

ویژگی‌های شیمیایی، بیوفیزیکی و حسی برگرهای ترکیبی گوشت قرمز گوساله و سوریمی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

- ❖ سیدعلی جعفرپور*: استادیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
- ❖ مونا شکری: کارشناس ارشد، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
- ❖ بهرام شهراه: استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

چکیده

در این مطالعه ویژگی‌های کیفی برگرهای ترکیبی گوشت قرمز گوساله و سوریمی ماهی کپور معمولی با درصدهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی با برگر ۱۰۰ درصد گوشت قرمز به‌منزله شاهد بررسی شدند و بدین منظور ترکیب تقریبی، بافت، پارامترهای رنگ، ظرفیت نگهداری آب و ارزیابی حسی سنجش شدند. میزان خاکستر، پروتئین و چربی برگرها نشان داد که برگرهای حاوی درصدهای مختلف سوریمی دارای میزان کمتری از پارامترهای ذکر شده در مقایسه با تیمار شاهد بودند ($P < 0/05$)، در حالی که رطوبت این برگرها نسبت به شاهد بیشتر بود ($P < 0/05$). همچنین با افزودن سوریمی به برگر میزان ظرفیت نگهداری آب افزایش یافت ($P < 0/05$). در خصوص رنگ برگرها تیمار شاهد دارای کمترین میزان سفیدی نسبت به برگر حاوی سوریمی بود و اضافه‌شدن سوریمی باعث افزایش پارامتر روشنایی یا L^* و زردی یا b^* و کاهش پارامتر قرمزی یا a^* شد ($P < 0/05$). نتایج آنالیز بافت نشان داد که اضافه‌کردن سوریمی به برگر باعث کاهش در پارامترهای سختی، قابلیت جویدن، خاصیت صمغی و استحکام بافت برگرهای ترکیبی می‌شود به طوری که تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی با تیمار شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P < 0/05$)، ولی از لحاظ پارامتر برش نرمال بیشترین مقادیر متعلق به تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد است که با تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی و شاهد اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0/05$). نتایج ارزیابی حسی نشان داد بافت و رنگ برگرهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی بیشترین امتیاز را به خود اختصاص دادند ($P < 0/05$)، ولی از لحاظ طعم و بو تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند ($P > 0/05$). نتیجه این‌که سوریمی ماهی کپور معمولی قابلیت مناسبی برای جایگزینی در ترکیب برگر گوشت گوساله دارد.

واژگان کلیدی: آنالیز حسی، بافت، برگر ترکیبی، سوریمی، ماهی کپور معمولی.

۱. مقدمه

۱۳۸۳). مصرف سالانه ماهی در ایران حدود ۷/۷ کیلوگرم است که این مقدار پایین تر از متوسط مصرف جهانی است. بر اساس گزارش های سازمان خواربار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۰ متوسط سرانه مصرف آبزیان در دنیا حدود ۲۵ کیلوگرم است. محصولات غذایی دریایی نظیر فیش فینگر، سوسیس و برگر ماهی می توانند گستره ای از غذای سالم را به منظور افزایش میزان مصرف ماهی فراهم کنند (Elyasi et al., 2010).

برگر ماهی از جمله فرآورده هایی است که در کشورهای مختلف جهان با دستور کار تقریباً مشابهی تهیه و در بازار مصرف به فروش می رسد. این محصول معمولاً به منزله غذای آماده مصرف می شود (HassabAlla et al., 2009)، اما با وجود این بنا به دلایل خاصی تولید برگر از گوشت ماهی با استقبال قابل توجهی از سوی بازار و مصرف کننده روبه رو نشده است. بنابراین پیشنهاد می شود به جای استفاده از گوشت چرخ شده ماهی در فرمولاسیون این گونه فرآورده ها از سوریمی استفاده شود که عوامل ایجاد تغییر طعم و بوی آن در قالب پروتئین های محلول در آب یا پروتئین های سارکوپلاسمی به دلیل سیکل های سه گانه شست و شو تقریباً به طور کامل حذف شده است (Jafarpour and Gorczyca, 2008).

بوی ملایم و رنگ روشن گوشت ماهیان سفیدگوشت به همراه خاصیت تولید ژل الاستیک به هنگام اختلاط با نمک از مهم ترین مشخصه های سوریمی مرغوب است (Lanier, 1992)، اما برداشت بی رویه از ذخایر ماهیان سفیدگوشت تهیه آن را محدود کرده است. بنابراین از منابع ماهیان پرورشی آب شیرین، که بخش مهمی از آبزیان را به خود

در سال های اخیر با پیشرفت زندگی شهری، ازدیاد رستوران ها و سلف سرویس ها و اشتغال بیشتر زنان در اجتماع در واقع تهیه و طبخ غذا در خانه کاهش یافته و توجه بیشتر مردم به استفاده از غذاهای آماده و نیمه آماده افزایش داشته است (Taskaya et al., 2003). گوشت قرمز علاوه بر فواید زیادش مضراتی هم دارد. مصرف گوشت قرمز خطر ابتلا به سرطان روده بزرگ را افزایش می دهد. دلیل اصلی ابتلای این افراد به سرطان روده بزرگ ترکیب هم است. هم جزء اصلی هموگلوبین و هموگلوبین هم جزء اصلی گلبول قرمز خون است. ملکول هم که در گوشت قرمز دو برابر ماهی است به سلول های پوششی روده بزرگ آسیب می رساند و باعث رشد غیرطبیعی و سرطانی آن ها می شود. از دیگر بیماری ها می توان بیماری نقرس را نام برد که با مصرف گوشت قرمز بروز می کند یا تشدید می شود. در این بیماری اسید اوریک خون بالا می رود و رسوب کریستال های اسید اوریک در مفاصل سبب درد شدید مفاصل می شود. اسید اوریک بر اثر تجزیه پروتئین ها به وجود می آید که گوشت قرمز از منابع غنی آن است (Khosravi et al., 1383).

بدیهی است فرآورده های گوشتی به ویژه محصولات به دست آمده از گوشت چرخ شده مانند برگرها در این میان اهمیت خاصی دارد. به دلیل استفاده از انواع متنوع مواد حیوانی و پروتئین (گوشت، کازئین، شیرخشک، روغن، پروتئین، سویا، گلوتن، تخم مرغ و ...) در این محصولات برگرها یکی از کامل ترین غذاها به شمار می روند (Maghsoudi,

کپور بررسی شد. خسروی و همکاران در سال ۱۳۸۳ تأثیر آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در خواص فیزیکوشیمیایی بیف‌برگر را بررسی کردند. در این پژوهش تأثیر آنتی‌اکسیدانی آلفاتوکوفرول، خردل و زرماری در نمونه‌های بیف‌برگر بررسی شد (Khosravi et al., 1383). در مطالعه‌ای که نعمتی و همکاران در سال ۱۳۸۸ درباره تغییرات کیفی چربی برگ‌های تولیدی از سوریمی ماهی کپور معمولی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان پراکسید، تیوباربتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد برگ‌های تولیدی در انتهای دوره نگهداری افزایش یافتند. نتایج ارزیابی حسی برگ‌ها نشان داد که نمونه‌ها تا روز پنجم از کیفیت عالی تا خوب برخوردار بودند (Nemati et al., 1388). در سال ۱۳۸۹ تنگستانی و عزیزاده مطالعه‌ای درباره خواص ارگانولپتیک فیش فینگر تولیدشده از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور نقره‌ای انجام دادند و اعلام کردند که فیش فینگر تهیه شده از سوریمی مقبولیت بالاتری نسبت به همتای خود، که از گوشت چرخ شده تهیه شده است، داراست (Tangestani and Alizadeh, 1389). در سال ۱۳۹۰، حسنی و همکاران مطالعه‌ای درباره فیش فینگر تهیه شده از سوریمی ماهی کپور معمولی انجام دادند و بر اساس نتایج ارزیابی حسی مدت زمان ماندگاری آن را در دمای یخچال مدت شش روز اعلام کردند (Hasani et al., 1390).

کپور معمولی یک ماهی شاخص پرورشی در سیستم‌های کشت توأم^۱ در ایران است. تولید کل کپور معمولی در ایران بیش از بیست هزار تن در سال ۲۰۱۰ بوده است (FisheriesStatistical of Iran,)

اختصاص داده‌اند، می‌توان به منزله جانشین در تولید سوریمی بهره برد.

