‌ای که نعمتی و همکاران در سال ۱۳۸۸ بر روی تغییرات کیفی چربی برگرهای تولیدی از سوریمی ماهی کپور معمولی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد برگرهای تولیدی در انتهای دوره ذخیره‌سازی افزایش یافتند. نتایج به‌دست‌آمده از آنالیزهای حسی برگرها نشان دادند که نمونه‌ها تا روز پنجم از کیفیت عالی تا خوب برخوردار بودند؛ و از روز پنجم تا هشتم کیفیت به حد قابل‌قبول بودن کاهش یافت .بر این اساس مدت ماندگاری برگرهای ماهی کپور در دمای یخچال هشت روز تعیین شد.

در مطالعه‌ای که توکور و همکاران در سال ۲۰۰٤ بر روی تغییرات کیفی برگر تهیه‌شده از تیلاپیا در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ماه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار تیوباربیتوریک اسید در ماه هفتم ذخیره‌سازی مشاهده شد، مقدار پراکسید تا ماه ششم افزایش یافت و بعد آن در مقدار معینی ثابت ماند، محدوده pH بین ۷/۹۷ و ۸/۰۱ در پایان دوره بود و درنهایت امتیاز کیفیت حسی نزدیک به نمونه‌های تازه بود. البلوشی و همکاران در سال ۲۰۰۵ در بررسی که بر روی کیفیت و ثبات ذخیره‌سازی برگر ماهی به‌صورت منجمد در ۲۰- انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کل باکتری‌های هوازی در طول دوره ذخیره‌سازی کاهش یافت. باسیل‌ها نیز در پایان دوره به‌طور کامل تخریب شدند. مقدار پراکسید افزایش یافت. محتوای پروتئین‌های محلول در نمک نیز کاهش یافت. از بین پارامترهای رنگ $L^*$ یا میزان روشنایی رنگ ثبات خوبی را در طول ذخیره‌سازی نشان داد و رنگ برگرها برای مدت ۳ ماه ثابت باقی ماند. بوچی و همکاران در سال ۲۰۰۸ استفاده از ضایعات فیله گربه‌ماهی نقره‌ای را در فرمولاسیون برگر ماهی مورد ارزیابی قراردادند که دریافتند ضایعات فیله می‌تواند جایگزین بالای ٥۰٪ فیله ماهی شود بدون آنکه هیچ تغییری در مقبولیت حسی و بهبود ارزش غذایی و خصوصیات پخت آن ایجاد کند. الیاسی و همکاران در سال ۲۰۱۰ بر روی تغییرات میکروبیولوژیکی و شیمیایی فیش فینگرهای ساخته‌شده از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور را موردبررسی قرار داده و درنهایت نمره کلی ارزیابی حسی فیش فینگرهای تهیه‌شده از سوریمی از فیش فینگرهای تهیه‌شده از گوشت چرخ شده بالاتر بود.

با توجه به مطالب عنوان‌شده در بالا، این پژوهش به‌منظور مطالعه برگرهای ترکیبی سوریمی ماهی کپور معمولی و گوشت قرمز انجام‌شده و زمان‌ماندگاری آن‌ها در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد با استفاده از فاکتورهای فسادی چربی و ارزیابی حسی موردبررسی قرار گرفت. همچنین این مطالعه به بررسی برگرها ازلحاظ استحکام بافت، سختی، قابلیت جویدن و به‌هم‌پیوستگی بافت و سایر خصوصیات بافتی می‌پردازد.

## مواد و روش‌ها

### مواد مصرفی و مکان انجام پروژه

تعداد ۱۰ عدد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به وزن ۵۰۰ گرم و طول متوسط ۳ cm ±۲۰ از بازار ماهی‌فروشان ساری و یک کیلوگرم گوشت چرخ شده قلوه‌گاه گاوی با ۲۰٪ چربی خریداری و به‌منظور جلوگیری از پیشرفت فعالیت‌های اکسیداسیونی چربی دریخ بسته‌بندی‌شده و به پایلوت فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل گردید.

## روش‌ها

### آماده‌سازی گوشت چرخ شده ماهی

در این تحقیق ماهی کپور معمولی در فصل زمستان از بازار ماهی‌فروشان ساری خریداری و تا انتقال به محل فرآوری که در فاصله ۲۰ Km از محل خریداری قرار داشت با نسبت ۱:۱ زیر یخ قرار داده شد. مراحل آماده‌سازی فیله جهت تولید گوشت چرخ شده از آن به شرح زیر هست: پس از انتقال ماهی به آزمایشگاه، سر و دم زنی و تخلیه امعاء و احشاء صورت گرفت و شستشو با آب سرد انجام گردید (پارک، ۲۰۰۵). مرحله بعد، جداسازی گوشت از استخوان (تهیه فیله) و پوست‌کنی است. چاقو را از قسمت پشتی ماهی از بالای ستون فقرات وارد گوشت کرده و شروع به جدا کردن گوشت از استخوان‌ها و دنده‌ها نموده، بعد از جدا کردن گوشت از دو طرف ستون فقرات، ابتدا عضله شل و آویخته ناحیه شکمی[1] که بخش عضلانی بسیار سفت و نامناسب برای تهیه سوریمی و حاوی میزان زیادی چربی هست را برش داده و جدا نموده (جعفر پور،۱۳۹۱)، سپس پوست را از گوشت جدا و با استفاده از چرخ‌گوشت معمولی با چشمه‌هایی با قطر ۳ میلی‌متر فیله‌ها چرخ گردید.

### روش تهیه برگرهای ترکیبی

مواد موردنیاز برای تهیه برگر عبارت‌اند از: پیاز، آرد سوخاری، سویا، ادویه‌جات (فلفل سیاه و پودر سیر) و نمک. برگرهای موردنظر در این تحقیق شامل ۷۰٪ گوشت هست. درواقع در برگرهای ترکیبی تهیه‌شده سوریمی ماهی کپور معمولی جایگزین گوشت قرمز شده و درنهایت برگر ترکیبی ۷۰٪ تولید شد (طبق دستورالعمل تهیه برگر کارخانه بریون).

### طرز تهیه برگرها

در ابتدا سویای از قبل خیس شده به‌وسیله آسیاب آشپزخانه‌ای به قطعات ریزتر تبدیل شدند و همین عمل برای پیاز نیز انجام شد سپس آن‌ها را به‌صورت دستی با گوشت مخلوط کرده و آرد سوخاری و نمک و ادویه‌جات به آن اضافه شد و توسط مخلوط‌کن به‌خوبی باهم مخلوط شدند و یک خمیر یکنواخت به دست آمد. سپس نمونه در داخل پاکت زیپ لاک در یخچال گذاشته شدند. به‌منظور تهیه تیمارها، برگری که حاوی ۷۰٪ گوشت بود را به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته و ازآنجایی‌که نسبت جایگزینی گوشت ماهی فقط با گوشت قرمز بود لذا میزان گوشت قرمز را به‌عنوان ۱۰۰٪ در نظر گرفته و در تیمار جدید ۵۰٪ از آن با گوشت ماهی جایگزین گردید. لذا در این مطالعه از تیمار شاهد به‌عنوان تیمار ۱۰۰٪ و تیمار ترکیبی به‌عنوان تیمار ۵۰٪ یاد می‌شود. سپس تیمارهای تهیه‌شده را به‌طور جداگانه در سه پاکت زیپ لاک (برای روزهای ۱۵، ۳۰ و ٤٥) گذاشته و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد منجمد شده و به مدت ٤٥ روز به‌صورت منجمد نگهداری شده تا آزمون‌های موردنظر بر روی آن‌ها اعمال گردد.

### ترکیب تقریبی

پروتئین نمونه‌ها به روش کلدال، با ضریب تبدیل ٦/٢٥ محاسبه شد (AOAC ،۲۰۰۵). مقدار رطوبت توسط خشک‌کردن نمونه‌های برگر داخل آون در دمای ۱۰۰-۱۰۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت صورت

[1]-Belly flap

گرفت (AOAC، ۲۰۰۵). مقدار بازهای ازته فرار (TVB-N) با استفاده از روش پروانه (۱۳۷۷) انجام گرفت. اندازه‌گیری پراکسید (PV) و اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید بر اساس روش ناتسیبا و همکاران، (۲۰۰۵) صورت گرفته و به‌صورت میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی گزارش گردید.

**اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی**

**ارزیابی رنگ**

جهت ارزیابی رنگ در تیمارهای مختلف خمیر سوریمی، با استفاده از دستگاه سنجش رنگ مدل Cam-System XI IMG-Pardazesh (شرکت ابزار کاران فن پویای شمال-ایران) عکس‌برداری صورت گرفت. با استفاده از برنامه نرم‌افزاری اختصاصی این دستگاه میزان L*، a* و b* در ۵ نقطه از این تیمارها قرائت گردید.

فرمول شماره ٤:

$$\text{سفیدی} = 100 - [(100- L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

**اندازه‌گیری pH**

نمونه‌های تولیدی به روش رقیق کردن و هموژن کردن ۵ گرم نمونه با ٤۵ سی‌سی آب مقطر با استفاده از دستگاه pH متر کالیبره شده در pH های ٤ و ۱۰ مدل WTW 8120 weilheim با الکترود شیشه‌ای در دمای اتاق اندازه‌گیری شد (لانیر ۱۹۹۲).

**ارزیابی و سنجش بافت**

**آزمون آنالیز پروفیل بافت(TPA)**

نمونه‌های دایره‌ای شکل (قطر ۲۲ و ارتفاع ۲۰ میلی‌متر) تحت آزمون TPA توسط دستگاه CT3 با مشخصات پروب TA25/1000 و بار ۱۰ کیلوگرم قرار گرفتند. نیروی موردنیاز جهت فشرده شدن تا حدود ۵۰٪ ارتفاع اولیه آن‌ها اندازه‌گیری شد. از طریق نتایج حاصل از آزمون TPA، می‌توان سختی، به‌هم‌پیوستگی، خاصیت ارتجاعی، خاصیت صمغی و قابلیت جویدن را تعیین کرد (جعفر پور و گرسیکا ۲۰۰۹).

**آزمون نفوذ و برش نرمال**

همچنین برای انجام آزمون فشاری[2](نمونه به‌صورت خام) و آزمون برشی (نمونه سرخ‌شده) از پروب های TA7 و TA10 استفاده شد؛ که به این منظور نمونه‌ها توسط دستگاه برگر زن به شکل برگر با قطر ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۵ میلی‌متر بر روی سطح مخصوص دستگاه با میزان بارگیری ۱۰ کیلوگرم قرار گرفتند. جهت آزمایش بافت سرعت حرکت پروب قبل از آزمایش ۲ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت در زمان اعمال فشار به نمونه ۱ میلی‌متر بر ثانیه و درصد تغییر شکل ۵۰ بود. پارامترهای به‌دست‌آمده از آزمون نفوذ نیروی وارده (N) و تغییر شکل (mm) هست که از حاصل‌ضرب این دو پارامتر استحکام ژل به دست می‌آید. همچنین پارامترهای حاصله از آزمون برش قابلیت شکست (N) و تغییر شکل (mm) هست که از حاصل‌ضرب این دو نیز پارامتر نیروی برش نرمال حاصل می‌شود.

