

## غنی سازی نان فطیر با گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و کپور نقره‌ای و ارزیابی ویژگی‌های کیفی آن طی دوره نگهداری در دمای محیط

سید حسن جلیلی<sup>۱\*</sup>، مهدی آل بوفتیله<sup>۱</sup>، حسن اکبری<sup>۲</sup>، فرشته خدابنده<sup>۱</sup>، یزدان مرادی<sup>۳</sup>، معصومه رهنما سنگاچینی<sup>۱</sup>، مینا سیف زاده<sup>۱</sup>، اسماعیل صفری<sup>۱</sup>

۱- مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

۲- مدیریت شیلات و امور آبزیان، سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی، وزارت جهاد کشاورزی، اراک، ایران

۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

### چکیده

### نوع مقاله

#### مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۲/۱۲/۰۱

\*نویسنده مسول:

jalilish@yahoo.com

**اهداف:** هدف از مطالعه حاضر تولید نان فطیر غنی شده با گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و کپور نقره‌ای و ارزیابی ویژگی‌های کیفی آن طی دوره نگهداری در دمای محیط بود.

**مواد و روش‌ها:** گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و کپور نقره‌ای با غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد به نان فطیر اضافه و ویژگی‌های حسی محصول تولیدی سنجش گردید. تیمارهای منتخب در دمای محیط به مدت ۹ روز نگهداری، در این مدت ویژگی‌های کیفی آنها ارزیابی شدند.

**یافته‌ها:** نتایج ارزیابی حسی مقدماتی نشان داد که نان‌های فطیر حاوی قزل‌آلای رنگین کمان به میزان ۵ درصد و کپور نقره‌ای به میزان ۱۰ درصد از نظر حسی مورد پذیرش هستند. با افزودن گوشت ماهیان، میزان پروتئین، چربی و رطوبت فطیرها افزایش یافت. نان‌های فطیر حاوی گوشت ماهیان طی دوره نگهداری، شاخص‌های TVB-N، پراکسید و بار باکتریایی کل بیشتری داشتند. از حیث شاخص طعم/مزه نان فطیر شاهد تا انتهای دوره نگهداری مورد پذیرش قرار گرفت ولی نان‌های فطیر غنی شده با گوشت ماهیان تنها تا روز ۵ در محدوده قابل قبول بودند.

**نتیجه‌گیری:** می‌توان عنوان نمود که نان‌های فطیر غنی شده با گوشت هر دو ماهی به رغم ارزش غذایی بیشتر، مدت زمان ماندگاری کمتری نسبت به نان‌های فطیر شاهد داشتند. در بین فطیرهای غنی شده، روند تغییرات کیفی در نمونه‌های حاوی گوشت قزل‌آلای کمتر بود.

**کلید واژه‌ها:** فطیر، قزل‌آلای رنگین کمان، کپور نقره‌ای، غنی سازی، فرآوری آبزیان

### مقدمه

گوشت آبزیان بویژه ماهی سرشار از پروتئین، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای چرب غیراشباع مورد نیاز بدن می‌باشد. پروتئین ماهی به دلیل داشتن تمامی اسیدهای آمینه ضروری، اثر مهمی در رشد بدن، ترمیم بافت‌ها، سلامتی و شادابی انسان دارد [۱، ۲]. اسیدهای چرب ماهیان بویژه اسیدهای چرب امگا-۳ نیز نقش مهمی در تنظیم عملکرد سلول‌های بدن، محافظت بدن در مقابل فشارهای عصبی، بیماری‌ها و تومورها دارند [۳]. بر این اساس توصیه شده است که ماهی و سایر آبزیان در سبد غذایی مردم جامعه گنجانده شود. مصرف آبزیان در کشور به خصوص در شهرهای بزرگ و مرکزی، شکل‌های محدودی داشته و مردم غالباً آبزیان را به صورت تازه، منجمد و یا کنسرو شده مصرف می‌کنند. نتیجه این مسئله، کمتر بودن سرانه مصرف آبزیان در کشور بوده که طبق آخرین آمار به میزان ۱۳/۳۸ کیلوگرم در سال می‌باشد [۴]. این در حالی است که امروزه در سطح بازارهای جهانی آبزیان، انواع محصولات و فرآورده‌های شیلاتی بسته به سلیقه و عادات غذایی مردم در کشورهای مختلف، تولید و عرضه شده و سرانه مصرف در کشورهای دیگر بویژه کشورهای توسعه یافته بیش از ۲۲ کیلوگرم در سال می‌باشد [۵]. این آمار به روشنی نشان می‌دهد که ما در کشور فاصله زیادی جهت رسیدن به سطح مطلوب مصرف آبزیان در جهان پیش رو داریم. جهت نیل به این مهم، انجام اقداماتی همچون