در مطالعه‌ای که Tokure et al. در سال ۲۰۰۴ درباره تغییرات کیفی برگر تهیه شده از تیلایا در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ماه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار تیوباربتوریک اسید در ماه هفتم نگهداری مشاهده شد، مقدار پراکسید تا ماه ششم افزایش یافت و بعد آن در مقدار معینی ثابت ماند. Al- Bulushi et al. در سال ۲۰۰۵ در بررسی کیفیت و ثبات نگهداری برگر ماهی به صورت منجمد در ۲۰- درجه سانتی‌گراد به این نتیجه رسیدند که کل باکتری‌های هوازی طی دوره نگهداری کاهش یافت. Bochi et al. در سال ۲۰۰۸ استفاده از ضایعات فیله گربه ماهی نقره‌ای (*Rhamdia quelen*) در فرمولاسیون برگر ماهی را ارزیابی کردند و دریافتند ضایعات فیله می‌تواند جانشین بالای ۵۰ درصد فیله ماهی شود بدون آن‌که تغییری در مقبولیت حسی و بهبود ارزش غذایی و خصوصیات پخت آن ایجاد کند. Elyasi et al. در سال ۲۰۱۰ تغییرات میکروبیولوژیکی و شیمیایی فیش فینگرهای ساخته شده از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور را بررسی کردند و در نهایت نمره کلی ارزیابی حسی فیش فینگرهای تهیه شده از سوریمی از فیش فینگرهای تهیه شده از گوشت چرخ شده بالاتر بود.

مطالعات در این زمینه در ایران از گستردگی بالایی برخوردار نیست. معینی و بسیمی در سال ۱۳۸۲ تهیه کتلت ماهی کپور معمولی و تعیین زمان ماندگاری آن را در سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد بررسی کردند (Moeini and Basimi, 1382). در این تحقیق چهار فرمول برای تولید کتلت از گوشت ماهی

امعا و احشا و شست و شو با آب سرد انجام شد و ماهی‌ها به صورت دستی فیله و پوست‌گیری شدند. فیله‌های تهیه‌شده در ادامه با چرخ‌گوشت معمولی مجهز به دیسک با چشمه‌هایی با قطر ۳ میلی‌متر چرخ شدند (Jafarpour, 1391).

۲.۲. روش تهیه ژل سوریمی

به منظور تهیه ژل سوریمی، گوشت چرخ‌شده و شسته‌شده با دستگاه مخلوط‌کن به مدت یک دقیقه مخلوط شد. سپس، مقدار ۳ درصد نمک طعام (w/w) به آن اضافه شد و مجدداً عمل مخلوط‌کردن به مدت دو دقیقه ادامه یافت تا ضمن مخلوط شدن نمک با گوشت، عمل حل‌شدن پروتئین‌های میوفیبریل نیز صورت گیرد و ژلی با سطح لعابی و براق به دست آید. رطوبت ژل سوریمی به دست آمده در این مطالعه معادل ۸۰ درصد بود.

۲.۳. روش تهیه برگ‌های ترکیبی

مواد مورد نیاز برای تهیه برگ عبارت بودند از: پیاز، آرد سوخاری، سویا، ادویه‌ها (فلفل سیاه و پودر سیر) و نمک (Guntz and Hautzinger, 2007). سپس، برگ‌هایی به وزن ۵۰ گرم، قطر ۱۰ سانتی‌متر و ضخامت ۵ میلی‌متری تولید شدند. فرمول اجزای تشکیل‌دهنده برگ‌های شاهد و ترکیبی در جدول ۱ آورده شده است. نوع برگ انتخاب شده به منزله شاهد در این مطالعه دارای ۷۰ درصد گوشت قرمز بود که به منظور تولید برگ ترکیبی سوریمی جانشین درصدی از گوشت قرمز شد و تیمارهایی با درصدهای مختلف سوریمی به صورت زیر تهیه شدند:

گوشت این ماهی به علت رفتار تغذیه‌ای خاصش (تغذیه از موجودات کفزی موجود در لجن کف استخر) دارای بوی نامطبوعی است که سبب فروش با قیمت کمتر آن می‌شود (Elyasi et al., 2010). برخی از روش‌های بالابردن ارزش افزوده کپور استفاده از گوشت چرخ‌شده آن برای تولید سوریمی و محصولات بر پایه سوریمی، سوسیس و محصولات تخمیری است (Venugopal and Shahidi, 1995).

این پژوهش به منظور مطالعه ویژگی‌های کیفی برگ‌های ترکیبی سوریمی ماهی کپور معمولی در سطوح مختلف و گوشت قرمز انجام شد و برگ‌ها را از لحاظ استحکام بافت، سختی، قابلیت جویدن، به هم پیوستگی بافت و سایر خصوصیات بافتی بررسی کرد. اطلاعات به دست آمده از این مطالعه علاوه بر برخورداری از مبنای پژوهشی می‌تواند مورد استفاده مدیران خط تولید کارخانه‌های تولید فرآورده‌های گوشتی قرار گیرد تا با تولید فرآورده‌های ترکیبی گوشت ماهی و گوشت قرمز مصرف سرانه ماهی در کشور را افزایش دهند.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. مواد مصرفی و مکان انجام پروژه

۱۰ عدد ماهی کپور معمولی به وزن تقریبی 50.0 ± 3.5 گرم و اندازه 20 ± 3 cm از بازار ماهی‌فروشان ساری و یک کیلوگرم گوشت چرخ‌شده قلوه‌گاه با ۲۰ درصد چربی خریداری و در یخ به نسبت ۱:۱ بسته‌بندی شد سپس، به آزمایشگاه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد. پس از انتقال ماهی به آزمایشگاه، سر و دم زنی و تخلیه

- تیمارها شامل:
۱. ۱۰۰ درصد گوشت قرمز (شاهد)
۲. ۱۰۰ درصد سوریمی
۳. ۲۵ درصد سوریمی و ۷۵ درصد گوشت قرمز
۴. ۵۰ درصد سوریمی و ۵۰ درصد گوشت قرمز
۵. ۷۵ درصد سوریمی و ۲۵ درصد گوشت قرمز

جدول ۱. فرمولاسیون و اجزای تشکیل‌دهنده برگ‌ترکیبی گوشت قرمز و سوریمی ماهی کپور معمولی در درصدهای مختلف

نوع ترکیبات	۱۰۰ درصد گوشت قرمز	۲۵ درصد سوریمی	۵۰ درصد سوریمی	۷۵ درصد سوریمی	۱۰۰ درصد سوریمی
گوشت قرمز	۷۰	۵۲/۵	۳۵	۱۷/۵	-
سوریمی	-	۱۷/۵	۳۵	۵۲/۵	۷۰
سویا	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
آرد سوخاری	۴	۴	۴	۴	۴
پیاز	۹	۹	۹	۹	۹
نمک	۳	۳	۳	۳	۳
ادویه‌جات (پودر سیر، فلفل سیاه)	۲	۲	۲	۲	۲

۲.۴. طرز تهیه برگ‌ها

در ابتدا سویا به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده سپس به وسیله چرخ گوشت به قطعات ریزتر تبدیل شد. بعد از اضافه کردن پیاز رنده شده، گوشت نیز به مخلوط اضافه شد و به همراه آرد سوخاری و نمک و ادویه‌ها به خوبی با هم مخلوط شدند و خمیر یکنواختی به دست آمد. سپس، با استفاده از دستگاه برگ‌زن قالبی مقدار تقریبی ۵۰ گرم نمونه به فرم برگ در ابعادی به قطر ۱۰ سانتی متر و ضخامت ۵ میلی متر قالب گیری شد. نمونه در داخل پاکت زیپ لاک در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شد. به منظور پخت برگ‌ها از روش معمول سرخ کردن در روغن سرخ‌کردنی آفتاب‌گردان در دمای ۱۷۰ درجه سانتی گراد و شعله ملایم به مدت ۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه برای هر طرف برگ استفاده شد.