**ظرفیت نگهداری آب(WHC)[3]**

یک‌لایه از ژل سوریمی (قطر ۲۲ میلی‌متر و ضخامت ۵ میلی‌متر) را بین دو کاغذ صافی گذارده و به مدت ۵ دقیقه تحت‌فشار ثابت قرار گرفت. از پارامتر ظرفیت نگهداری آب به‌عنوان یک شاخص کیفی ژل سوریمی استفاده می‌گردد. ظرفیت نگهداری آب مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

فرمول شماره ۵:

آب تراوش شده = وزن اولیه – وزن ثانویه

ظرفیت نگهداری آب = ۱ – آب تراوش شده

**ارزیابی حسی**

به‌منظور انجام آزمون ارزیابی حسی از هر تیمار به میزان ۵۰ گرم برداشته و در دستگاه همبرگر زن قرار داده و سپس همبرگر به‌دست‌آمده را به‌طور یکسان با

[1] Texture Profile Analysis (TPA)

[2] Compression

[3] Water Holding Capacity

استفاده از دستگاه سرخ‌کن و روغن مایع مخصوص سرخ‌کردنی در دمای ۱۷۰c به مدت ۵ دقیقه سرخ گردیدند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰) و در اختیار گروه پنل قرار گرفت. آزمون حسی با استفاده از یک گروه پنل نیمه آموزش‌دیده متشکل از ۱۵ نفر انجام گردید. این افراد نظرات خود را پس از ارزیابی طعم، بو، بافت، رنگ و پذیرش کلی هر تیمار روی پرسشنامه‌هایی که از قبل بر اساس مقیاس هدونیک ( ۱۹۶۹ATSM) با اندکی تغییر تهیه‌شده بود منتقل کردند.

**تجزیه‌وتحلیل آماری**

کلیه داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار (SD) بیان گردیدند. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ با روش آنالیز واریانس دوطرفه و اختلاف بین میانگین‌ها باکمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ صورت پذیرفت. همچنین برای بررسی شاخص‌های حسی از آزمون غیر پارامتریک Friedman استفاده و تیمارها در سطح اعتماد ۹۵٪ درصد با استفاده از آزمون Wilcoxon دوبه‌دو باهم مقایسه شدند. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده گردید.

## نتایج

**رطوبت**

بر اساس داده‌های جدول ۱، درصد رطوبت اولیه دو تیمار با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشته (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که میزان رطوبت تیمارهای ۱۰۰٪ کمتر از تیمار ۵۰٪ بوده و در تمامی روزهای آزمایش بین دو تیمار ازنظر درصد رطوبت اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). باگذشت زمان میزان رطوبت در برگرهای ۱۰۰٪ و ۵۰٪ کاهش معنی‌داری را نشان داده به‌طوری‌که در تیمار ۱۰۰٪ بین روزهای ۳۰ و ۴۵ ازنظر رطوبت اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵)؛ اما در تیمار ۵۰٪، بین روز ۰ و ۱۵ و ۳۰ نگهداری، کاهش رطوبت ازلحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداده (P>۰/۰۵) درصورتی‌که در روز ۴۵ نگهداری میزان کاهش رطوبت دارای اختلاف معنی‌داری در رطوبت با سایر روزهای نگهداری داشت (P<۰/۰۵). میزان رطوبت در دوره نگه‌داری برگرهای تیمار آزمایشی به‌صورت منجمد در هر دو برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی روند صعودی معنی‌داری را از خود نشان داد. همچنین رطوبت برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز در مقایسه با برگر ۵۰٪ سوریمی در ۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کمتر بوده که این روند نیز معنی‌دار هست که دلیل آن را می‌توان به کیفیت بالاتر گوشت برگر ٪۵۰ در مقایسه با برگر ٪۱۰۰ نسبت داد که به دلیل محتوای بالاتر بخش میوفیبریلی و بخصوص غلظت بالاتر اکتومیوزین قابلیت بالاتر نگه‌داری رطوبت در داخل بافت را دارد. این امر در بخش ظرفیت نگه‌داری آب توضیح داده‌شده است.

**ظرفیت نگهداری آب**

بر اساس داده‌های جدول ۱، ظرفیت نگه‌داری آب هر دو تیمار در شروع آزمایش (روز صفر) با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته به‌طوری‌که میزان آن برای تیمار ۵۰٪ بیشتر از تیمار ۱۰۰٪ بوده (P<۰/۰۵) و باگذشت زمان تا پایان دوره ۴۵ روز نگهداری به‌صورت منجمد میزان آن کاهش یافت (P<۰/۰۵). بین دو تیمار آزمایش ازنظر ظرفیت نگه‌داری آب در روزهای نگهداری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ۱). در روز ۰ و ۱۵ در تیمار ۱۰۰٪، اختلاف معنی‌داری ازنظر ظرفیت نگه‌داری آب مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) درصورتی‌که در همین تیمار بین روز ۳۰ و ۴۵ با روز ۰ و ۱۵ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در تیمار ٪۵۰ بین روز ۰ و ۱۵ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید همچنین روز ۱۵ با ۳۰ اختلاف معنی‌داری در این تیمار نشان نداد (P>۰/۰۵). در این تیمار بین روز ۴۵ با روز ۰ و ۱۵ اختلاف معنی‌داری در ظرفیت نگهداری آب مشاهده شد (P<۰/۰۵).

ظرفیت نگهداری آب در گوشت به معنای قابلیت گوشت در نگهداری آب بوده که حتی اعمال فشار خارجی نیز قادر به خارج کردن آن از عضله نیست و از آن به‌عنوان یک خاصیت مهم کیفیت و بازدهی فرآورده نام‌برده می‌شود (جعفر پور و همکاران ۲۰۰۸). درواقع افزوده شدن سوریمی به گوشت قرمز باعث بهبود یافتن ظرفیت نگهداری آب می‌شود به‌طوری‌که ظرفیت نگهداری برگر سوریمی نسبت به برگر گوشت قرمز ۱۰۰٪ افزایش‌یافته که سبب بهتر شدن خصوصیات بافتی برگر ازنظر حسی می‌شود. علت این پدیده را می‌توان این‌گونه بیان کرد که سوریمی اضافه‌شده به‌عنوان منبعی از پروتئین‌ها متراکم میوفیبریلی هست که با توجه به غلظت بالای اکتومیوزین موجود در بافت آن قادر به تشکیل باندهای پروتئین-پروتئین با بخش پروتئینی گوشت قرمز بوده و قادر به حبس ملکول های آب در بین این شبکه پروتئینی می‌باشند. همچنین روند انجماد بروی تیمارها ازلحاظ ظرفیت نگهداری آب تأثیر معنی‌داری داشت این روند در هر دو تیمار ۱۰۰٪ گوشت و ۵۰٪ سوریمی یک‌روند کاهشی هست که می‌تواند به دلیل تغییر ماهیت پروتئین‌ها در طول انجماد و درنتیجه صدمه دیدن دیواره سلولی آن‌ها باشد که علت آن استفاده نکردن از مواد محافظت‌کننده سرمایی در سوریمی هست.

چایجان و همکاران (۲۰۰٤) دریافتند شستشو تأثیر قابل‌توجهی بر ظرفیت نگهداری آب دارد، در بررسی خصوصیات ژلی ساردین و ماکرل نیز شستشوی گوشت چرخ شده سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب گردید. گوپ کومار و همکاران در سال ۱۹۹۲ خصوصیات سوریمی حاصل از ماهیانی نظیر باراکودا، تیلاپیا و سیم سه خاره را موردبررسی قراردادند و بیان کردند شستشوی گوشت چرخ شده موجب بهبود ظرفیت نگهداری آب می‌گردد که بامطالعه فوق مطابقت دارد (گوپ کومار و همکاران ۱۹۹۲).

**جدول ۱ - تغییرات درصد رطوبت، ظرفیت نگهداری آب، pH و درصد چربی برگرهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی نگهداری شده به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز**

| پارامترهای اندازه‌گیری شده | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زمان نگهداری به‌صورت منجمد | درصد رطوبت | | ظرفیت نگهداری آب | | pH | | درصد چربی | |
| | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ |
| صفر | ۷۳/۰±۶۹/۳۰$^{Ba}$ | ۷۵/۰±۹۸/۱۱$^{Aa}$ | ۷۵/۱±٦٦/۱۵$^{Ba}$ | ۷۹/۱±٦٦/۵۲$^{Aa}$ | ۶/۰±۰۰/۰۱$^{Ac}$ | ۵/۰±۹۹/۰۱$^{Ac}$ | ۵/۰±۹۳/۰٦$^{Aa}$ | ٤/۰±۲۹/۲٦$^{Ba}$ |
| ۱۵ | ۷۳/۰±۱۲/۱۲$^{Ba}$ | ۷٤/۰±۷۹/۱۵$^{Aa}$ | ۷٤/۰±۳۳/۵۷$^{Ba}$ | ۷۹/۰±۳۳/۵۷$^{Aab}$ | ٦/۰±۰٦/۰۲$^{Ac}$ | ٦/۰±۰۲/۰۰$^{Abc}$ | ۵/۰±٦۲/۱٤$^{Ab}$ | ۳/۰±۹۹/۱۳$^{Ba}$ |
| ۳۰ | ۷۲/۰±۲۵/۱۸$^{Bb}$ | ۷٤/۰±۰۹/٦۰$^{Aab}$ | ۷۱/۱±۳۳/۵۲$^{Bb}$ | ۷۷/۱±٦٦/۰۰$^{Abc}$ | ٦/۰±۲٤/۰۷$^{Ab}$ | ٦/۰±۰۷/۰٤$^{Bb}$ | ۵/۰±۲۳/۱۱$^{Ac}$ | ۳/۰±۲۷/۱۳$^{Bb}$ |
| ۴۵ | ۷۱/۰±۱۱/۱٦$^{Bc}$ | ۷۳/۰±٦۵/۳۵$^{Abc}$ | ٦۷/۱±٦٦/۵۲$^{Bc}$ | ۷٦/۱±۰۰/۱۲$^{Ac}$ | ٦/۰±۵۲/۰۸$^{Aa}$ | ٦/۰±۱۷/۰۳$^{Ba}$ | ۵/۰±۰٤/۱۰$^{Ac}$ | ۳/۰±۱۲/۰۵$^{Bb}$ |

حروف متفاوت (a-c) در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بین زمان‌های نگهداری آزمایش هست.

حروف متفاوت (A-B) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بین تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ هست.

**pH**

بر اساس داده‌های جدول ۱، میزان pH تیمارها در روز صفر فاقد اختلاف معنی‌دار بوده اما از روز صفر نگهداری تا روز ٤۵ ام دارای روند افزایشی بوده است. در میزان pH بین روزهای ۰ و ۱۵ نگه‌داری برگرها به‌صورت منجمد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید درصورتی‌که در روز ۳۰ و ٤۵ بین دو تیمار اختلاف معنی‌داری در میزان pHمشاهده شد ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان pH در روز ٤۵ در تیمار ۱۰۰٪ مشاهده شد. ازنظر میزان pHدر این تیمار بین روز ۰ و ۱۵

نگه‌داری اختلافی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). میزان pH در تیمار ۵۰٪ در روز ٤٥ بیشترین مقدار بود و دارای اختلاف معنی‌دار با سایر روزها بود (P<۰/۰۵). بین روز ۰ و ۱۵، ۱۵ و ۳۰ در این تیمار اختلافی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) (جدول ۱).