افزایش تولید و بهره برداری، بالا بردن کیفیت، بهبود فنون و روش‌های فرآوری، تنوع بخشی به محصولات شیلاتی، استفاده از بسته بندی‌های مختلف، کاهش ضایعات و استفاده از زائدات/پسماندهای فرآوری آبزیان جهت تولید محصولات با ارزش افزوده، لازم و ضروری می‌باشد [۶]. تنوع بخشی محصولات شیلاتی و تولید فرآورده‌های مختلف از گوشت ماهی در بسیاری از کشورها به سرعت رو به افزایش بوده و تنوع در این محصولات بسیار زیاد شده است. استفاده از فرمولاسیون مناسب و تجهیزات مدرن، امکان تولید فرآورده‌هایی را با طعم و ارزش غذایی بالا در اختیار مصرف کنندگان قرار داده است. در این رابطه در حال حاضر آبزیان مختلف به عنوان غذای اصلی، چاشنی و تقلاط استفاده می‌شوند. چاشنی‌ها شامل محصولاتی از قبیل انواع ترشی‌ها و مارینادها، سس‌های ماهی، میگو و غیره می‌باشند. انواع اسنک‌ها و ماهیان خشک و طعم‌دار نیز از محصولات شیلاتی بوده که به عنوان تقلاط مصرف می‌شوند. مورد دیگری که نیز می‌تواند باعث افزایش تنوع بخشی به محصولات شیلاتی گردد، غنی سازی سایر محصولات غذایی با گوشت و سایر ترکیبات آبزیان می‌باشد. با توجه به ارزش غذایی بالای آبزیان و ترکیبات آنها، غنی سازی سایر محصولات غذایی با آبزیان و ترکیبات آنها باعث افزایش ارزش غذایی محصولات پایه و ایجاد تنوع در محصولات تولیدی می‌گردد.

نان یکی از کالاهای ضروری و قوت روزانه مردم مصرفی می‌باشد. بر این اساس بحث تولید و توزیع آن از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد. نان‌ها انواع مختلفی دارند که بر اساس آداب اقوام و ملل مختلف متفاوت هستند. هر یک از انواع نان، به تناسب و فراخور اقلیم مردم منطقه طبخ می‌شوند. در همین راستا انواع مختلفی نان در کشور ایران تولید و مصرف می‌شود. فطیر، یکی از نان‌های شیرین سنتی می‌باشد که شکر، آرد، مایه خمیر، روغن، آب، جوش شیرین و بکینگ پودر مواد اصلی تشکیل دهنده آن هستند. فطیر اراک نیز یکی از معروفترین فطیرها به شمار می‌آید. این نان از نظر طعم دارای شیرینی ملایمی بوده و با مواد گوناگونی مانند کره، پنیر، مربا، عسل، خامه و ... قابل مصرف می‌باشد [۷]. پایه اصلی فطیر اراک همانند سایر نان‌ها، آرد گندم می‌باشد. پروتئین گندم فاقد برخی اسیدهای آمینه ضروری بدن و اسیدهای چرب غیراشباع بوده لذا این موارد باید از منابع دیگری جهت رفع نیازهای مصرف کنندگان تامین شوند [۸]. در این رابطه غنی سازی این محصولات با گوشت آبزیان که حاوی اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشند، می‌تواند باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای فطیر گردد. بر این اساس در مطالعه حاضر فطیر اراک با استفاده از گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و کپور نقره‌ای غنی سازی شده و در ادامه ارزش غذایی و ویژگی‌های کیفی نان‌های فطیر تهیه شده در دمای محیط ارزیابی شدند.

## مواد و روش‌ها

### تهیه و آماده سازی گوشت ماهی

ماهیان مورد مطالعه شامل کپور نقره‌ای و قزل‌آلای رنگین کمان به صورت تازه از مزارع پرورشی تهیه شده و در یخدان‌های عایق حاوی یخ با نسبت ۱ به ۲، به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان انتقال داده شدند. ماهیان بلافاصله در سالن تولید مرکز شستشو شده، عملیات تخلیه شکم و جداسازی سر انجام شد. سپس فیله ماهی به صورت دستی تهیه شده و با استفاده از دستگاه استخوان گیر، پوست و استخوان فیله‌ها جدا شده و عمل گوشتگیری انجام پذیرفت. در ادامه گوشت‌های چرخ شده با نسبت یک به یک با آب جوش حاوی ۵ درصد شکر به مدت ۳ دقیقه پخته شدند. گوشت چرخ و پخته ماهیان بعد از پخت، آبگیری شده و در بسته‌های پلی اتیلنی نیم کیلویی به روش وکیوم بسته بندی شدند. بسته‌های وکیوم شده در تونل انجماد منجمد و تا زمان استفاده در سردخانه (۱۸- درجه سانتیگراد) نگهداری شدند.