۲.۵. آنالیز تقریبی (ترکیبات درشت مغذی)

در این آزمایش پروتئین با استفاده از روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد (ICMSF, 1974). برای اندازه‌گیری pH نمونه‌های تولیدی به روش رقیق‌کردن و هم‌وزن کردن ۵ گرم نمونه با ۴۵ سی سی آب مقطر با استفاده از دستگاه pH متر (مدل WTW 8120) استفاده weilheim با الکتروود شیشه‌ای در دمای اتاق اندازه‌گیری شد (Lanier, 1992). مقدار رطوبت با خشک کردن نمونه‌ها در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت (AOAC, 2000). برای اندازه‌گیری خاکستر نیز طبق روش Prvaneh (1377) مقدار ۱۰ گرم نمونه داخل نوته‌های چینی قرار گرفت و داخل کوره الکتریکی در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴-۶ ساعت حرارت داده شد تا رنگ سفید در خاکستر حاصل آید. به منظور سنجش چربی خام،

آزمون TPA با دستگاه CT3 با مشخصات پروب TA25/1000 و بار ۱۰ کیلوگرم قرار گرفتند. نیروی مورد نیاز برای فشرده شدن تا حدود ۵۰ درصد ارتفاع اولیه آنها اندازه گیری شد. از طریق نتایج می توان سختی^۳، به هم پیوستگی^۴، خاصیت ارتجاعی^۵، خاصیت صمغی^۶ و قابلیت جویدن^۷ را تعیین کرد (Jafarpour and Gorczyca, 2009).

ب) آزمون نفوذ و برش نرمال

همچنین برای انجام دادن تست فشاری^۸ (نمونه به صورت خام) و تست برشی (نمونه سرخ شده) از پروب های TA7 و TA10 استفاده شد؛ به این منظور نمونه ها با دستگاه برگرزن به شکل برگر با قطر ۵۰ میلی متر و ارتفاع ۵ میلی متر روی سطح مخصوص دستگاه با میزان بارگیری ۱۰ کیلوگرم قرار گرفتند. به منظور آزمایش بافت سرعت حرکت پروب قبل از آزمایش ۲ میلی متر بر ثانیه و سرعت در زمان اعمال فشار به نمونه ۱ میلی متر بر ثانیه و درصد تغییر شکل ۵۰ درصد بود. پارامترهای به دست آمده از آزمون نفوذ نیروی وارده (N) و تغییر شکل (mm) است که از حاصل ضرب این دو پارامتر استحکام ژل به دست می آید. همچنین پارامترهای حاصل از آزمون برش قابلیت شکست (N) و تغییر شکل (mm) است که از حاصل ضرب این دو نیز پارامتر نیروی برش نرمال به دست می آید.

ابتدا نمونه در اسید کلریدریک جوشانده شد و پس از صاف کردن چربی آن به وسیله پترولیوم اتر استخراج و توزین شد (Parvaneh, 1377).

۲.۶. اندازة گیری پارامترهای فیزیکی

۲.۶.۱. ارزیابی رنگ

به منظور ارزیابی رنگ در تیمارهای مختلف برگر ترکیبی، با استفاده از دستگاه تصویرپرداز طراحی شده طبق استاندارد کمیسیون بین المللی روشنایی (CIE)^۱ و با مشخصات زاویه تابش نور ۴۵ درجه و زاویه صفر دورین نسبت به نمونه عکس برداری صورت گرفت. با استفاده از برنامه نرم افزاری فتوشاپ ۶ میزان L^* ، a^* و b^* در ۵ نقطه از این تیمارها قرائت شد و میزان سفیدی رنگ از فرمول زیر محاسبه شد (Park, 1994).

(۱)

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

۲.۶.۲. ارزیابی و سنجش بافت

الف) آزمون آنالیز پروفیل بافت^۲ (TPA)

برای این آزمون برگرها داخل روکش سوسیس قرار داده شدند و با بستن دو سر روکش در حمام آب گرم در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شدند. سپس، نمونه های حرارت داده شده در آب سرد با دمای زیر ۱۰ درجه سانتی گراد خنک شدند و روکش آنها برداشته شد و در ابعاد با قطر ۲۲ میلی متر و ارتفاع ۲۰ میلی متر برش داده شدند. نمونه ها (با قطر ۲۲ و ارتفاع ۲۰ میلی متر) تحت

3. Hardness
4. Cohesiveness
5. Springiness
6. Gumminess
7. Chewiness
8. Compression

1. International Commission on Illumination
2. Texture Profile Analysis (TPA)

۲.۷. ظرفیت نگهداری آب^۱ (WHC)

یک لایه از نمونه حرارت داده شده برگر ترکیبی (قطر ۲۲ میلی‌متر و ضخامت ۵ میلی‌متر) را بین دو کاغذ صافی قرار داده و نمونه را به مدت ۵ دقیقه با وزنه ۲ کیلویی تحت فشار ثابت قرار می‌دهیم. با توجه به میزان آب خارج شده از بافت نمونه تحت فشار ظرفیت نگهداری آب مطابق فرمول زیر محاسبه می‌شود (Jafarpour, 1391).

(۲)

$$WHC = 1 - \left(\frac{\text{میزان آب شده تراوش}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \right) \times 100$$

۲.۸. ارزیابی حسی

به منظور ارزیابی حسی از هر تیمار به میزان ۵۰ گرم برداشته و در دستگاه برگرز قرار داده شد سپس، برگر به دست آمده به طور یکسان با استفاده از روغن مایع مخصوص سرخ کردنی (روغن آفتاب‌گردان) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه سرخ شد (Hosseini *et al.*, 1390) و در اختیار گروه پنل قرار گرفت. ارزیابی حسی با کمک یک گروه پنل نیمه‌آموزش دیده متشکل از ۱۵ نفر انجام شد. این افراد دیدگاه‌های خود را پس از ارزیابی طعم، بو، بافت، رنگ و پذیرش کلی هر تیمار روی پرسش‌نامه‌هایی که از قبل بر اساس مقیاس هدونیک (ASTM, 1969) با اندکی تغییر تهیه شده بود منتقل کردند. شایان ذکر است که برای ساده کردن ارزیابی به جای استفاده از مقیاس ۹ نقطه‌ای از مقیاس ۵ نقطه‌ای استفاده شد.

۲.۹. آنالیز آماری

همه داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار (SD) بیان شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ با روش آنالیز واریانس یک طرفه و اختلاف بین میانگین‌ها با کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ صورت گرفت. همچنین، برای بررسی شاخص‌های حسی از آزمون غیرپارامتریک Friedman استفاده شد و تیمارها در سطح اعتماد ۹۵ درصد با استفاده از آزمون Wilcoxon دو به دو با هم مقایسه شدند. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده شد.

۳. نتایج

۳.۱. نتایج ترکیبات درشت مغذی

نتایج ترکیبات درشت مغذی برگرها در جدول ۲ بیان شده است. درصد پروتئین در تیمار شاهد و تیمار حاوی ۷۵ درصد سوریمی اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0/05$)، ولی تیمار شاهد با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). بین تیمار ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد سوریمی اختلاف معنی‌داری از نظر درصد پروتئین مشاهده نشد ($P > 0/05$). پروتئین در تیمار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی نیز اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان چربی در تیمار شاهد و کمترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد. به عبارتی از نظر میزان چربی، تمامی تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0/05$). کمترین میزان خاکستر در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد بود ($P < 0/05$). تیمار شاهد با تیمار ۲۵،

تیمار شاهد و تیمارهای حاوی سوریمی اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$). بیشترین میزان روشنایی در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. از لحاظ پارامتر a^* بین تیمار شاهد با همه تیمارهای آزمایش اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$). بیشترین میزان در تیمار شاهد و کمترین میزان در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد. از نظر پارامتر b^* بین تیمار شاهد و سایر تیمارهای حاوی سوریمی اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$), به طوری که، کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد. بین تیمار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی از نظر پارامتر b اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

از نظر میزان سفیدی رنگ، بیشترین میزان در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد که با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان دادند ($P < 0/05$). تیمار ۲۵ و ۵۰ درصد سوریمی از نظر روشنایی اختلاف معنی داری با هم نشان ندادند ($P > 0/05$).

۷۵ و ۵۰ درصد سوریمی از نظر میزان خاکستر اختلاف معنی داری نشان نداد. کمترین میزان رطوبت در تیمار شاهد و بیشترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد که دارای اختلاف معنی دار با یکدیگر بودند ($P < 0/05$). تیمار ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد سوریمی اختلاف معنی داری از نظر رطوبت با یکدیگر نشان ندادند ($P > 0/05$).

۳.۲. ظرفیت نگهداری آب

داده های مربوط به ظرفیت نگهداری آب در نمودار ۱ نشان داده شده اند. کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب در تیمار شاهد و ۲۵ درصد سوریمی مشاهده شد که البته این دو تیمار با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان ندادند ($P > 0/05$). بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب در تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد که این دو تیمار نیز از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند ($P > 0/05$), اما با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف معنی دار بودند ($P < 0/05$).