پارامتر pH به‌تنهایی معیار خوبی برای کنترل کیفیت نیست و فقط می‌تواند به‌عنوان راهنما و ابزار کمکی جهت تعیین کیفیت ماهی استفاده شود. یافته‌های سایر محققان نشان داده که ارتباط معنی‌داری بین pH و تازگی ماهی وجود دارد (توکور و همکاران، ۲۰۰٤). این ویژگی فیزیکی می‌تواند برای ارزیابی تازگی ماهی به کار رود. با نمونه‌گیری از برگرهای نگهداری شده به‌صورت منجمد در طول دوره نگه‌داری ٤٥ روزه، میزان pH یک‌روند صعودی معنی‌دار در هر دو برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی داشته به‌طوری‌که در ابتدای دوره این میزان به ترتیب ٦ و ۵/۹۹ و در انتهای دوره به ٦/۵۲ و ٦/۱۷ رسید. افزایش pH در انتهای دوره نگهداری احتمالاً به دلیل تولید بازهای نیتروژنی فرار هست چون ترکیبات نیتروژنی در طی نگهداری ماده خام موجب افزایش pH ماده خام می‌گردد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج درویش و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

**درصد چربی**

ازنظر چربی، میزان آن درتیمارهای آزمایشی روند کاهشی در طول دوره نگهداری به‌صورت منجمد داشت. از سویی میزان چربی بین دو تیمار ۵۰ و ۱۰۰٪ در شروع آزمایش اختلاف معنی‌داری داشته و این روند در روزهای آزمایش تا روز ٤٥ مشاهده گردید (P<۰/۰۵). بین روز ۰ و ۱۵ در تیمار ۱۰۰٪ ازنظر چربی اختلاف معنی‌داری مشاهده‌شده و همچنین روز ۱۵ با روزهای ۳۰ و ٤٥ نگهداری اختلاف معنی‌داری در چربی نشان داد (P<۰/۰۵) درصورتی‌که در روز ۳۰ و ٤٥ بین دو زمان در این تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بین روز ۰ و ۱۵ در میزان چربی تیمار ۵۰٪ اختلافی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) همچنین بین روز ۳۰ و ٤٥ نیز در این تیمار اختلافی مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۱).

مقایسه چربی تیمارها نشان داد که باکم شدن سهم گوشت قرمز در تیمار برگر ٪۵۰ میزان چربی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌علاوه اضافه شدن سوریمی نیز به‌عنوان ماده‌ای گوشتی با میزان چربی بسیار پایین مزید بر علت هست. سوانیچ و همکاران در سال ۲۰۰۰ مطالعه‌ای بر روی خصوصیات کیفی گوشت چرخ شده گربه‌ماهی روگاهی انجام دادند و میزان بیشتر چربی را در گوشت چرخ شده نسبت به گوشت چرخ شده شسته شده گزارش نمود. اکسیداسیون چربی یکی از فاکتورهای مهم فساد در نگهداری ماهی و فرآورده‌های آن در حالت منجمد هست. چرخ کردن گوشت ماهی باعث افزایش اکسیداسیون که به علت اتصال اکسیژن در بافت یا شکستن و ترکیب شدن اجزای بافت هست، می‌شود (جعفر پور و همکاران، ۲۰۰۸). در این مطالعه میزان چربی در طی دوره نگهداری به‌صورت منجمد در هر دو تیمار برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی کاهش معنی‌داری از خود نشان داد. این کاهش احتمالاً به دلیل اکسیداسیون چربی و تأثیر آنزیم‌های مؤثر در فساد هیدرولیتیکی چربی و تبدیل آن به اسیدهای چرب آزاد هست (توکور و همکاران ۲۰۰٤). مطالعه‌های زیادی در رابطه با اندازه‌گیری چربی به‌عنوان شاخص کیفی فساد ماهیان انجام شد. نتایج مطالعه حاضر بامطالعه نعمتی و همکاران در سال ۱۳۸۸ بر روی نگهداری برگر ترکیبی سوریمی ماهی کپور معمولی[1] و گوشت قرمز در دمای ۱۸C- و همچنین مطالعه شعبانپور و همکاران در سال ۱۳۸٦ بر روی تغییرات کیفیت چربی سوریمی ماهی فیتوفاگ[2] به‌صورت منجمد مشابه بود.

[1] *Cyprinus carpio*
[2] *Hypophthalmichthys molitrix*

**پراکسید**

روند تغییرات میزان پراکسید در هر دو تیمار در طول دوره ٤٥ روز نگهداری به‌صورت افزایشی بود (P>۰/۰۵). در روز صفر میزان پراکسید در دو تیمار اختلافی نشان نداد (P>۰/۰۵) درصورتی‌که سایر روزهای آزمایش بین دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰٪، بین روز ۳۰ و ٤٥ اختلافی در پراکسید مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) درصورتی‌که بین این دو روز و سایر روزها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد همچنین در تمامی روزهای آزمایش ازنظر میزان پراکسید اختلاف معنی‌داری در تیمار ۵۰٪ مشاهده شد (P<۰/۰۵).

محققان بسیاری مقادیر پراکسید را به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و اولیه فساد چربی اندازه‌گیری کردند و بر اساس منابع موجود حد مجاز میزان پراکسید در فیله ماهی معادل ۱۰ میلی اوی والان در ۱۰۰۰ گرم چربی عنوان‌شده است (سوانیچ و همکاران، ۲۰۰۰). در این مطالعه میزان پراکسید در روز اول نگهداری پایین بود که این دوره اکسیداسیون کند نام داشته و تحت اثر برخی از ترکیبات سلولی است که در بافت بیولوژیک نظیر عضلات ماهی وجود دارد (هولتین و کلر، ۲۰۰۰). میزان پراکسید در طی دوره نگه‌داری تیمارها به‌صورت منجمد در هر دو تیمار افزایش معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان داد که بیشترین حد آن در روز ٤٥ هست. همچنین میزان پراکسید در روزهای ۱۵، ۳۰ و ٤٥ در برگر ۵۰٪ سوریمی به‌طور معنی‌داری کمتر از برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز هست که نشان‌دهنده اکسیداسیون بیشتر در برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز هست. این مطالعه با نتایج حاصل از تحقیق البلوشی وهمکاران در سال ۲۰۰۵ که بر روی برگر ماهی میگر[1] انجام دادند مطابقت دارد. در مطالعه معینی و بسیمی (۱۳۸٤) میزان پراکسید کتلت ماهی کپور معمولی در دمای ۱۸c- میزان پراکسید در طی دوره نگه‌داری به‌صورت منجمد افزایش یافت. همچنین در مطالعه خسروی و همکاران (۱۳۸۲) که تأثیر ضداکسیدآن‌های طبیعی را بر روی خواص فیزیکوشیمیایی بیف برگر را بررسی کردند روند مشابه روند مطالعه فوق در طی ٤ ماه برای عدد پراکسید مشاهده شد.

**تیوباربیتوریک اسید**

روند تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید در هر دو تیمار در طول دوره ٤٥ روز نگهداری به‌صورت افزایشی بود (P>۰/۰۵). بین دو تیمار آزمایش تا روز ۳۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) اما در روز ٤٥ بین دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). در هر دو تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ در تمامی روزهای آزمایش ازنظر میزان تیوباربیتوریک اسید اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵) (جدول ۲) به‌طوری‌که باگذشت زمان میزان تیوباربیتوریک اسید اندازه‌گیری شده افزایش یافت.

محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی به‌ویژه آلدئیدها با شاخص تیوباربیتوریک اسید (Thiobarbituric Acid: TBA) اندازه‌گیری می‌شود (توکور و همکاران، ۲۰۰٤) که مقدار TBA بالاتر از ۲ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم ماهی افت کیفیت آن را نشان می‌دهد. مقدار TBA اندازه‌گیری شده در روزهای مختلف برای برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی در طول دوره نگه‌داری به‌صورت منجمد افزایش معنی‌داری داشته بااین‌حال با مقدار استاندارد فاصله بسیاری داشت و این فاصله حتی در مورد بیشترین مقدار TBA اندازه‌گیری شده در هر دو برگر حفظ شد. همچنین میانگین TBA برگر ۱۰۰٪ گوشت در مقایسه با برگر ۵۰٪ سوریمی در هر دوره اندازه‌گیری بیشتر بود که علت آن می‌تواند کم بودن چربی برگر ۵۰٪ سوریمی که به‌عنوان ماده اولیه (سوبسترا) جهت اکسیداسیون در اثر فرایند شستشو به‌طور متوسط به یک‌سوم مقدار اولیه آن تقلیل می‌یابد. در مطالعه‌ای که تاشکایا و همکاران (۲۰۰۳) بر روی تغییرات کیفی فیش برگر

[1] *Argyrosomus heinii*

تهیه‌شده از ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در یخچال انجام دادند روند تغییرات TBA در طول دوره ۲۱ روزه افزایش یافت. همچنین در بررسی کیفیت غذایی فیش فینگرهای ماهی کپور در یخچال که توسط حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۰ صورت گرفت نیز یک‌روند افزایش در مقدار TBA مشاهده شد. در مطالعه خسروی و همکاران در سال ۸۲ در مورد تأثیر ضداکسیدانهای طبیعی بر روی خواص فیزیکوشیمیایی بیف برگر میزان TBA از ابتدا تا انتهای دوره افزایش معنی‌داری از خود نشان داد.

**جدول ۲- تغییرات میزان پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد و بازهای ازته فرار در برگرهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی نگهداری شده به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز**

| | پارامترهای اندازه‌گیری شده | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زمان نگهداری به‌صورت منجمد | پراکسید | | تیوباربیتوریک اسید | | اسیدهای چرب آزاد | | بازهای ازته فرار | |
| | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ |
| صفر | ۱/۰±۲٤/۰۹$^{Ac}$ | ۱/۰±۱۷/۰٦$^{Ad}$ | ۰/۰±۵۹۸/۰۰۲$^{Ad}$ | ۰/۰±٦۰٤/۰۰۷$^{Ad}$ | ۰/۰±٤٦/۰۳$^{Ac}$ | ۰/۰±٤٦/۰٤$^{Ab}$ | ۱۰/۰±۳۲/۱۵$^{Ad}$ | ۱۰/۰±۲۳/۱۱$^{Ad}$ |
| ۱۵ | ۲/۰±۰۳/۰۷$^{Ab}$ | ۱/۰±٤۹/۱۲$^{Bc}$ | ۰/۰±٦۲۳/۰۱۰$^{Ac}$ | ۰/۰±٦۱۵/۰۰۱$^{Ac}$ | ۰/۰±۵٤/۰۵$^{Ab}$ | ۰/۰±۵۰/۰۲$^{Ab}$ | ۱۲/۰±۹۵/۱٦$^{Ac}$ | ۱۱/۰±۸٦/۱۷$^{Bc}$ |
| ۳۰ | ۲/۰±۷۲/۱۸$^{Aa}$ | ۱/۰±۹۵/۰۷$^{Bb}$ | ۰/۰±٦٦٤/۰۰۹$^{Ab}$ | ۰/۰±٦۲٦/۰۰۵$^{Ab}$ | ۰/۰±۵۹/۰۰$^{Aab}$ | ۰/۰±۵۷/۰۱$^{Aa}$ | ۱٤/۰±۳۳/۳۰$^{Ab}$ | ۱۲/۰±۸۱/۲۱$^{Bb}$ |
| ۴۵ | ۲/۰±۹۲/۰٦$^{Aa}$ | ۲/۰±۲۳/۱۱$^{Ba}$ | ۰/۰±۷۰۳/۰۰۷$^{Aa}$ | ۰/۰±٦٤۷/۰۰٤$^{Ba}$ | ۰/۰±٦٤/۰۲$^{Aa}$ | ۰/۰±٦۰/۰۰$^{Ba}$ | ۱۵/۰±۱۵/۱۰$^{Aa}$ | ۱۳/۰±۷۹/۱٤$^{Ba}$ |

حروف متفاوت (a-c) در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین زمان‌های نگهداری آزمایش هست.
حروف متفاوت (A-B) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ هست.