### تهیه فطیرهای شاهد

فطیر اراک بر اساس دستورالعمل کارگاه‌های فطیر اراک تهیه شد. بدین منظور ۴۰ کیلوگرم آرد نانوائی، ۱۸ کیلوگرم شکر، ۱۰ لیتر آب، ۵ لیتر روغن مایع گیاهی آفتابگردان و ۲ قاشق غذاخوری مایه خمیر به مدت ۱۰ دقیقه توسط دستگاه همزن صنعتی با یکدیگر مخلوط شدند. مخلوط بدست آمده به مدت یک شبانه روز در دمای محیط نگهداری شد. بعد از این مدت خمیر فطیر مجدداً توسط دستگاه همزن صنعتی مخلوط شده و در ادامه

از آن چانه‌هایی به وزن ۱۰۰ گرم تهیه گردید. سپس چانه به صورت گرد فرم دهی شده و سطح فطیرها با تخم مرغ همزده شده آغشته شد. در پایان فطیرها در تنور نانویی به مدت ۳ دقیقه در دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد پخته شدند.

### تهیه فطیرهای غنی شده

گوشت چرخ و پخته شده ماهیان کپور نقره‌ای و قزل‌آلای رنگین کمان در ابتدا، به نسبت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد به فرمولاسیون فطیرهای شاهد اضافه گردید (مجموعاً ۱۱ تیمار). در ادامه فطیرهای تهیه شده همانند فطیرهای شاهد پخته شده و ارزیابی حسی آنها در سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی انجام شد. براساس نتایج ارزیابی حسی، دو تیمار قزل‌آلای رنگین کمان ۵ درصد و کپور نقره‌ای ۱۰ درصد به عنوان تیمارهای منتخب تعیین شدند.

### نگهداری محصولات تهیه شده

تمامی فطیرهای شاهد و غنی شده (حاوی ۵ درصد قزل‌آلای رنگین کمان و ۱۰ درصد کپور نقره‌ای) به مدت ۹ روز در دمای محیط نگهداری شده و در طی این مدت در فواصل زمانی مختلف کلیه شاخص‌های شیمیایی، میکروبی، بافتی، حسی و رنگ آنها سنجش گردید.

### پراکسید

۱۵۰ گرم نمونه به کمک همزن مکانیکی با ۲۵۰ میلی لیتر کلروفرم به مدت ۵ دقیقه مخلوط گردید. سپس محلول صاف شده از کاغذ صافی حاوی سولفات سدیم خشک عبور داده شده و این محلول برای مراحل بعدی حفظ گردید. در ادامه ۱۰ میلی لیتر از این محلول در یک پتری دیش خشک و وزن شده ریخته و در زیر هود قرار داده شد. بعد از گذشت یک ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد و خشک شدن، پتری دیش در دسیکاتور قرار داده شد. بعد از سرد شدن پتری دیش مجدداً وزن شد. در ادامه ۲۵ میلی لیتر از محلول اولیه برداشته و به ۳۷ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال و ۱ میلی لیتر یدید پتاسیم اشباع اضافه شد. بعد از ۱ دقیقه ۳۰ میلی لیتر آب مقطر و کمی معرف چسب نشاسته به آن اضافه شد. ید آزاد شده با محلول ۰/۰۱ نرمال تیوسولفات سدیم تا ظهور رنگ شیرینی تیترا گردید. در ادامه مقدار پراکسید بر حسب میلی اکی والان گرم در کیلوگرم ماده چرب طبق رابطه ذیل محاسبه شد [9].