۳.۳. نتایج رنگ سنجی

از نظر پارامتر L^* که معرف میزان روشنایی است بین

جدول ۲. نتایج آنالیز تقریبی برگهای ترکیبی گوشت قرمز و سوریمی ماهی کپور معمولی در درصدهای مختلف

پارامترهای شیمیایی	تیمارهای برگ ترکیبی			
	۱۰۰درصد گوشت قرمز	۲۵درصد سوریمی	۵۰درصد سوریمی	۷۵درصد سوریمی
پروتئین	۱۹/۶۰±۰/۳۵ ^a	۱۸/۷۵±۰/۲۸ ^c	۱۸/۷۴±۰/۱۵ ^{bc}	۱۹/۲۴±۰/۱۳ ^{ab}
چربی	۵/۹۳±۰/۰۲ ^a	۴/۶۶±۰/۰۵ ^b	۴/۲۹±۰/۰۶ ^c	۳/۲۴±۰/۰۲ ^d
خاکستر	۲/۷۹±۰/۰۳ ^a	۲/۶۹±۰/۰۴ ^{ab}	۲/۶۳±۰/۰۱ ^{ab}	۲/۶۰±۰/۰۰ ^{ab}
رطوبت	۷۱/۶۹±۰/۴۲ ^c	۷۳/۵۹±۰/۳۵ ^b	۷۳/۹۰±۰/۲۲ ^b	۷۳/۹۸±۰/۱۵ ^b

میانگین ± انحراف معیار (n=۳) (Mean ± Standard Deviation; n=۳)

حروف بالانویس متفاوت در هر سطر نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگینها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

جدول ۳. پارامترهای رنگ و سفیدی مربوط به برگ‌های ترکیبی گوشت قرمز و سوریمی ماهی کپور معمولی در درصدهای مختلف

تیمارهای برگ ترکیبی				پارامترهای رنگ	
۱۰۰ درصد سوریمی	۷۵ درصد سوریمی	۵۰ درصد سوریمی	۲۵ درصد سوریمی	۱۰۰ درصد گوشت قرمز	رنگ
۶۸/۲۰±۵/۱۰ ^a	۶۰/۰۴±۱/۱۸ ^b	۵۱/۴۰±۲/۰۵ ^c	۴۷/۴۰±۲/۱۱ ^d	۴۰/۰۵±۳/۲۵ ^e	L*
۴/۰۹±۰/۸۲ ^c	۶/۵۲±۱/۴۲ ^d	۱۰/۲۶±۲/۳۶ ^e	۱۲/۷۵±۲/۲۵ ^b	۱۵/۸۲±۱/۹۲ ^a	a*
۲۷/۶۲±۱/۹۱ ^a	۲۷/۵۴±۱/۵۰ ^a	۲۷/۸۲±۲/۸۱ ^a	۲۵/۰۹±۳/۵۴ ^b	۲۱/۵۲±۳/۱۳ ^c	b*
۵۷/۱۴±۵/۱۰ ^a	۵۰/۶۲±۲/۱۵ ^b	۴۲/۹۰±۱/۸۲ ^c	۴۰/۳۸±۱/۲۵ ^c	۳۴/۶۲±۳/۴۹ ^d	سفیدی

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

حروف بالانویس متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

جدول ۴. پارامترهای آزمون آنالیز پروفیل بافت مربوط به برگ‌های ترکیبی گوشت قرمز و سوریمی ماهی کپور معمولی در درصدهای مختلف

تیمارهای برگ ترکیبی					پارامترهای بافتی
۱۰۰ درصد سوریمی	۷۵ درصد سوریمی	۵۰ درصد سوریمی	۲۵ درصد سوریمی	۱۰۰ درصد گوشت قرمز	
۱۳۹۲/۴۵±۱۴۳/۱۰ ^d	۲۲۶۵/۴۰±۸۳/۲۰ ^c	۲۷۰۱/۲۴±۳۴/۳۸ ^b	۳۴۲۸/۰۵±۳۸/۲۵ ^a	۳۵۶۱/۴۲±۳۲۰/۴۵ ^a	سختی
۰/۴۰±۰/۰۳ ^a	۰/۴۱±۰/۰۱ ^a	۰/۳۹±۰/۰۶ ^a	۰/۳۵±۰/۰۲ ^a	۰/۳۵±۰/۰۲ ^a	به‌هم‌پیوستگی
۲۸/۳۳±۸/۰۸ ^a	۲۰/۰۰±۵/۰۰ ^b	۱۳/۳۳±۰/۵۸ ^c	۲۳/۰۰±۰/۰۰ ^b	۵/۰۰±۰/۰۰ ^d	چسبندگی
۰/۱۶±۰/۰۲ ^a	۰/۱۷±۰/۰۲ ^a	۰/۱۴±۰/۰۱ ^a	۰/۱۴±۰/۰۲ ^a	۰/۱۴±۰/۰۱ ^a	جهندگی
۰/۷۷±۰/۰۲ ^a	۰/۷۶±۰/۰۲ ^a	۰/۷۶±۰/۰۲ ^a	۰/۷۸±۰/۰۲ ^a	۰/۷۶±۰/۰۲ ^a	کشسانی
۴۷۹/۷۵±۸۰/۸۸ ^d	۸۶۷/۵۹±۱۲۱/۳۹ ^c	۱۰۰۹/۵۲±۱۸/۵۲ ^b	۱۲۹۲/۳۶±۱۶۸/۳۶ ^a	۱۳۴۴/۵۲±۲۳۵/۱۲ ^a	خاصیت صمغی
۳۷۹/۰۴±۶۹/۷۴ ^d	۶۷۲/۲۴±۸۶/۶۱ ^c	۷۶۵/۵۴±۸۲/۳۱ ^b	۱۰۱۷/۵۲±۱۸۰/۶۰ ^a	۹۷۲/۵۲±۱۳۵/۰۱ ^a	قابلیت جویدن

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

حروف بالانویس متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

تیمار حاوی ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد. از نظر میزان به‌هم‌پیوستگی و کشسانی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

خاصیت صمغی در تیمار ۱۰۰ درصد در کمترین میزان بود و دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد و سایر تیمارهای آزمایش بود ($P < 0.05$). تیمار شاهد

۳.۴. آزمون ویژگی‌های بافتی

۳.۴.۱. آزمون آنالیز پروفیل بافت (TPA)

از نظر سختی بین تیمار شاهد و ۲۵ درصد سوریمی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی بود ($P < 0.05$). کمترین میزان سختی در

۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی به ترکیب برگر میزان استحکام بافت برگر به ترتیب به میزان ۴۰/۳، ۵۶/۸ و ۶۵/۳ درصد کاهش یافت. در این بین تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی از نظر استحکام بافت فاقد اختلاف معنی دار با یکدیگر بودند ($P > 0/05$).

۳.۴.۳. آزمون برش

بیشترین میزان نیروی برشی با مقدار عددی ۴۹۴۴ گرم بر میلی متر در تیمار ۵۰ درصد سوریمی مشاهده شد که دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارهای آزمایش بود ($P < 0/05$). به دنبال آن تیمار حاوی ۷۵ درصد سوریمی با کاهش ۱۳/۸ درصدی در ردیف دوم قرار گرفت. کمترین میزان نیروی برشی در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای آزمایش نشان داد ($P < 0/05$). بین تمامی تیمارهای آزمایش با یکدیگر اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$).

فقط با تیمار ۲۵ درصد اختلاف معنی داری از نظر خاصیت صمغی نشان نداد ($P > 0/05$)، ولی اختلاف آن با سایر تیمارهای آزمایش معنی دار بود ($P < 0/05$). همچنین بین تیمار شاهد و تیمار ۲۵ درصد سوریمی از نظر قابلیت جویدن تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0/05$)، ولی با سایر تیمارهای آزمایش اختلاف معنی داری نشان داد ($P < 0/05$). کمترین میزان قابلیت جویدن در تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی مشاهده شد. تیمار برگرهای حاوی ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد سوریمی با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان دادند ($P < 0/05$).