**اسیدهای چرب آزاد**

روند تغییرات اسیدهای چرب آزاد تا حدودی مشابه با روند تغییرات چربی در تیمارهای ۱۰۰٪ و ۵۰٪ بود. تا روز ۳۰ بین دو تیمار ازنظر اسید چرب آزاد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) (جدول ۲) درصورتی‌که در روز ٤۵ بین دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). کمترین میزان اسید چرب آزاد در تیمار برگر ۱۰۰٪ در روز ۰ و بیشترین میزان آن در روز ٤۵ مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار باهم بودند (P<۰/۰۵). بین روز ۱۵ و ۳۰ در این تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تیمار برگر ۵۰٪ بین روز ۰ و ۱۵ باهم و روز ۳۰ و ٤۵ باهم اختلافی مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

اسیدهای چرب آزاد شاخص دیگر اندازه‌گیری فساد چربی هست که افزایش آن در طی مدت‌زمان‌ماندگاری نشان‌دهنده فساد هیدرولیتیکی چربی هست و ناشی از عمل آنزیم‌های هیدرولیز کننده بر روی چربی‌ها است. نتایج حاصل از بررسی اسیدهای چرب آزاد در برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز میزان آن از روز ابتدای انجماد شروع به افزایش معنی‌دار کرد درصورتی‌که در خصوص برگر ۵۰٪ سوریمی تنها در انتهای دوره افزایش معنی‌دار مشاهده شد. همچنین در روز ٤۵ بین دو تیمار ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی نیز اختلاف معنی‌دار هست که می‌توان این علت را به بالاتر بودن چربی برگر گوشت و اکسیداسیون بیشتر آن در مقایسه با برگر ۵۰٪ سوریمی نسبت داد. شعبانپور و همکاران (۱۳۸٦) میزان افزایش اسیدهای چرب آزاد سوریمی ماهی فیتوفاگ را در طی ٦ ماه معنی‌دار عنوان کردند. در مطالعه‌ای که توکور وهمکاران در سال ۲۰۰٤ انجام دادند میزان اسیدهای چرب آزاد برگرهای حاصل از تیلاپیا در طی دوره ۸ ماهه در دمای ۱۸C- افزایش معنی‌داری یافت.

**بازهای نیتروژنی فرار**

روند تغییرات میزان بازهای ازته فرار (TVB-N) در هر دو تیمار در طول دوره ٤٥ روز نگهداری به‌صورت افزایشی بود (P>۰/۰۵). در روز ۰ بین دو تیمار اختلافی مشاهده نشد ولی در سایر روزها، دو تیمار دارای اختلاف با یکدیگر بودند (P<۰/۰۵). در روزهای مختلف در هر دو تیمار ازنظر بازهای فرار نیتروژنی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ۲) و روند افزایشی این پارامتر در تیمار برگر ۱۰۰٪ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار ۵۰٪ در طول دوره ٤٥ روزه نگه‌داری به‌صورت منجمد بود (P<۰/۰۵).

میزان TVB-N اندازه‌گیری شده در انتهای دوره برای هر دو برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی افزایش یافت و به ترتیب به ۱۵/۱۵ و ۱۳/۷۹ رسید. افزایش این پارامتر در روز ۱۵، ۳۰ و ٤٥ در برگر ۱۰۰٪ گوشت به‌طور معنی‌داری از برگر ۵۰٪ سوریمی بیشتر بود که علت آن را می‌توان به فعالیت بیشتر خود هضمی آنزیم‌های درونی گوشت قرمز در مقایسه با گوشت سفید مرتبط دانست، زیرا فرآیند شستشوی چندگانه در طی مراحل تهیه سوریمی بخش اعظمی از این نوع آنزیم‌ها را حذف نموده و لذا پروتئین‌های میوفیبریلی ماهی (سوریمی) از قابلیت ماندگاری بالاتری در طول دوره نگهداری در انجماد برخوردارند. بااین‌حال با توجه به حد مجاز این پارامتر در فرآورده‌های دریایی منجمد (با محتوی TVB-N: ۱- ۲۵mgN/100g خیلی خوب، ۲- ۳۰mgN/100g خوب، ۳- ۳۵ mgN/100g قابل‌فروش، ٤- بیشتر از ۳۵ mgN/100g فاسد وغیر قابل‌استفاده) این مقدار ازلحاظ کیفیت بر اساس طبقه‌بندی TVB-N در جایگاه خیلی خوب قرار می‌گیرد. در مطالعه‌ای که توکور و همکاران در سال ۲۰۰٤ بر روی تغییر در کیفیت فیش برگرهای تولیدشده از تیلاپیا[1] در دمای ۱۸C- انجام دادند میزان TVB-N در پایان دوره ٦ ماه افزایش معنی‌داری از خود نشان داد. همچنین درویش و همکاران در سال ۲۰۱۱ در تحقیقی که بروی افزودنی‌های خوراکی بر روی کیفیت بیف برگر انجام دادند گزارش کردند که میزان TVB-N در طی دوره ۱۲ روزه ۳۵٪ افزایش داشت.

**بافت**

**سختی**

بر اساس داده‌های جدول ۳، میزان سختی بافت تیمار ۱۰۰٪ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار برگر ۵۰٪ بوده (P<۰/۰۵) و روند تغییرات پارامتر سختی تیمارهای ۱۰۰٪ و ۵۰٪ موردمطالعه در طول دوره ٤٥ روزه نگهداری به‌صورت منجمد کاهشی بوده است. میزان سختی در دو تیمار تا روز ۳۰ اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵) ولی در روز ٤٥ دو تیمار فاقد اختلاف معنی‌دار باهم بودند (P>۰/۰۵). از سویی دیگر با مقایسه بین گروهی تیمارها مشاهده گردید که در تیمار ۱۰۰٪ بین روز ۰ تا روز ۳۰ نگه‌داری ازنظر سختی بافت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵)، اما در روز ٤٥ نگه‌داری میزان سختی بافت برگر به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر روزها بود (P<۰/۰۵) و همین روند در تیمار ۵۰٪ مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

با کاهش پارامتر سختی در طول دوره نگه‌داری برگرهای آزمایشی به‌صورت منجمد، این واقعیت آشکار می‌گردد که صرف‌نظر از نوع پروتئین (چه گوشت قرمز چه سوریمی)، زمان نگه‌داری برگرها به‌صورت منجمد منجر به تغییر ماهیت پروتئین‌ها گردیده است. منظور از تغییر ماهیت می‌تواند به این صورت تعبیر گردد که پروتئین‌ها تحت تأثیر زمان نگه‌داری به‌صورت منجمد و اندازه کریستال‌های یخ تشکیل‌شده در طول این دوره می‌باشند. به عبارتی با توجه به فرآیند انجماد در دمای ۱۸C- که ازلحاظ فنی به‌عنوان انجماد کند از آن یاد می‌شود احتمال تشکیل کریستال‌های بزرگ می‌رود که نتیجه این امر صدمه زدن به دیواره سلولی پروتئین‌های میوفیبریلار بوده و نهایتاً قابلیت ایجاد پیوند توسط این

[1] O*reochromis niloticus*

پروتئین‌ها و ایجاد یک ساختار سه‌بعدی کاهش می‌یابد (پارک ۲۰۰۵).

در خصوص تأثیر افزودنی‌های مختلف به بافت برگر گوشت قرمز مطالعاتی صورت گرفته است که به‌عنوان‌مثال می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. مطالعه کفرادسو همکاران در سال ۲۰۰۸ پیرامون مخلوط کردن درصدهای مختلف جلبک دریایی به گوشت قرمز نشان داد که افزودن این ترکیب سبب افزایش سختی در ژل گوشت می‌شود. همچنین در مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۰) افزودن میکرو کریستالین سلولز به‌عنوان جایگزین چربی به برگر گوشت قرمز سبب افزایش میزان سختی شد. در مطالعه جعفر پور و همکاران (۲۰۱۲) بیشترین میزان سختی در تیمارهای حاوی درصدهای مختلف پودر سفیده تخم‌مرغ نسبت به تیمار سوریمی مشاهده شد. در مطالعه آکوتی و نیپ در سال ۲۰۱۲ افزودن گاری (نوعی فیبر هست که در آفریقا مورداستفاده قرار می‌گیرد) به برگر گوشت قرمز سبب کاهش میزان سختی در برگرهای تولیدی شد (آکوتی و نیپ ۲۰۱۲). درصورتی‌که در مطالعه حاضر، افزودن درصدهای مختلف سوریمی سبب کاهش میزان سختی نسبت به برگر گوشت قرمز شد.

**به‌هم‌پیوستگی**

بر اساس داده‌های جدول ۳ روند کاهشی پارامتر به‌هم‌پیوستگی بافت برگرها باگذشت زمان نگهداری به‌صورت منجمد همچنان ادامه داشته اما بین دو تیمار ازنظر به‌هم‌پیوستگی در روزهای آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P>0/05$). در تیمار ۱۰۰٪، در روز ۰ و ۱۵ اختلافی مشاهده نشد ($P>0/05$) ولی این دو دارای اختلاف معنی‌دار با روز ۳۰ و ٤٥ بودند ($P<0/05$). در تیمار ٪۵۰ نیز، روز ۰ و ۱۵ اختلافی نشان ندادند همچنین روز ٤٥ و ۳۰ نیز فاقد اختلاف باهم بودند ($P>0/05$) اما این دو روز با روز ۰ و ۱۵ اختلاف ازنظر میزان به‌هم‌پیوستگی نشان دادند ($P<0/05$) (جدول ۳).

به‌هم‌پیوستگی عبارت است از آزمایش نحوه پایداری یک فرآورده در برابر تغییر شکل بعد از دومین فشردگی، نسبت به رفتار آن در طول تغییر شکل اول توسط اولین فشردگی (جعفر پور،۱۳۹۱). مدت‌زمان نگه‌داری برگرها در دمای c ۱۸- بر روی خصوصیت به‌هم‌پیوستگی بافت برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز تأثیر معنی‌داری داشته به‌طوری‌که در ابتدای دوره میزان این پارامتر ۰/۳۵ بوده ولی در انتها با یک کاهش ۲۰٪ مواجه شده و به میزان ۰/۲۹ رسیده همین روند برای برگر ۵۰٪ سوریمی مشاهده شد ولی بااین‌وجود بازهم در انتهای دوره میزان عددی به‌هم‌پیوستگی برگر ۵۰٪ سوریمی بیشتر از برگر ۱۰۰٪ بوده است. زمان نگه‌داری تیمارها به‌صورت منجمد بر روی این پارامتر تأثیرگذار بوده و باگذشت زمان مقدار آن در تیمارها کم شده که علت این پدیده می‌تواند به دلیل استفاده نکردن از محافظت‌کننده‌های سرمایی در ترکیب برگرها باشد که فقدان این عوامل می‌تواند از طریق تغییرات pH و میزان هیدرولیز پروتئین‌ها از ویژگی‌های عملکردی پروتئین‌ها بکاهد (شعبانپور و همکاران،۱۳۸٦).

کفرادس و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که بیشترین میزان به‌هم‌پیوستگی در ژل گوشت شاهد مشاهده شد و با افزودن علف دریایی این میزان کاهش یافت. همچنین میزان به‌هم‌پیوستگی در مطالعه آکوتی ونیپ در سال ۲۰۱۲ با افزایش درصد گاری نیز کاهش یافت درصورتی‌که با افزودن سوریمی میزان به‌هم‌پیوستگی نسبت به برگر گوشت قرمز افزایش می‌یابد. دلیل این امر در ماهیت نوع افزودنی به بافت برگر هست که در مطالعه حاضر سوریمی اضافه‌شده ماهیت پروتئینی داشته و قابلیت تشکیل ژل به‌تنهایی و به همراه پروتئین‌های گوشت قرمز را داشته و لذا منجر به بهبود کیفیت بافت برگر در طول دوره نگه‌داری به‌صورت منجمد گردیده است.

**جدول ۳ - تغییرات پارامترهای آنالیز پروفیل بافت برگرهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی نگهداری شده به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز**

| زمان نگهداری به‌صورت منجمد | پارامترهای اندازه‌گیری شده | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | سختی (گرم) | | به‌هم‌پیوستگی | | کشسانی | | قابلیت جویدن | |
| | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ |
| صفر | ۳۸±۳٤۲۸$^{Aa}$ | ۱۸±۲۸۱۰$^{Ba}$ | ۰/۰±۳۵/۰۱$^{Aa}$ | ۰/۰±٤۰/۰۱$^{Aa}$ | ۰/۰±۷۵/۰۱$^{Aa}$ | ۰/۰±۷٦/۰۰$^{Aa}$ | ۲۸±۹۵۰$^{Aa}$ | ۲۰±۸۱۹$^{Ba}$ |
| ۱۵ | ۲۷±۳۳٦۸$^{Aab}$ | ۱۷±۲۷۱۱$^{Ba}$ | ۰/۰±۳٤/۰۱$^{Aab}$ | ۰/۰±۳۵/۰۳$^{Aab}$ | ۰/۰±۷۲/۰۳$^{Ab}$ | ۰/۰±۷۳/۰۰$^{Aab}$ | ۱۵±۸۳۱$^{Ab}$ | ۲٦±٦۷۷$^{Bab}$ |
| ۳۰ | ۳۷۸±۳۲۱٤$^{Aab}$ | ۱۵٦±۲۵۸۱$^{Ba}$ | ۰/۰±۳۱/۰۲$^{Abc}$ | ۰/۰±۳۳/۰۱$^{Ab}$ | ۰/۰±۷۰/۰۰$^{Ab}$ | ۰/۰±۷۰/۰٤$^{Ab}$ | ۸۹±۷٦٦$^{Ab}$ | ۱۵±۵۷۹$^{Bb}$ |
| ۴۵ | ۱۷۸±۲۹٦۸$^{Ac}$ | ۳٦۹±۲٤۳۲$^{Ab}$ | ۰/۰±۲۹/۰۱$^{Ac}$ | ۰/۰±۳۲/۰٤$^{Ab}$ | ۰/۰±۷۰/۰۱$^{Ab}$ | ۰/۰±۷۱/۰۲$^{Aab}$ | ۱۰±٦۰۸$^{Ac}$ | ۱٦±۵۷۵$^{Bb}$ |

حروف متفاوت (a-c) در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین زمان‌های نگهداری آزمایش هست.

حروف متفاوت (A-B) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ هست.

**کشسانی**

پارامتر کشسانی بافت برگرهای تیمارهای آزمایشی نیز دارای روندی مشابه با پارامتر به‌هم‌پیوستگی بود (جدول ۳). بین دو تیمار ازنظر کشسانی در روزهای آزمایش اختلافی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰٪، روز ۰ با سایر روزهای آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵) اما در تیمار ۵۰٪ بین روزهای مختلف نگهداری برگر به‌صورت منجمد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

خاصیت کشسانی عبارت است از آزمایش میزان برگشت‌پذیری نمونه به شکل اولیه بعد از تغییر شکل توسط اولین فشردگی (جعفرپور،۱۳۹۱). در طی دوره نگه‌داری تیمارهای آزمایشی به‌صورت منجمد خاصیت کشسانی در مورد هر دو برگر روند نزولی دارد ولی هیچ تأثیری بر روی جهندگی برگرها مشاهده نشد. خاصیت کشسانی کیفیت بافت را نشان می‌دهد بنابراین هرچه میزان عددی این پارامتر به ۱۰۰٪ یا عدد ۱ نزدیک باشد این فرآورده از کشسانی یا کیفیت بالاتری برخوردار است و بالعکس. با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده در این مطالعه میزان این پارامتر در مورد هر دو نوع برگر باگذشت زمان نگه‌داری در انجماد کاهش می‌یابد و این به‌منزله افت کیفی پروتئین‌ها هست گواه این امر روند کاهشی مشاهده‌شده در قابلیت نگهداری آب توسط بافت هست.

در مطالعه تابیلو-مونزیگا و باربوسا-کانواس (۲۰۰٤) کشسانی ژل سوریمی عدد بیشتری را نسبت به مطالعه حاضر نشان داد. همچنین در مطالعه کفرادس و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن درصد مختلف جلبک دریایی به ژل گوشت قرمز خاصیت ارتجاعی کاهش یافت. در مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۰) کشسانی با افزایش میزان میکرو کریستال سلولز کاهش یافت. همچنین در مطالعه آکوتی ونیپ در سال ۲۰۱۲ با افزایش درصد گاری کشسانی کاهش می‌یابد درصورتی‌که با افزودن درصدهای مختلف سوریمی تغییری در کشسانی در مطالعه حاضر مشاهده نشد.

**قابلیت جویدن**

قابلیت جویدن در تمامی روزهای نگه‌داری در دو تیمار اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰٪، روز ۰ با سایر روزهای آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). روز ۱۵ و ۳۰ اختلاف معنی‌داری در این تیمار نشان ندادند (P>۰/۰۵). همچنین روز ٤۵ با سایر روزها اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمار ۵۰٪، روز صفر با ۳۰ و ٤۵ اختلاف معنی‌داری نشان داد درصورتی‌که با روز ۱۵

اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). روز ۳۰ و ٤٥ و ۱۵ در این تیمار اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵) (جدول ۳).

در مورد پارامتر قابلیت جویدن در طول دوره نگه‌داری تیمارها به‌صورت منجمد یک‌روند کاهشی معنی‌داری از ابتدا تا انتهای دوره مشاهده‌شده که این میزان کاهش در مورد هر دو برگر معنی‌دار هست. می‌توان نتیجه گرفت با توجه به پایین‌تر بودن سختی برگر سوریمی در مقایسه با برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز وجود سوریمی در ترکیب برگر گوشت باعث کاهش این پارامترها خواهد گردید که دلیل احتمالی آن می‌تواند تفاوت در ماهیت پروتئین‌ها باشد یعنی اینکه ذاتاً پروتئین‌های ماهی در مقایسه با پروتئین‌های پستانداران از میزان مقاومت کمتری در برابر فشار وارده برخوردارند.

تابیلو-مونزیگا و باربوسا-کانواس (۲۰۰٤) نشان دادند که قابلیت جویدن و خاصیت صمغی در ژل سوریمی بالا هست، درصورتی‌که در مطالعه حاضر این اعداد بهبودیافته است و مقدار کمتری را نشان می‌دهد. در مطالعه کفرادس و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن جلبک دریایی به ژل گوشت قرمز میزان قابلیت جویدن افزایش یافت که این می‌تواند به علت فیبر موجود در علف دریایی باشد درصورتی‌که به علت وجود شبکه ژل پروتئینی در سوریمی قابلیت جویدن در تحقیق حاضر کاهش‌یافته است. مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند قابلیت جویدن با افزایش میزان چربی کاهش می‌یابد همچنین آکوتی ونیپ (۲۰۱۲) با افزایش درصد گاری کاهش قابلیت جویدن را گزارش کردند.

**تنش برشی**

طبق داده‌های جدول ٤ پارامتر تنش برشی برگرهای ۵۰٪ به‌طور کاملاً معنی‌داری بیشتر از تیمار ٪۱۰۰ بوده (P<۰/۰۵) و میزان این پارامتر باگذشت زمان نگهداری برگرها به‌صورت منجمد در هر دو تیمار کاهش یافت. تنش برشی بین دو تیمار در روزهای آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰٪، بین روز ۱۵ و ۳۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) اما بین سایر روزها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در تیمار ۵۰٪ بین روز ۳۰ و ٤٥ اختلاف معنی‌داری در تنش برشی مشاهده نشد (P>۰/۰۵) درصورتی‌که سایر روزها باهم اختلاف معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵) (جدول ٤).

این پارامتر از حاصل‌ضرب دو پارامتر میزان قابلیت شکست و تغییر شکل به دست می‌آید. طول درو نگه‌داری به‌صورت منجمد بر روند پارامتر تنش برشی برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز تأثیر افزایشی داشته درصورتی‌که این پارامتر برای برگر ۵۰٪ سوریمی تا روز ۳۰ افزایش و بعدازآن کاهش داشته است. همچنین میزان این پارامتر در برگر ۵۰٪ سوریمی در روزهای اندازه‌گیری به‌طور معنی‌داری از برگر گوشت قرمز بیشتر هست که با توجه به اینکه هم میزان نیرو در نقطه شکست بالاست و هم‌تغییر شکل می‌توان دریافت که برگر ۵۰٪ در سوریمی دارای بافت الاستیک تر نسبت به برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز هست. دلیل احتمالی افزایش تنش برشی در برگر ۵۰٪ سوریمی می‌تواند مربوط به نقش باندهای هیدروژنی بوده که در طول درو نگه‌داری به‌صورت منجمد تقویت‌شده و با افزایش دما تضعیف می‌گردند در این حالت چندین نیروی عمده از قبیل پیوندهای کووالانسی، فعل‌وانفعالات آب‌گریز باعث تثبیت سوریمی ماهی می‌گردند (جعفر پور،۱۳۹۱).