۳.۴.۲. آزمون نفوذ

میزان استحکام بافت در تیمار شاهد و ۲۵ درصد سوریمی به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها ($P < 0/05$) بود. این دو تیمار با یکدیگر اختلاف معنی دار نشان ندادند، اما با افزودن مقادیر بیشتر ۵۰،

جدول ۵. پارامترهای مربوط به آزمون نفوذ و برش نرمال برگرهای ترکیبی گوشت قرمز و سوریمی ماهی کپور معمولی در درصدهای مختلف

تیمارهای برگر ترکیبی					پارامترهای بافتی
۱۰۰ درصد سوریمی	۷۵ درصد سوریمی	۵۰ درصد سوریمی	۲۵ درصد سوریمی	۱۰۰ درصد گوشت قرمز	
۳۰/۳۳±۳/۵۱ ^c	۴۵/۳۳±۰/۵۸ ^c	۵۱/۰۰±۱/۰۰ ^b	۷۹/۰۰±۴/۰۰ ^a	۸۵/۳۳±۵/۵۱ ^a	نیرو (گرم)
۶/۲۵±۰/۳۰ ^d	۷/۶۸±۰/۰۲ ^b	۷/۹۸±۰/۱۰ ^a	۷/۴۶±۰/۵۲ ^c	۷/۶۸±۰/۲۱ ^b	عمق نفوذ (میلی متر)
۲۲۷/۵۹±۴۱/۹۶ ^c	۲۸۳/۴۳±۱۶/۸۸ ^c	۳۹۱/۳۶±۸/۹۵ ^b	۶۲۹/۶۵±۲۴/۳۹ ^a	۶۵۵/۲۸±۶۰/۲۱ ^a	استحکام بافت (g.mm)
۱۳۶/۵۰±۳/۲۱ ^d	۶۲۴/۰۰±۵/۲۹ ^a	۶۲۵/۳۳±۸/۰۰ ^a	۴۲۷/۳۳±۲۰/۰۵ ^b	۳۸۹/۲۵±۵/۰۰ ^c	نیرو (گرم)
۹/۹۸±۰/۰۰ ^a	۹/۸۶±۰/۲۴ ^a	۷/۹۲±۰/۱۱ ^b	۵/۴۰±۰/۱۵ ^c	۵/۱۸±۰/۰۵ ^c	عمق برش (میلی متر)
۱۳۴۳/۰۰±۰۰۰۶۹ ^a	۴۲۶۱/۲۳±۱۹۹/۶۰ ^b	۴۹۴۴/۰۰±۳۸/۴۸ ^a	۳۳۷۰/۳۳±۴۷/۴۸ ^c	۲۰۱۴/۰۰±۶/۴۵ ^d	برش نرمال

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

حروف بالابنویس متفاوت در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

۳.۵. نتایج ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی حاکی از این است که بافت و رنگ و مقبولیت کلی تیمارهای برگ‌ترکیبی حاوی ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد سوریمی با شاهد

و تیمار ۲۵ درصد سوریمی اختلاف معنی دار دارد ($P < 0/05$)، ولی از لحاظ طعم و بو هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایش مشاهده نشد ($P > 0/05$).

جدول ۶. ارزیابی حسی برگ‌های تولیدشده از گوشت قرمز و سوریمی ماهی کپور معمولی در درصدهای مختلف

پارامترهای حسی	۱۰۰ درصد گوشت قرمز	۲۵ درصد سوریمی	۵۰ درصد سوریمی	۷۵ درصد سوریمی	۱۰۰ درصد سوریمی
بافت	۴/۷۳±۱/۶۶ ^c	۴/۳۳±۱/۴۰ ^c	۵/۹۳±۱/۰۳ ^b	۶/۳۳±۰/۹۷ ^a	۶/۴۶±۰/۹۱ ^a
طعم	۵/۹۳±۱/۲۳ ^a	۵/۴۰±۱/۴۸ ^a	۵/۶۶±۱/۲۳ ^a	۵/۴۰±۱/۵۴ ^a	۵/۰۰±۱/۵۱ ^a
بو	۵/۰۰±۱/۸۵ ^a	۵/۹۳±۱/۴۶ ^a	۵/۰۰±۱/۰۳ ^a	۵/۹۳±۱/۰۳ ^a	۵/۴۰±۱/۵۴ ^a
رنگ	۴/۳۳±۱/۲۳ ^c	۵/۰۰±۱/۳۰ ^b	۶/۲۰±۱/۰۳ ^a	۶/۴۶±۰/۹۱ ^a	۶/۳۳±۰/۹۷ ^a
مقبولیت کلی	۴/۰۶±۱/۲۳ ^c	۴/۴۶±۱/۰۳ ^c	۵/۸۰±۱/۰۱ ^b	۶/۲۰±۱/۰۱ ^a	۵/۴۰±۱/۱۲ ^b

میانگین ± انحراف معیار (n=۳) (Mean ± Standard Deviation; n=۳)

حروف بالانویس متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

۴. بحث

نتایج سنجش پروتئین در این مطالعه نشان داد تیمار شاهد دارای بیشترین میزان پروتئین بود و تیمارهای حاوی درصدهای مختلف سوریمی دارای پروتئین کمتری نسبت به تیمار شاهد بودند. کاهش میزان پروتئین در تیمارهای حاوی سوریمی می‌تواند به این دلیل باشد که طی شست‌وشوی گوشت چرخ‌شده ماهی در فرایند تولید سوریمی، ترکیباتی همچون خون، رنگدانه‌ها، مواد تشکیل‌دهنده بو، آنزیم‌ها و در مجموع پروتئین‌های سارکوپلاسمیک از گوشت چرخ‌شده دفع می‌شوند و در نتیجه علاوه بر افزایش غلظت پروتئین‌های میوفیبریلار مجموع پروتئین‌های سوریمی پایین‌تر می‌رود (Lanier, 2005). نتایج فوق با نتایج نعمتی و همکاران (۱۳۸۸) درباره تولید برگ‌

ترکیبی از سوریمی ماهی کپور معمولی و گوشت قرمز مطابقت داشت. بنابراین در فرایند جانشینی سوریمی به جای گوشت قرمز در ترکیب برگ، به ترتیب در درصدهای مختلف سوریمی از میزان پروتئین کل بافت برگ کاسته می‌شود. به عبارتی به جای گوشت قرمز سوریمی اضافه می‌شود که درصد بالاتری آب و درصد کمتری پروتئین نسبت به گوشت قرمز دارد. بنابراین هر چه درصد سوریمی در ترکیب برگ افزایش یابد این به‌منزله کاهش سهم گوشت قرمز حاوی درصد بالاتر پروتئین است.

برای تولید سوریمی از ماهیان کم‌چرب استفاده می‌شود به طوری که میزان چربی سوریمی تولیدی از این ماهیان زیر یک درصد است (Cortes-Ruiz et al., 2001). در این مطالعه از ماهی کپور معمولی

گوشت چرخ‌شده شسته‌نشده دارای خاکستر بیشتری بود و نتایج مطالعه حاضر نیز با مطالعه فوق مطابقت دارد.

در این مطالعه با اضافه‌شدن سوریمی در درصدهای مختلف به برگر گوشت میزان رطوبت افزایش معنی داری نشان داد، بدین صورت که برگر ۱۰۰ درصد گوشت قرمز با میزان رطوبت معادل ۷۴/۶۳ درصد و افزایش تقریباً ۴ درصدی نسبت به تیمار شاهد و سایر برگرهای ترکیبی تفاوت معنی داری از لحاظ آماری از خود نشان داد. شاید بتوان روند افزایشی مقدار رطوبت را مربوط به رطوبت بالاتر بافت سوریمی نسبت به گوشت قرمز دانست. همچنین، آن را با روند کاهشی میزان چربی توجیه کرد، زیرا بر اساس نظر *Beklevik et al.* (2005) رابطه معکوسی بین میزان رطوبت و چربی گوشت برقرار است.