**استحکام بافت**

میزان استحکام بافت تیمار ۵۰٪ در شروع آزمایش به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار برگر ۱۰۰٪ بوده اما باگذشت زمان این روند معکوس گردید و تا انتهای دوره ٤٥ روز نگهداری برگرها به‌صورت منجمد میزان عددی استحکام بافت تیمار ۵۰٪ به‌طور معنی‌دار بالاتر از تیمار ۱۰۰٪ ثبت شد. استحکام بافت بین دو تیمار تا روز ۳۰ اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). درصورتی‌که در روز ٤٥ بین دو تیمار اختلافی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). استحکام بافت در روز صفر کمترین

میزان و دارای اختلاف معنی‌دار با سایر روزهای آزمایش بود (P<۰/۰۵). درصورتی‌که در سایر روزها در تیمار ۱۰۰٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تیمار ۵۰٪ کمترین استحکام در روز صفر مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار با سایر روزها بود (P<۰/۰۵). بین روز ۱۵ و ۳۰ اختلافی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) (جدول ٤).

این آزمون متشکل از دو مؤلفه میزان نیروی لازم برای نفوذ پروب به داخل بافت برگر و مسافت طی شده توسط پروب تا نقطه ایجاد سوراخ در مرکز برگر هست (جعفرپور،۱۳۹۱) (با توجه به ضخامت برگر، پروب به‌اندازه ۱ سانتیمتر در بافت برگر نفوذ کرده تا ایجاد سوراخ نماید).

نیرو در نقطه شکست: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده ترکیب برگر گوشت قرمز از سفتی بیشتر در مقایسه با برگر سوریمی برخوردار است. دلیل این امر این است که با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در پارامتر تغییر شکل در این نوع آزمون، نیروی لازم برای ایجاد شکست در بافت برگر گوشت به‌طور معنی‌داری بالاتر از برگر سوریمی است. به‌عبارت‌دیگر گوشت قرمز از خود مقاومت بیشتری در برابر سوراخ شدن توسط پروب نشان می‌دهد. لذا با افزودن درصدهای مختلف سوریمی به فرمول گوشت قرمز می‌توان این ویژگی را بهبود بخشید یا به عبارتی باعث گردید تا بافت برگر از تردی بیشتری برخوردار باشد.

در مورد برگر گوشت قرمز پارامتر نیرو از مقدار ۸۵/۳ گرم در روز صفر به ۱۲۳ و ۱۳۳/۵ گرم به ترتیب بعد از ۱۵ و ۳۰ روز نگه‌داری به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد، اما با افزایش مدت نگه‌داری تا ٤٥ روز میزان نیرو به ۱۰۷/۵ کاهش می‌یابد. همین روند در مورد برگر ۵۰٪ سوریمی نیز مشاهده شد با این تفاوت که مقادیر عددی نیرو در طول دوره نگه‌داری به‌صورت منجمد برای سوراخ کردن بافت برگر ۵۰٪ سوریمی به‌طور معنی‌داری بالاتر از برگر گوشت بود. ازآنجایی‌که در خصوص مواد پروتئینی با ماهیت حیوانی انواع مختلفی از پیوندها از قبیل باندهای هیدروژنی، پیوند یونی (پل نمکی)، پیوندهای کووالانسی دوگانه و برهم‌کنش‌های هیدروفوبیک دخالت دارند و هرکدام به‌منظور عملکرد بهینه دارای دامنه دمایی خاصی می‌باشند به‌طوری‌که باندهای هیدروژنی در طول دوره نگهداری در دماهای پایین دارای بیشترین نقش در ایجاد شبکه پروتئینی هست (لانیر، ۱۹۹۲)؛ بنابراین بالا بودن مقدار عددی پارامتر استحکام بافت برگر ترکیبی می‌تواند به دلیل شکل‌گیری بیشتر باندهای هیدروژنی در حضور پروتئین‌های ماهی در مقایسه با پروتئین گوشت قرمز باشد (جعفرپور،۱۳۹۱). شعبانپور و همکاران (۱۳۸٦) روندی خلاف روند مطالعه فوق را در مورد سوریمی ماهی کیلکا در دوره نگه‌داری به‌صورت منجمد گزارش کردند.

**رنگ**

**پارامتر $L^*$**

بر اساس داده‌های جدول ۵، در شروع دوره آزمایش میزان روشنایی تیمار ۵۰٪ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار ۱۰۰٪ بوده و باگذشت زمان نگهداری برگرها به‌صورت منجمد میزان روشنایی بافت برگرها روند افزایشی را نشان داد. میزان این پارامتر در دو تیمار در روزهای نگه‌داری تفاوت معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰٪، روز ۰ و ٤٥ با سایر روزها اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵)، بین دو روز ۱۵ و ۳۰ اختلافی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). در تیمار ۵۰٪، بین روز ۳۰ و ٤٥ اختلافی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) درصورتی‌که سایر روزها باهم اختلاف معنی‌داری در این تیمار نشان دادند (P<۰/۰۵) جدول (۵).

**جدول ۴- تغییرات تنش برشی و استحکام بافت برگرهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی نگهداری شده به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز**

| پارامترهای اندازه‌گیری شده | | | | |
|---|---|---|---|---|
| زمان نگهداری به‌صورت منجمد | تنش برشی | | استحکام بافت | |
| | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ |
| صفر | ٦±۲۰۱٤/٤٥$^{Bc}$ | ۳۸±٤۹٤٤$^{Ac}$ | ٦۰±٦٥٥$^{Ab}$ | ۸±۳۹۱$^{Bc}$ |
| ۱۵ | ۳۱۰±۳٤٤۹$^{Bb}$ | ٦٦±٥٤٤۹$^{Ab}$ | ۱٥٤±۱۰۸٦$^{Ba}$ | ۳۳±۱٥٤۱$^{Aa}$ |
| ۳۰ | ۲۰۸±۳٤۳۳$^{Bb}$ | ٥٤±٥٥۰٥$^{Aa}$ | ۱۹۷±۱۱۹۰$^{Ba}$ | ۲۰۹±۱۷۲٤$^{Aa}$ |
| ۴۵ | ۳۷۲±٤٥۱٥$^{Ba}$ | ۱۲۹±٥٤۱٥$^{Aa}$ | ٦۲±۹٦٤$^{Aa}$ | ٤۹±۹٥۹$^{Ab}$ |

حروف متفاوت (a-c) در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین زمان‌های نگهداری آزمایش هست.

حروف متفاوت (A-B) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ هست.

**جدول ۵ - تغییرات پارامترهای رنگ (روشنایی، قرمزی، زردی و سفیدی) بافت برگرهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی نگهداری شده به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز**

| پارامترهای اندازه‌گیری شده | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زمان نگهداری به‌صورت منجمد | روشنایی (L*) | | قرمزی (a*) | | زردی (b*) | | سفیدی | |
| | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ |
| صفر | ٤۰/۲±۰۰/۰۰$^{Bc}$ | ٥۱/۱±٤۰/۱٤$^{Ac}$ | ۱٥/۱±٦۰/٥۱$^{Aa}$ | ۹/۱±۸۰/۹۲$^{Ba}$ | ۲۰/۲±٦۰/٦۰$^{Ba}$ | ۲۸/۱±۲۰/۲۸$^{Aa}$ | ۳٤/۲±٦۲/۲۰$^{Bc}$ | ٤۲/۱±۹۰/۳۲$^{Ac}$ |
| ۱۵ | ٤۹/۱±۸۰/٤۸$^{Bb}$ | ٥۷/۲±٤۰/۳۰$^{Ab}$ | ۱۳/۱±٤۰/۱۸$^{Ab}$ | ۹/۱±٤۰/۱٤$^{Ba}$ | ۲۰/۰±۲۰/۸۳$^{Ba}$ | ۲۷/۱±۲۰/۹۲$^{Aab}$ | ٤٤/۱±۲۳/۷۱$^{Bb}$ | ٤۸/۱±٥۷/۸۸$^{Ab}$ |
| ۳۰ | ٤۹/۰±۸۰/۸۳$^{Bb}$ | ٦۱/۲±۸۰/۹٤$^{Aa}$ | ۱۲/۱±٤۰/٥۱$^{Ab}$ | ۹/۱±۲۰/۰۹$^{Ba}$ | ۱۹/۱±۰۰/۲۲$^{Ba}$ | ۲٥/۱±۸۰/۰۹$^{Ab}$ | ٤٤/۱±۸۸/۱۳$^{Bab}$ | ٥۲/۲±۹٥/٤۷$^{Aa}$ |
| ۴۵ | ٥۱/۰±۸۰/۸۳$^{Ba}$ | ٦۲/۳±۲۰/۲۷$^{Aa}$ | ۱۱/۱±۸۰/۳۰$^{Ab}$ | ۸/۱±۸۰/۳۰$^{Ba}$ | ۱۹/۱±۷٥/۷۷$^{Ba}$ | ۲٥/۱±٦۰/۱٤$^{Ab}$ | ٤٦/۰±۷٥/۹۰$^{Ba}$ | ٥۳/۲±٤٥/۷۳$^{Aa}$ |

حروف متفاوت (a-c) در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین زمان‌های نگهداری آزمایش هست.

حروف متفاوت (A-B) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ هست.

### پارامتر a*

پارامتر قرمزی رنگ بافت تیمارهای آزمایشی بدین‌صورت بود که میزان قرمزی بافت برگر ۱۰۰٪ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار برگر ۵۰٪ بوده (P<۰/۰۵)، اما باگذشت زمان نگهداری برگرها به‌صورت منجمد به مدت ٤۵ روز میزان پارامتر قرمزی کاهش‌یافته اما روند کاهشی آن معنی‌داری نبود. بین دو تیمار ازنظر پارامتر a در روزهای آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰٪، روز ۰ با سایر روزها اختلاف معنی‌داری نشان داد و سایر روزها باهم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. در تیمار ۵۰٪، بین روزهای آزمایش ازنظر ین پارامتر تفاوتی مشاهده نشد.

### پارامتر b*

روند تغییرات پارامتر زردی رنگ (b*) برگرها برخلاف پارامتر قرمزی بود به‌طوری‌که میزان زردی رنگ بافت برگرهای تیمار ۵۰٪ به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار برگر ۱۰۰٪ بود. بین دو تیمار در روزهای آزمایش ازنظر این پارامتر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰٪، بین روزهای آزمایش تفاوتی ازنظر پارامتر b* مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تیمار ۵۰٪، بین روز ۰ و ۱۵ اختلافی مشاهده نشد همچنین بین روز ۱۵ و ۳۰ و ٤۵ اختلاف معنی‌داری

مشاهده نشد (P>۰/۰۵). روز ۰ با روز ۳۰ و ٤٥ اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵).

**شاخص سفیدی**

میزان سفیدی در دو تیمار در تمامی روزهای نگهداری اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). میزان سفیدی بافت برگرها در تیمار ٪۵۰ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار برگر ٪۱۰۰ بوده و در طی زمان نگهداری ٤٥ روزه به‌صورت منجمد دارای روندی مشابه با پارامتر روشنایی بود. در تیمار ۱۰۰٪ میزان روشنایی در روز ۰ با سایر روزها اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). روز ۱۵ و ۳۰ باهم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. روز ۳۰ و ٤٥ نیز فاقد اختلاف معنی‌دار باهم بودند (P<۰/۰۵). در تیمار ۵۰٪، روز ۳۰ و ٤٥ اختلاف معنی‌داری باهم نشان ندادند (P>۰/۰۵)؛ اما با سایر روزها اختلاف معنی‌داری ازنظر میزان روشنایی در تیمار ۵۰٪ مشاهده شد (P<۰/۰۵).

مطالعات انجام‌گرفته در تحقیق حاضر در خصوص رنگ برگرها حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در شاخص روشنایی (پارامتر $L^*$)، قرمزی ($a^*$) و زردی ($b^*$) بین تیمارها هست بدین‌صورت که با افزودن درصد سوریمی به برگر گوشت قرمز به‌طور معنی‌داری به مقدار پارامتر $L^*$ و $b^*$ افزوده شد. همین روند در خصوص پارامتر روشنایی نیز مشاهده شد و از میزان قرمزی ($a^*$) کاسته شد. به‌طوری‌که همه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری ازلحاظ آماری از خود نشان دادند.

رنگ گوشت قرمز بستگی به وجود رنگدانه‌های میوگلوبین، هموگلوبین و سایتوکروم سی عضله دارد که میوگلوبین منبع عمده رنگ عضله هست. میوگلوبین در سوریمی طی عمل شستشو کمتر شده درنتیجه باعث سفیدی و روشنایی بیشتر می‌شود (رمضان و هدی ۲۰۱۰). مطالعه جوکار و همکاران (۱۳۹۱) بیان گردید که افزایش درصد جایگزینی آرد لوبیای جوانه‌زده در سوسیس پارامتر $L^*$ و $a^*$ تغییر معنی‌داری نشان نداد ولی پارامتر $b^*$کم شد. درصورتی‌که در مطالعه فوق با افزودن ٪۵۰ سوریمی پارامتر $L^*$ و $b^*$ افزایش یافت ولی میزان قرمزی کاهش یافت. همچنین مدت‌زمان نگه‌داری تیمارهای آزمایشی به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد بر روی پارامترهای رنگ تأثیرگذار بوده به‌طوری‌که هم در برگر ۱۰۰٪ گوشت و هم در برگر ۵۰٪ سوریمی همه پارامترهای رنگ کاهش معنی‌داری نشان داده و رنگ برگرها در پایان دوره از روشنایی بیشتری برخوردار شد. این کاهش در سوریمی می‌تواند ناشی از میوگلوبین هایی باشد که در اثر شستشو از بین نرفته و در بافت باقی ماندند و در طول درو نگه‌داری به‌صورت منجمد تغییر ماهیت دادند که این تغییر ماهیت میزان قرمزی و زردی را کم و سفیدی و روشنایی را افزایش داد به‌طوری‌که برگر ۵۰٪ سوریمی در پارامتر سفیدی یک افزایش ۲۰ درصدی را نشان داد.

نتایج حاصل از مطالعه فوق با نتایج حسب الله و همکاران (۲۰۰۹) در خصوص رنگ برگرهای گربه‌ماهی نگهداری شده در دمای ۱۸c- مطابقت دارد. درصورتی‌که با یافته‌های البلوشی و همکاران (۲۰۰۵) پیرامون ماندگاری برگر ماهی در دمای ۲۰ c- متفاوت بود. البلوشی و همکاران (۲۰۰۵) عنوان کرد که باگذشت زمان رنگ برگرها تغییری نکرد و تقریباً ثابت ماند. علت این ثبات آن است که ماهیان مورداستفاده در مطالعه البلوشی و همکاران اکثراً ماهیان سفید گوشت هستند و عضلات آن‌ها از سطوح میوگلوبین پایین‌تری برخوردارند.

**ارزیابی حسی**

**بافت:** در طی دوره نگهداری به‌صورت منجمد بافت برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز در روز ۳۰ اختلاف معنی‌داری را با روز ٤٥ نشان داد (P<۰/۰۵). در مورد برگر ۵۰٪ سوریمی هیچ اختلاف معنی‌داری بین روزهای اندازه‌گیری مشاهده نشد (P<۰/۰۵)؛ اما از روز صفرتا

روز ٤٥ اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ٦).

**بو**: تیمارهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی هیچ اختلاف معنی‌داری را در طی انجماد ازلحاظ بو نشان ندادند (P<۰/۰۵).

**رنگ**: بر اساس داده‌های ارزیابی حسی، رنگ تیمار برگر ٪۵۰ به‌طور معنی‌داری امتیاز بالاتری نسبت به تیمار برگر ٪۱۰۰ به دست آورده و این روند در طول دوره نگهداری برگرهای آزمایشی به‌صورت منجمد حفظ گردید؛ اما طی دوره انجماد هیچ اختلاف معنی‌داری در روزهای اندازه‌گیری در خصوص رنگ برای هرکدام از برگرها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). درصورتی‌که در روزهای صفر، ۱۵، ۳۰ و ٤٥ بین دو تیمار اختلاف معنی‌دار وجود دارد (P<۰/۰۵)

**مقبولیت کلی**: مطابق جدول ٦ اختلاف معنی‌داری بین روزهای آزمایش برای هر تیمار دیده نشد (P>۰/۰۵). ولی در مقایسه بین دو تیمار اختلاف معنی‌دار از روز صفرتا روز ٤٥ مشاهده گردید (P<۰/۰۵). در کل مقبولیت کلی تیمار برگر ٪۵۰ بالاتر از تیمار برگر ٪۱۰۰ برآورد گردید و این روند تا پایان دوره ٤٥ روزه نگه‌داری برگرهای آزمایشی به‌صورت منجمد ادامه یافت.

نتایج ارزیابی حسی در این مطالعه نشان داد که برتری بافت برگرهای حاصل از ۵۰٪ سوریمی به این دلیل است که ارزیابان این نوع برگر را ازنظر انسجام و مطلوبیت آن‌ها هنگام جویده شدن برتر از برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز تشخیص دادند. این نتایج می‌تواند به علت تفاوت در ماهیت ساختاری پروتئین‌های گوشت سفید ماهی در مقایسه با گوشت قرمز باشد. شستشوی گوشت ماهی در عملیات تولید سوریمی سبب ایجاد خواص ژل‌مانند و الاستیک بیشتر در بافت برگرهای حاصل از سوریمی نسبت به برگرهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز می‌شود. لذا فرآیند شستشو می‌تواند به‌طور موفقیت‌آمیزی ازهم‌گسیختگی و عدم تراکم بافت را در گوشت چرخ شده جبران نماید. شستشوی گوشت چرخ شده ماهی در عملیات تولید سوریمی منجر به حذف پروتئین‌های محلول سارکوپلاسمیک و درنتیجه تغلیظ پروتئین‌های میوفیبریل و ایجاد حالت ژل‌مانند مطلوبی در سوریمی می‌گردد (توکور و همکاران، ۲۰۰٤). همان‌طور که در آزمون پروفیل بافت انجام شد میزان سختی و قابلیت جویدن در برگرهای حاوی سوریمی عدد کمتری را نشان داد که این نتایج در راستای نتایج حاصل از ارزیابی حسی بافت هست. ازلحاظ طعم هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان ندادند که این امر نشان‌دهنده آن است به‌طورکلی شستشو می‌تواند با برطرف ساختن چربی و ترکیبات محلول در آب مانند خون، رنگ‌دانه‌ها، پروتئین‌ها و نمک‌ها میزان بو و مزه ناخواسته ماهی را کاهش دهد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار در صفت بو برگرها موردمطالعه در این آزمایش می‌تواند به علت وجود مواد معطر (پودر سیر، پیاز و فلفل سیاه) در ترکیب برگرهای آزمایشی باشد و نیز می‌تواند به‌این‌علت باشد که برگرهای حاصل از سوریمی بوی ماهی نداشته و فرآیند شستشو تا حد زیادی موفق به حذف ترکیبات بودار از گوشت ماهی شده است.

در طی دوره نگه‌داری برگرهای آزمایشی به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد هیچ تغییر معنی‌داری در مورد طعم، بو و رنگ برگرها مشاهده نشد ولی ازلحاظ بافت برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز تا روز ۳۰ تغییر معنی‌داری مشاهده نشد اما در روز ٤٥ ازنظر اعضای پانل مقداری از کیفیت بافت کم شده و امتیاز کمتری به این برگر داده شد. درصورتی‌که بافت برگر ۵۰٪ سوریمی هیچ تفاوت معنی‌داری در روزهای اندازه‌گیری نشان نداد. در خصوص مقبولیت کلی در مورد هر دو تیمار هیچ اختلاف معنی‌داری بین روزهای نگه‌داری به‌صورت منجمد مشاهده نشد. ضمناً برتری برگر ۵۰٪ سوریمی در خصوص پارامترهای رنگ، بافت

و مقبولیت کلی همچنان تا روز ٤٥ نسبت به برگر گوشت قرمز باقی ماند.

**جدول ۶- تغییرات ارزیابی حسی برگرهای ۱۰۰٪ گوشت قرمز و ۵۰٪ سوریمی نگهداری شده در حالت انجماد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز**

| پارامترهای اندازه‌گیری شده | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مدت‌زمان نگهداری در انجماد | بافت | | بو | | رنگ | | مقبولیت کلی | |
| | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ | ٪۱۰۰ | ٪۵۰ |
| صفر | ٤/۱±۷۳/٦٦ $^{Ba}$ | ۵/۹۳±۱/۰۳ $^{Aa}$ | ۵/۱±۰۰/۸۵ | ۵/۱±۰۰/۰۳ | ٤/۱±۳۳/۲۳ $^{Ba}$ | ٦/۱±۲۰/۰۳ $^{Aa}$ | ٤/۱±۰٦/۲۳ $^{Ba}$ | ۵/۱±۸۰/۰۱ $^{Aa}$ |
| ۱۵ | ٤/۱±۸٦/۵۹ $^{Ba}$ | ٦/۱±۰٦/۲۷ $^{Aa}$ | ۵/۹۳±۱/٤٦ | ۵/۸۰±۱/۵٤ | ۵/۱±۰۰/۳۰ $^{Ba}$ | ٦/۰±٤٦/۹۱ $^{Aa}$ | ٤/۱±۳۳/۳۰ $^{Ba}$ | ۵/۰±۹٦/۹۷ $^{Aa}$ |
| ۳۰ | ٤/۱±٦۰/۵٤ $^{Ba}$ | ۵/۱±۸۰/۲٦ $^{Aa}$ | ۵/٦٦±۱/۲۳ | ۵/۱±٤۰/۱۲ | ٤/۱±۷۳/٦٦ $^{Ba}$ | ٦/۰±۳۳/۹۷ $^{Aa}$ | ٤/۰±۰۰/۹۷ $^{Ba}$ | ۵/۰±٤۰/۹۱ $^{Aa}$ |
| ۴۵ | ۳/۰±٦٦/۹۷ $^{Bb}$ | ۵/۱±۹۳/۰۳ $^{Aa}$ | ۵/۱±٦٤/۰٦ | ۵/۳۳±۱/۰۱ | ٤/۱±۹۳/۰۳ $^{Ba}$ | ٦/۱±۲۰/۰۳ $^{Aa}$ | ٤/۱±٤۰/٤۵ $^{Ba}$ | ۵/۱±٦٦/۰۳ $^{Aa}$ |

حروف متفاوت (a-c) در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بین زمان‌های نگهداری آزمایش هست.
حروف متفاوت (A-B) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بین تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ هست.