ظرفیت نگهداری آب در گوشت به معنای قابلیت گوشت در نگهداری آب در مرحله بعد از جمود نعشی است که حتی اعمال فشار خارجی نیز قادر به خارج کردن کامل آن از عضله نیست و از آن به منزله یک خاصیت مهم کیفیت و بازدهی فرآورده نام برده می‌شود (*Jafarpour et al.*, 2008). در تحقیق حاضر کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب مربوط به برگر ۱۰۰ درصد گوشت قرمز و بیشترین آن مربوط به تیمارهای ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد سوریمی است که تفاوت مشاهده شده معنی دار بود. در واقع افزوده شدن سوریمی به گوشت قرمز باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب می‌شود به طوری که، ظرفیت نگهداری برگر سوریمی نسبت به برگر گوشت قرمز ۱۵ درصد افزایش می‌یابد که سبب بهتر شدن خصوصیات بافتی

استفاده شد که از درصد زیادی چربی برخوردار است، اما فرایند شست و شو می‌تواند به طور مؤثری باعث حذف آن‌ها شود. مقایسه چربی تیمارهای مختلف نشان داد که با اضافه‌شدن سوریمی به میزان چربی برگرهای تولیدشده به طور معنی داری کاهش یافت. مطالعه *Lin and Park* (1996) نشان داد که فرایند شست و شو با معلق کردن چربی‌ها و دفع آن‌ها باعث کاهش چربی سوریمی می‌شود. همچنین *Suvanich et al.* (2000) مطالعه‌ای درباره خصوصیات کیفی گوشت چرخ‌شده گربه‌ماهی روگاهی انجام دادند و میزان بیشتر چربی را در گوشت چرخ‌شده نسبت به گوشت چرخ‌شده شسته‌شده گزارش کردند.

در خصوص پارامتر خاکستر در این مطالعه کمترین میزان خاکستر مربوط به برگر ۱۰۰ درصد سوریمی است که نسبت به برگر ۱۰۰ درصد قرمز کاهش معنی دار ۱۰ درصدی نشان داد که می‌توان گفت از آن‌جا که در فرایند تهیه سوریمی ناخالصی مربوط به پروتئین‌های پیوندی و سارکوپلاسمی (*Lin and Park*, 1996) طی فرایند شست و شوی مکرر کاهش می‌یابد بنابراین اضافه‌کردن سوریمی که ترکیب نسبتاً همگن از پروتئین‌های میوفیبریلی است در درصدهای مختلف باعث کاهش خاکستر ترکیب برگر خواهد شد. در مطالعه‌ای *Suvanich et al.* در سال ۲۰۰۰ گزارش کردند که میزان خاکستر در گوشت چرخ‌شده نسبت به گوشت چرخ‌شده شسته‌شده به طور معنی داری بیشتر بود. *Rakesh et al.* (1980) اثر شست و شو در خصوصیات کیفی کراکر تهیه‌شده از گوشت چرخ‌شده تازه ماهی را بررسی کردند و نتایج نشان داد کراکرهای تهیه‌شده از

گوشت به طور معنی داری به مقدار پارامتر L^* و b^* افزوده شد. همین روند در خصوص پارامتر سفیدی نیز مشاهده شد و از میزان قرمزی (a^*) کاسته شد. به طوری که همه تیمارها با شاهد اختلاف معنی داری از لحاظ آماری از خود نشان دادند. در این مطالعه با افزایش درصد سوریمی از میزان قرمزی کاسته شد و پارامترهای L^* و b^* افزایش یافتند. مطالعه *Bochi et al.* (2008) در خصوص تهیه برگ از ضایعات فیله گربه‌ماهی نقره‌ای (*Rhamdia quelen*) نشان داد با بیشتر شدن درصد گوشت ماهی در برگ از میزان L^* و b^* کاسته و به میزان a^* افزوده شد. دلیل این اختلاف استفاده از گوشت ماهی در مطالعه ذکر شده به جای سوریمی است. رنگ گوشت قرمز به وجود رنگدانه‌های میوگلوبین، هموگلوبین و سایتوکروم سی عضله بستگی دارد و میوگلوبین منبع عمده رنگ عضله است. هموگلوبین و به نسبتی کمتر میوگلوبین در سوریمی طی عمل شست‌وشو حذف می‌شود و در نتیجه باعث افزایش روشنایی و در نتیجه سفیدی بیشتر می‌شود (*Ramadhan and Huda, 2010*). در مطالعه حاضر میزان عددی پارامتر b^* در برگ ۱۰۰ درصد سوریمی معادل ۲۷/۶۲ بود که این مقدار در ترکیب برگ ۱۰۰ درصد گوشت قرمز گوساله به میزان ۲۲ درصد کاهش یافت. به عبارتی با افزایش سهم گوشت قرمز (که حاوی مقدار بالاتر a^* است) میزان زردی برگ کاهش معنی داری یافت.

پارامتر سختی که بر حسب نیوتن یا گرم بیان می‌شود عبارت است از حداکثر نیروی مورد نیاز برای فشرده‌شدن نمونه‌ها با پروب دستگاه (*Hosseini et al.*, 1390). بر اساس داده‌ها مقدار عددی این پارامتر درباره برگ گوشت قرمز به طور متوسط ۳۵۶۱ گرم

برگر از نظر حسی می‌شود. علت این پدیده را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که ژل‌های پروتئینی قابلیت قوام‌یابی در درجه حرارت‌های مختلف دارند که این امر مربوط به ایجاد پیوندهای هیدروژنی، باندهای کووالانسی، پیوندهای دوگانه بین گروه‌های فعال سولفیدریل و برهم کنش‌های آبگریز است. نقش پیوندهای هیدروژنی در درجه حرارت‌های پایین‌تر مشهودتر است. بنابراین اضافه کردن سوریمی که حاوی درصد بالایی از پروتئین‌های میوفیبریلی است از طریق پیوندهای هیدروژنی موجب استحکام بیشتر و قابلیت نگهداری بیشتر ملکول‌های آب در بافت برگ می‌شود (*Lanier, 2005*).

Gopkumar et al. (1992) خصوصیات سوریمی حاصل از ماهیانی نظیر باراکودا، تیلاپیا و سیم سه‌خاره را بررسی کردند و دریافتند شست‌وشوی گوشت چرخ‌شده به دلیل خروج بخش سارکوپلاسمی پروتئین و تغلیظ بخش میوفیبریلی پروتئین موجب بهبود ظرفیت نگهداری آب می‌شود که نتایج مطالعه حاضر در خصوص برگ حاوی ۱۰۰ درصد سوریمی نیز منطبق با نتایج مطالعه *Gopkumar et al.* (1992) است. به علاوه *Chaijan et al.* (2004) دریافتند که شست‌وشو تأثیر چشمگیری در ظرفیت نگهداری آب دارد به طوری که، در بررسی خصوصیات ژلی ساردین و ماکرل نیز شست‌وشوی گوشت چرخ‌شده سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب شد.

داده‌های رنگ برگ‌ها در تحقیق حاضر حاکی از وجود اختلاف معنی دار در شاخص روشنایی (پارامتر L^*)، قرمزی (a^*) و زردی (b^*) بین تیمارهاست بدین صورت که با افزودن درصد سوریمی به برگ

یک سری افزودنی‌ها ویژگی‌های بافتی ژل سوریمی را بهبود بخشید. به هم پیوستگی عبارت است از آزمایش نحوه پایداری یک فرآورده در برابر تغییر شکل بعد از دومین فشردگی، نسبت به رفتار آن طی تغییر شکل اول با اولین فشردگی (Jafarpour, 1391). درباره این پارامتر می‌توان گفت که میزان به هم پیوستگی در برگرها با ترکیب سوریمی و گوشت قرمز افزایش یافت به طوری که تیمار ۵۰ درصد و ۷۵ درصد بیشترین میزان به هم پیوستگی را نشان دادند (به ترتیب در حدود ۱۱/۵ و ۱۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) هر چند این روند از لحاظ آماری معنی دار نبود.

میزان کشسانی عبارت است از آزمایش میزان برگشت پذیری نمونه به شکل اولیه بعد از تغییر شکل با اولین فشردگی. جهندگی نیز بیان گر این است که چگونه یک نمونه برای رسیدن به شکل اولیه خود تلاش می‌کند (ibid). از نظر میزان کشسانی و جهندگی هیچ کدام از تیمارها تفاوت معنی داری با شاهد از خود نشان ندادند که به این معناست که جانشینی سوریمی با گوشت قرمز تا سطح ۷۵ درصد بلامانع است. پارامتر کشسانی میزان خاصیت ارتجاعی بافت را نشان می‌دهد بنابراین هرچه میزان عددی این پارامتر به ۱۰۰ درصد یا عدد ۱ نزدیک باشد این فرآورده از کشسانی یا کیفیت بالاتری برخوردار است و برعکس.