در مطالعه محمودزاده و همکاران (۲۰۱۰) برگر ماهی کیجار[1] به مدت ٦ ماه به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شده و بر اساس نتایج آن‌ها، پارامترهای رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی در ماه دوم در مقایسه بازمان صفر امتیاز کمتری کسب نموده و اختلاف معنی‌داری ازلحاظ آماری نشان داد. این اختلاف معنی‌دار در برخی پارامترها مانند بافت در ماه اول نیز مشاهده شد. ولی در مطالعه حاضر تا روز ٤٥ هیچ تفاوت معنی‌داری در پارامترهای ذکرشده در برگر ۵۰٪ سوریمی مشاهده نشد. همچنین در مطالعه تاشکایا و همکاران (۲۰۰۳) پارامترهای طعم، بو، رنگ، بافت و مقبولیت کلی برگر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۲۱ در یخچال تفاوت معنی‌داری را بازمان صفر نشان داد و مدت نگه‌داری در یخچال را ۲۱ روز برآورد کردند. نعمتی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۸ عنوان کردند که کیفیت برگرهای ترکیبی از سوریمی کپور معمولی و گوشت قرمز تا روز پنجم از کیفیت عالی برخوردارند و از روز پنجم تا هشتم کیفیت به حد قابل‌قبول کاهش یافت. در مطالعه توکور و همکاران (۲۰۰٤) هیچ تفاوت معنی‌داری در برگرهای تهیه‌شده از ماهی تیلاپیا در پارامترهای رنگ، بو، طعم، بافت و مقبولیت کلی مشاهده نشد که با نتایج مطالعه فوق مطابقت دارد.

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از این است که ازلحاظ اکسیداسیون چربی و بازهای نیتروژنی فرار، برگر ۵۰٪ سوریمی از مقادیر کمتری در مقایسه با برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز برخوردار بوده و تا روز ٤٥ نگه‌داری به‌صورت منجمد کیفیت خود را حفظ کرد. همچنین در برگرهای حاوی سوریمی سختی و قابلیت جویدن در مقایسه با برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز بهبود یافت. برگر ۵۰٪ سوریمی در مقایسه با برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز ازلحاظ خصوصیات بافتی دارای برتری نسبی در طول دوره نگه‌داری به‌صورت منجمد هست و آنالیز حسی نیز در طی این دوره بیانگر این است که برگر ۵۰٪ سوریمی تا پایان ٤٥ روز از کیفیت خوب تا عالی برخوردار است. همچنین ارزیابی حسی در این تحقیق

[1] *Saurida undosquamis*

ثابت کرد برگرهای ترکیبی حاوی ۵۰٪ سوریمی از مقبولیت کلی بیشتری در مقایسه با برگر ۱۰۰٪ گوشت قرمز برخوردارند. بر اساس نتایج این تحقیق، برگر ترکیبی ۵۰٪ سوریمی دارای قابلیت نگه‌داری در دمای ۱۸C- به مدت بیش از ٤٥ روز هست.

**منابع مورد استفاده**


جعفر پور ع،۱۳۹۱، سوریمی و ویژگی‌های فیزیکی شبکه ژل آن. انتشارات آوای مسیح: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، چاپ اول،۲۷۲.

جوکار الف، هاشمی نصب الف، قناعت زاده ل، حسینی م، فرحناکی ع، ۱۳۹۱، استفاده از آدر لوبیاچیتی جوانه‌زده به‌جای آرد گندم در تولید سوسیس آلمانی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره ۷، شماره ۱، ۱۱۸-۱۱۱.

حسینی ف، میلانی الف، بلوریان ش، ۱۳۹۰، تأثیر میکروکریستالین سلولز به‌عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافت و حسی همبرگر کم‌چرب. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، دوره ۲۱، شماره ۳، ۳۷۸-۳۷۲.

خسروی الف، کبیر غ، دخانی ش، ۱۳۸۳، تأثیر ضداکسیدانهای طبیعی بر روی خواص فیزیکوشیمیائی بیف برگر. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۳۵، شماره٤، ۱۰۲٦-۱۰۳۱.

شعبانپور ب، اصغرزاده کانی، حسینی ه، عباسی، م، ۱۳۸٦، تغییرات کیفیت چربی سوریمی ماهی فیتوفاگ ( *Hypophthalmichtys molitrix*) در زمان نگهداری به‌صورت منجمد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ٦، شماره ٤-۳، ۱-۸.

معینی س، بسیمی ب، ۱۳۸۲، تهیه کتلت ماهی کپور و تعیین زمان‌ماندگاری آن در سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد. مجله علمی شیلات ایران، دوره سیزدهم، شماره ۱، ۱٦۳-۱۷۰.

نعمتی م، شعبانپور ب، شعبانی ع، قلیزاده م، ۱۳۸۸، مطالعه تغییرات کیفیت چربی و خصوصیات حسی برگرهای تولیدشده از مخلوط سوریمی ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio* و گوشت قرمز در طی نگهداری در یخچال. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، شماره ۱، ۱۰۵.

پروانه و، ۱۳۷۷، کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۵.

Al-bulushi I, Kasapis S, Al-oufi H, and Al-mamari S, 2005. Evaluating the Quality and Storage Stability of Fish Burgers during Frozen Storage. Fisheries Science 71: 648-654.

AOAC 2005. Official Methods of Analysis, Association of Analytical Chemists, Washington, DC. USA.

ASTM, 1969. Manual on Sensory Testing Methods, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, Faustman C, 2004. Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. Food Research International 37: 1021–1030.

Chaijan M. and Benjakul S, 2006. Physiochemical properites, gel-forming ability and myoglobin content of sardin (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) surimi produced by conventional and alkaline solubilisation process. Journal of European Food Research and Technology 222: 58-63.

Cofrades A, Lopez-Lopez I, Solas MT, Bravo L. and Jime´nez-Colmenero F, 2008. Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. Meat Science 79: 767-776.

Darwish AM, Ibrahim AM, Ataala OA and Abdelsalam AA, 2011. Effect of Some Nutritional Additives on the Quality and Formulation Cost of Beef Burger. World Journal of Dairy & Food Sciences 6 (2): 180-188.

Elyasi A, Zakipour Rahim Abadi E, Sahari MA and Zare P, 2010. Chemical and microbial changes of fish fingers made from mince and surimi of common Carp(*Cyprinus carpio* L. 1758). International Food Research Journal 17: 915-920

Gopkumar.K. Muraleedharan.V. and Bhattacharyya, S.K. 1992. Preparation and properties of surimi from tropical fish. Food Control 3(2): 109-112.

HassabAlla AZ, Mohamed GF, Ibrahim HM and Abdelmageed, 2009. Frozen cooked Catfish burger: Effect of different cooking methods and storage on its quality... Global Veterinarian. 3: 216-226.

Iranian Fisheries Organization Statistical Year Book, 2010. Fisheries Statistics of Iran.

Jafarpour A and Gorczyca EM, 2009. Rheological characteristics and microstructure of Common Carp (Cyprinus carpio) surimi and kamaboko gel. Food Biophysics 4: 172-179.

Jafarpour A, Sherkat F, Leonard B and Gorczyca EM, 2008. Colour Improvement of Common carp (*Cyprinus carpio*) fillets by hydrogen peroxide for making surimi. International Journal of Food Science and Technology 43: 1602-1609.

Jafarpour A, Hajiduon HA and Rezaie M, 2012. A Comparative Study on Effect of Egg White, Soy Protein Isolate and Potato Starch on Functional Properties of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Surimi Gel. Food Processing and Technology 3(11), online publishing journal.

Lanier TC, 1992. Surimi Technology. Lanier, T.C. and Lee, C.M. (eds), pp. 123-163, Marcel Dekker, INC, New York.

Mahmoudzadeh M, Motallebi AA. Hosseini H, Haratian P, Ahmadi H, Mohammadi M and Khaksar R, 2010. Quality assessment of fish burgers from deep flounder (*Pseudorhombus elevatus*) and brushtooth lizardfish (*Saurida undosquamis*) during storage at -18ºC. Iranian Journal of Fisheries Sciences 9(1): 111-126.

Natseba A, Lwalinda I, Kakura E, Muyanja CK and Muyonga JH, 2005. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*). Food Research International 38: 469-474.

Park JW, (ed) 2005. Surimi and Surimi Seafoods, Marcel Dekker, Inc. New York.

Ramadhan K, and Huda N, 2010. Physico-chemical characteristics of surimi gels made from washed mechanically deboned Pekin duck (*Anasplatyrhinchos domesticus*) meat. Asian journal of food and agro-industry 4(2): 114-121

Suvanich V, Jahncke ML and Marshall DL, 2000. Changes in Selected Chemical Quality Charactristic of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage. Food Chemistry and Toxicology 65: 24-29.

Taşkaya L, Çaklı Ş, Kışla D and Kılınç B, 2003. Quality Changes of Fish Burger from Rainbow Trout during Refrigerated Storage. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 20: 147-154.

Tabilo-Munizaga G and Barbosa-Canovas GV, 2004. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels affected by potato starch and egg white. Journal of Food Research International 37: 767-775.

Tokur B, Polat A, Beklevik G and Ozkutuk ST, 2004. The quality changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) burger during frozen storage. European Food Research and Technology 218: 420-423.

# Biochemical, textural properties and sensory evaluation of incorporated red meat and Common carp surimi burger during frozen storage at -18°C

**S A Jafarpour[1*] and M Shokri[2]**

Received: January 20, 2015 Accepted: May 11, 2016
[1]Associate Professor, Fisheries Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University-Iran
[2]MSc Student, Fisheries Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University-Iran
[*]Corresponding author: Email: a.jafarpour@sanru.ac.ir

## Abstract
In this study, biochemical quality changes such as moisture, protein, fat content and oxidative indices and biophysical properties such as texture profile analysis (TPA), and color parameters (*L*a*b**) of incorporated red meat and common carp (*Cyprinus carpio*) surimi burger (50%) along with sensory characteristics during 45 days of frozen storage at -18ºC were evaluated and compared to 100% red meat burger as control. According to results, for 50% treatment, at the initial stage of frozen storage (day 0), biochemical indices such as peroxide value (PV), thiobarbituric acid (TBA), free fatty acid (FFA) and total volatile nitrogen bases (TVN) were recorded at 4.29, 1.117, 0.604 and 10.23 respectively, whereas reached to 3.12, 0.6, 2.23, 0.647 and 13.79 after 45 days of frozen storage at -18ºC. Texture profile analyses showed that hardness of 50% treatment did not reduce significantly ($P>0.05$) whereas it did for the control. On the other hand, cohesiveness, elasticity and chewiness of both treatments reduced during 45 days of frozen storage ($P<0.05$). Whereas, firmness and shear stress of both burgers increased during frozen storage ($P<0.05$)). Color results revealed that redness and yellowness parameters of 50% treatment became lower whereas whiteness increased during frozen storage ($P<0.05$)). Based on the sensory evaluation results, even though, flavor and smell of 50% and control treatments did not change significantly even after 45 days of frozen storage, however, the texture of control burger scored lower value compared to incorporated burger with 50% common carp surimi ($P<0.05$).

**Keywords**: Incorporated burger, Surimi, Texture Profile Analyses, Biochemical Properties, Sensory Evaluation, Frozen Storage