در مطالعه Tabilo-Munizaga Tabilo-Munizaga and Barbosa-Canovas (2004) قابلیت ارتجاعی ژل سوریمی عدد بیشتری را نسبت به مطالعه حاضر نشان داد که با توجه به تفاوت گونه ماهی این اختلاف قابل توجیه است. همچنین در

بود، اما در صورتی که همین برگر با فرمول مشابه اما با جایگزینی ۱۰۰ درصد سوریمی در حدود ۶۱ درصد کاهش داشته است. چنین روند کاهش در پارامتر سختی برگرهای حاوی سوریمی در درصدهای مختلف با نتایج مطالعه Tabilo-Munizaga and Barbosa-Canovas (2004) مطابقت داشت. همچنین با اضافه شدن سوریمی به برگر گوشت در سطوح ۵۰ درصد و ۷۵ درصد اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با تیمار شاهد مشاهده شد، اما در تیمار ۲۵ درصد این روند کاهش در پارامتر سختی معنی داری نبود. می‌توان این پدیده را به وجود تفاوت ماهیت پروتئین‌های موجود در گوشت قرمز و گوشت سفید ماهی نسبت داد. از سوی دیگر، میزان بافت پیوندی موجود در گوشت قرمز در مقایسه با گوشت ماهی بیشتر است (Maghsoudi, 1383) که خود می‌تواند دلیلی بر سفتی بیشتر بافت برگر گوشت قرمز در برابر برگر سوریمی باشد.

مطالعه Cofrades et al. (2007) درباره 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 میکروکریستالین سلولز به منزله جانشین چربی به برگر گوشت قرمز سبب افزایش میزان سختی شد. در صورتی که افزودن درصدهای مختلف سوریمی سبب کاهش میزان سختی نسبت به برگر گوشت قرمز می‌شود. به عبارتی با توجه به ساختار و اندازه میوفیبریل‌های گوشت ماهی انتظار تشکیل یک شبکه سه بعدی ژل پروتئینی ضعیف‌تر در مقایسه با گوشت قرمز می‌رود و از این رو سعی می‌شود با اضافه کردن

است. دلیل این امر این است که با توجه به نبود اختلاف معنی دار در پارامتر تغییر شکل در این نوع آزمون، نیروی لازم برای ایجاد شکست در بافت برگر گوشت به طور معنی داری بالاتر از برگر سوریمی است. به عبارت دیگر گوشت قرمز از خود مقاومت بیشتری در برابر سوراخ شدن با پروب نشان می‌دهد. بنابراین با افزودن درصد‌های مختلف سوریمی به فرمول گوشت قرمز می‌توان این ویژگی را بهبود بخشید یا به عبارتی باعث شد بافت برگر از تردی بیشتری برخوردار باشد.

میزان عددی پارامتر استحکام بافت در خصوص برگر ۱۰۰ درصد گوشت قرمز ۶۵ درصد بیشتر از این پارامتر درباره برگر ۱۰۰ درصد سوریمی است. بنابراین در نگاه اول به این نکته پی می‌بریم که بافت برگر گوشت قرمز سفت تر از همتای خود است. از سوی دیگر، با جایگزینی درصد‌های مختلف سوریمی به ترکیب برگر در سطوح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد میزان استحکام بافت نسبت به گوشت قرمز به ترتیب تقریباً ۴ درصد، ۴۰ درصد و ۵۷ درصد کاهش یافت، به عبارتی از میزان سفتی بافت برگر کاسته شد.

در این خصوص بر اساس داده‌ها مقدار عددی این پارامتر در برگر ۱۰۰ درصد گوشت قرمز به طور متوسط ۲۰۱۴ گرم بود در صورتی که برگر ۱۰۰ درصد سوریمی پارامتر برشی نرمال آن در حدود ۳۳ درصد کاهش داشت که این نکته بیان گر تردبودن بافت برگر ۱۰۰ درصد سوریمی است، اما در صورت اضافه کردن سوریمی در درصد‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد روند بدین ترتیب است که در هر سه نوع فرمول مقدار عددی این پارامتر نسبت به فرمول برگر گوشت قرمز و ۱۰۰ درصد سوریمی بالاتر است. در

مطالعه Kofrades et al. (2007) با افزودن درصد مختلف جلبک دریایی به ژل گوشت قرمز میزان کشسانی کاهش یافت. در مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۰) میزان کشسانی با افزایش میزان میکروکریستال سلولز در بافت فرآورده کاهش یافت.

خاصیت صمغی از حاصل ضرب سختی و به هم پیوستگی و قابلیت جویدن^۱ از حاصل ضرب خاصیت صمغی و پارامتر کشسانی به دست می‌آید (ibid). درباره این دو پارامتر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد و تیمار ۱۰۰ درصد سوریمی است در این خصوص می‌توان گفت اضافه شدن ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوریمی باعث کاهش معنی دار این دو پارامتر با تیمار شاهد شد، که با در نظر گرفتن پارامتر نزولی سختی برگرهای تولیدشده این روند قابل پیش‌بینی بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با توجه به پایین‌تر بودن سختی برگر سوریمی در مقایسه با برگر ۱۰۰ درصد گوشت قرمز وجود سوریمی در ترکیب برگر گوشت باعث کاهش این پارامترها خواهد شد 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. این آزمون متشکل از دو مؤلفه میزان نیروی لازم برای نفوذ پروب به داخل بافت برگر و مسافت طی شده با پروب تا نقطه ایجاد سوراخ یا شکست در مرکز برگر است. با توجه به نتایج میزان نیروی لازم برای ایجاد شکست در بافت فرآورده، ترکیب برگر گوشت قرمز از سفتی بیشتری در مقایسه با برگر ۱۰۰ درصد سوریمی برخوردار

توجیح این روند می‌توان گفت که تداخل بین دو نوع پروتئین گوشت قرمز و پروتئین ماهی به تداخل عملکرد این دو نوع پروتئین در ایجاد شبکه سه بعدی ژل پروتئینی منجر نمی‌شود، بلکه برعکس از طریق باندهای ایجادشده بین این دو نوع پروتئین شبکه ژلی تولید می‌شود که از انسجام بالاتری برخوردار است. نکته قابل برداشت از روند تغییرات این است که با تغییر درصد سوریمی اضافه شده به ترکیب برگر می‌توان، بر اساس ذائقه‌های مختلف، بافتی با قابلیت برش متفاوت ایجاد کرد که به این پارامتر می‌توان در خصوص گروه‌های سنی مصرف‌کننده برگر توجه کرد.

نتایج آنالیز حسی حاکی از برتری بافت برگرهای حاوی ۱۰۰ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد سوریمی نسبت به برگرهای حاوی ۲۵ درصد سوریمی و ۱۰۰ درصد گوشت قرمز بود و گروه ارزیابی این سه نوع برگر را از نظر انسجام و مطلوبیت آن‌ها هنگام جویده شدن برتر از برگر حاوی درصد بالاتری از گوشت قرمز تشخیص دادند. شست و شوی گوشت چرخ شده ماهی در عملیات تولید سوریمی به حذف پروتئین‌های محلول سارکوپلاسمیک و در نتیجه تغلیظ پروتئین‌های میوفیبریل و ایجاد حالت ژل مانند مطلوبی در سوریمی منجر می‌شود (Tokur et al., 2004). در مطالعه حاضر نیز استفاده از سوریمی باعث بهبود ویژگی‌های بافتی در بافت برگرهای حاوی سوریمی در درصدهای بالاتر نسبت به برگرهای حاصل از درصد بیشتر گوشت قرمز شد. بنابراین فرایند شست و شو می‌تواند به طور موفقیت آمیزی از هم گسیختگی و متراکم نبودن بافت را در گوشت چرخ شده جبران کند (Herborg, 1976).

همان طور که در آنالیز پروفیل بافت نشان داده شد میزان سختی و قابلیت جویدن در برگرهای حاوی درصدهای سوریمی عدد کمتری را نشان داد که این نتایج در راستای نتایج ارزیابی حسی بافت است. از لحاظ طعم هیچ کدام از تیمارهای آزمایش اختلاف معنی داری نشان ندادند که این امر نشان دهنده آن است که به طور کلی شست و شو می‌تواند با برطرف کردن چربی و ترکیبات محلول در آب مانند خون، رنگدانه‌ها، پروتئین‌ها و نمک‌ها میزان بو و مزه نامطلوب ماهی را کاهش دهد (Lin and Park, 1996). نبود تفاوت معنی دار در صفت بو برگرهای مورد مطالعه در این آزمایش می‌تواند به علت وجود مواد معطر (پودر سیر، پیاز و فلفل سیاه) در ترکیب هر ۵ نوع برگر باشد و نیز می‌تواند به این علت باشد که برگرهای حاصل از سوریمی بوی ماهی ندارند و فرایند شست و شو تا حد زیادی موفق به حذف ترکیبات بودار از گوشت ماهی شده است. از لحاظ رنگ نیز با افزایش درصد سوریمی در ترکیب برگرهای ترکیبی، ارزیاب‌ها امتیاز بیشتری به پارامتر رنگ دادند که این نشان دهنده این است که هر چه برگر از رنگ روشن تری برخوردار باشد مقبولیت بیشتری نزد مصرف‌کننده دارد. در این ارزیابی تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد با تیمار شاهد از لحاظ رنگ اختلاف معنی داری نشان دادند. از نظر مقبولیت کلی بیشترین امتیاز را تیمار ۵۰ و ۷۵ درصد کسب کردند.

۵. نتیجه گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، چنین استنباط می‌شود که گوشت ماهی کپور معمولی دارای قابلیت بالایی

داده‌های دستگاه‌های آنالیز بافت و ارزیابی حسی می‌توان با جایگزین کردن سوریمی در فرمول آن و تولید برگ‌های ترکیبی باعث افزایش سرانه مصرف ماهی شد و حتی بر اساس گروه‌های سنی برگ‌هایی با ویژگی‌های بافتی مناسب تولید کرد.

در تولید سوریمی با کیفیت مناسب است که در فرمولاسیون برگ‌ها به صورت تنهایی و ترکیبی با گوشت قرمز از قدرت ژلی بالایی برخوردار است. بنابراین با توجه به افزایش مصرف غذاهای آماده مانند برگ‌ها و محبوبیت آن‌ها در بین عموم و بر اساس

References

- [1]. Al-bulushi, I., Kasapis, S., Al-oufi, H., Al-mamari, S., 2005. Evaluating the Quality and Storage Stability of Fish Burgers during Frozen Storage. *Fisheries Science* 71, 648-654.
- [2]. AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis*. Association of Analytical Chemists, Washington, DC. USA, p.
- [3]. ASTM., 1969. *Manual on Sensory Testing Methods*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, p.
- [4]. Beklevik, G., Polat, A., Ozogul, F., 2005. Nutritional Value of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fillets during Frozen (-18) Storage. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 29, 891-895.
- [5]. Bochi, V.C., Weber, J., Ribeiro, C.P., Victório, A.M., Emanuelli, F., 2008. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. *Bioresource Technology*. 99, 8844-8849.
- [6]. Chaijan, M., Benjakul, S., 2006. Physicochemical properties, 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.
- [7]. Cofrades, A., López-López, I., Solas, M.T., Bravo, L., Jiménez-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.
- [8]. Cortes-Ruiz, J.A., Pacheco-aguilar, R., Garcia-sanchez, G., Iugosanchez, M.E., 2001. Functional characterization of protein concentrate from bristly sardine made under acidic condition. *Aquatic Food Product Technology* 10, 5-21.
- [9]. Elyasi, A., Zaki-pour Rahim Abadi, E., Sahari, M.A., 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.
- [10]. FAO, 2010. *State of world aquaculture: FAO Fisheries Technical Paper*, . Food and Agriculture Organization.
- [11]. Gopkumar.K., Muraleedharan.V., Bhattacharyya, S.K., 1992. Preparation and properties of surimi from tropical fish. *Food Control* 3, 109-112.
- [12]. Hasani, S., Alizadeh, E., Hayati, J., Yeganeh, K., 1390. Evaluation of Fish Finger Quality Prepared from Common carp (*Cyprinus carpio*) Surimi during storage at 4C. *Journal of Iranian Natural Resources* 65, 169-181 (In Persian).
- [13]. Heinz, G., Hautzinger, P., 2007. *MEAT PROCESSING TECHNOLOGY; FOR SMALL- TO MEDIUMSCALE PRODUCERS*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), Bangkok-Thailand, 457 p.
- [14]. Herborg, L., 1976. Production of separated fish mince for traditional and new products. In: (Eds.), *Proceeding of Food Minced Fish Symposium*, pp. 82-83.
- [15]. Hosseini, F., Milani, A., Balurian, S., 1390. Effects of Cellulose Microcrystalline as a Fat Replacement on Physicochemical, Texture and Sensory Properties of Low-Fat Burgers. *Journal of Food Science Resrearchs* 3, 372-378 (In Persian).
- [16]. Iranian Fisheries Organization Statistical Year Book, 2010. Fisheries Statistics of Iran.

- [17]. Jafarpour, A., 1391. Surimi and Physical Characteristics of Its Gel Network Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 272 (In Persian) p.
- [18]. Jafarpour, A., Gorczyca, E.M., 2008. Alternating Techniques for Producing a Quality Surimi and Kamaboko from Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Food Science* 73, E415-E424.
- [19]. Jafarpour, A., Gorczyca, E.M., 2009. Characteristics of Sarcoplasmic Proteins and Their Interaction with Surimi and Kamaboko Gel. *Journal of Food Science* 74, N16-N22.
- [20]. Jafarpour, A., Sherkat, F., Leonard, B., Gorczyca, E.M., 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.
- [21]. Khosravi, A., Kabir, M., Dokhani, S., 1383. Effects of Natural AntiOxidants on Physiochemical Properties of Beef Burgers. *Journal of Iranian Agricultural Sciences* 35, 1026-1031 (In Persian).
- [22]. Lanier, T.C., 1992. Measurement of Surimi Composition and Functional Properties. In: Lanier, T.C., Lee, C.M. (Eds.), *Surimi Technology*. Marcel Dekker, INC, New York, pp. 123-163.
- [23]. Lanier, T.C., Carvajal, P., Yongsawatdigul, J., 2005. Surimi Gelation Chemistry. In: Park, J.W. (Eds.), *Surimi and Surimi Seafood*. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, pp. 435-489.
- [24]. Lin, T.M., Park, J.W., 1996. Extraction of proteins from Pacific Whiting Mince at various washing conditions. *Journal of Food Science* 61, 432-438.
- [25]. Maghsoudi, S., 1383. The making of Burgers: chicken burger, mushroom burger, cheese burger, fish burger and kabab. *Agricultural Science Press-Iran*, 188 (In Persian) p.
- [26]. Moieni, S., Basimi, B., 1382. Preparation of Carp Fish cuttlet and Evaluation of its Frozen Stability at -18C. *Journal of Fisheries Science* 13, 163-170 (In Persian).
- [27]. Nemati, M., Shabanpour, B., Shabani, A., Gholizadeh, M., 1388. Study on Fat Quality and Sensory Properties of Meat Burbgers Incorporated with Common carp (*Cyprinus carpio*) Surimi During Storage at 4C. *Journal of Agricultural and Natural Resources* 16, 108-117 (In Persian).
- [28]. Park, J.W., 1994. Functional protein additives in surimi gels. *Journal of Food Science* 59, 525-527.
- [29]. Parvaneh, V., 1377. Quality Control and Food Chemical Tests University of Tehran, 325 (In Persian) p.
- [30]. Ramadhan, K., Huda, N., 2010. Physico-chemical characteristics of surimi gels made from washed mechanically deboned Pekin duck (*Anas platyrhynchos domesticus*) meat. In: (Eds.), *Proceeding of Indigenous Food Research and Development to Global Market*, BITEC, Bangkok, THAILAND. . pp.
- [31]. Suvanich, V., Jahncke, M.L., Marshall, D.L., 2000. Changes in Selected Chemical Quality Charactristic of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage. *Food Chemistry and Toxicology* 65, 24-29.
- [32]. Tabilo-Munizaga, G., Barbosa-Canovas, G.V., 2004. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. *Food Research International* 37, 767-775.
- [33]. Tangestani, R., Alizadeh, E., 1389. Evaluation of Organoleptic Properties of Three Different Types of Fish Fingers Prepared from Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Mince. *Journal of Fisheries* 63, 1-10 (In Persian).

- [34]. Taşkaya, L., Çaklı, Ş., Kışla, D., Kılınç, B., 2003. Quality Changes of Fish Burger from Rainbow Trout during Refrigerated Storage. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 20, 147-54.
- [35]. Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G., Ozkutuk, S.T., 2004. The quality changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) burger during frozen storage. European Food Research and Technology. 218, 420-423.
- [36]. Venugoplal, V., Shahidi, F., 1995. Value-Added Products from Underutilized Fish Species. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 35, 431-453.