$$PV = (S \times N \times 1000) / W$$

S: میزان تیتراسیون، N: نرمالیت تیوسولفات سدیم، W: وزن روغن نمونه

### اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

۱۰ گرم از فطیرهای شاهد و غنی شده را همراه با ۲ گرم اسید منیزیم و ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر داخل بالن کلدال ریخته شد. در یک ارلن مایر مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید بوریک ۲ درصد (۲ گرم اسید بوریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به همراه چند قطره معرف متیل رد (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول) ریخته و ارلن مایر در زیر قیف کنداسور دستگاه قرار داده شد. در ادامه دستگاه تقطیر وصل شده و محتوی ارلن مایر حرارت داده شده تا به جوش آید. سپس عمل تقطیر برای مدت ۲۵ دقیقه ادامه یافت. بعد از این زمان، محلول تقطیر با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیترا گردید. عمل تیتراسیون تا جایی ادامه یافت که اسید بوریک دوباره قرمز گردد. مقدار TVB-N به صورت میلی‌گرم در صد گرم نمونه با توجه به معادله زیر محاسبه گردید [10].

$$TVB-N = 14 \times \text{حجم اسید سولفوریک مصرفی}$$

## پروفایل بافت

جهت بررسی تغییرات بافتی (آنالیز پروفایل بافت) فطیرهای شاهد و غنی شده از دستگاه بافت سنج استفاده گردید. بدین منظور از هر یک از فطیرهای تهیه شده، نمونه‌های یکسانی به ابعاد  $2 \times 2 \times 1$  سانتیمتر تهیه و آنالیز شدند. نمونه‌ها با استفاده از یک پروب سکه‌ای با قطر ۴ سانتی‌متر و نیروی وارده  $0.5/0$  نیوتن و با سرعت ۱ میلی‌متر در ثانیه در یک مرحله فشرده شدند. میزان فشرده شدن ۵۰ درصد ارتفاع نمونه‌ها بود [۱۱].

## رنگ

رنگ سنجی فطیرهای شاهد و غنی شده با استفاده از دستگاه رنگ سنج انجام پذیرفت. بدین منظور پارامترهای  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  قسمت میانی فطیرهای شاهد و غنی شده در چندین نقطه اندازه‌گیری شدند [۱۲].

## بار باکتریایی کل:

ابتدا ۱۰ گرم از فطیرهای شاهد و غنی شده جدا و با آب پیتونه مخلوط و سوسپانسیون اولیه تهیه گردید. بعد از تهیه رقت‌های مختلف، مقدار یک میلی‌لیتر از هر رقت برداشته و به پلیت‌ها تلقیح شد. سپس محیط کشت پلیت کانت آگار به پلیت‌ها اضافه و اجازه داده شد تا محیط کشت جامد گردد. در ادامه پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. بعد از تمام شده زمان انکوباسیون، کلنی‌ها شمارش شده و تعداد کلنی‌ها در هر گرم از نمونه بیان گردید [۱۲].

## شاخص‌های حسی

ارزیابی حسی بر مبنای سنجش رنگ، بو، طعم/مزه و بافت نمونه‌ها و با استفاده از فرم‌های هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد. جهت ارزیابی حسی ظروف حاوی فطیرهای شاهد و غنی شده با اعداد سه رقمی به همراه یک لیوان آب و فرم ارزیابی حسی، به ارزیاب‌ها عرضه شد. ترتیب ارائه نمونه‌ها به صورت کاملاً تصادفی انتخاب گردید. داده‌های بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه‌ها برای ارزیاب‌ها در هر بار با ۳ تکرار برای هر مرحله می‌باشد. درجه مقبولیت و ارزیابی کیفی هر یک از ویژگی‌های مورد نظر بین ۱ و ۵ امتیازبندی شده، بطوریکه امتیاز ۱ (غیر قابل قبول)، ۲ (قابل قبول)، ۳ (خوب)، ۴ (خیلی خوب) و ۵ (عالی) می‌باشد. لازم به ذکر است که جهت تعیین میزان گوشت ماهی قابل استفاده در فطیر اراک، ارزیابی‌های حسی مقدماتی در محل سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی انجام شد ولی جهت سنجش این ویژگی‌ها در طول دوره نگهداری در دمای محیط و یخچال، از اعضای پانل مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان استفاده شد.

## تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

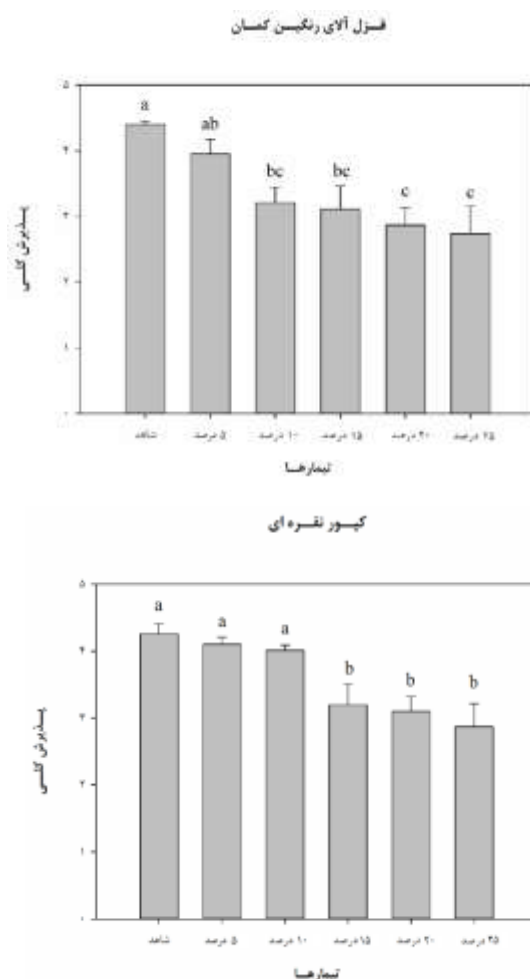
داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار بیان شدند. به منظور بررسی تفاوت بین گروه‌های مختلف از روش آنالیز واریانس یکطرفه (One way ANOVA) و آزمون دانکن استفاده شد. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS 16 و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار SigmaPlot استفاده شد.

## نتایج

### ارزیابی‌های حسی مقدماتی

گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و کپور نقره‌ای همانطور که در بخش مواد و روش‌ها عنوان شد در ابتدا با غلظت‌های ۵ تا ۲۵ درصد به فرمولاسیون فطیر اراک اضافه گردید و سپس ارزیابی‌های حسی توسط کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی جهت تعیین غلظت منتخب از هر یک از ماهیان صورت پذیرفت. نتایج ارزیابی حسی این مرحله در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از ارزیابی حسی، تیمارهای نان فطیر اراک حاوی ۵ درصد قزل‌آلای رنگین کمان و ۱۰ درصد کپور نقره‌ای نسبت به بقیه تیمارها امتیازات

بیشتری کسب کردند و بر این اساس به عنوان تیمارهای منتخب پذیرفته شدند. لذا این تیمارها به انضمام تیمار شاهد تهیه و در دمای محیط به مدت ۹ روز نگهداری و مورد ارزیابی قرار گرفتند.



شکل ۱: نتایج ارزیابی‌های حسی مقدماتی تیمارهای مختلف تحقیق

### ترکیب شیمیایی

جدول ۱ نتایج ترکیب شیمیایی فطیرهای تهیه شده در ابتدا و انتهای دوره‌ی نگهداری در دمای محیط را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزوده شدن گوشت ماهی میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر فطیرها افزایش یافت. تیمار حاوی گوشت فزل آلی رنگین کمان حاوی پروتئین بیشتری نسبت به بقیه تیمارها بود اما تیمار حاوی گوشت کیور نقره‌ای محتوی چربی بیشتری داشت.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی تیمارهای تحقیق در ابتدا و انتهای دوره نگهداری در دمای محیط

روز ۱ (ابتدای دوره)					
تیمارها	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	کربوهیدرات (درصد)
شاهد	۱۲/۰ ± ۵۲/۵۸ <sup>b</sup>	۱۳/۰ ± ۹۸/۴۶ <sup>a</sup>	۳۱/۱ ± ۷۶/۳۹ <sup>a</sup>	۲/۰ ± ۱۰/۰۴ <sup>a</sup>	۳۹/۳ ± ۶۴/۱۴ <sup>a</sup>
فزل آلی	۱۴/۰ ± ۴۲/۲۷ <sup>a</sup>	۱۴/۰ ± ۴۱/۳۴ <sup>a</sup>	۳۵/۰ ± ۷۸/۸۲ <sup>a</sup>	۲/۰ ± ۳۲/۰۸ <sup>a</sup>	۳۳/۲ ± ۰۷/۶ <sup>a</sup>
کیور نقره‌ای	۱۳/۰ ± ۸۶/۳۳ <sup>ab</sup>	۱۶/۰ ± ۲۷/۷۱ <sup>a</sup>	۳۵/۱ ± ۰۱/۱۲ <sup>a</sup>	۲/۰ ± ۲۷/۰۴ <sup>a</sup>	۳۲/۳ ± ۵۹/۲۴ <sup>a</sup>

روز ۹ (انتهای دوره دمای محیط)					
تیماها	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	کربوهیدرات (درصد)
شاهد	۱۰/۰ ± ۵۱/۴۵ <sup>a</sup>	۱۱/۰ ± ۹۷/۳۳ <sup>b</sup>	۲۹/۰ ± ۸/۶۷ <sup>b</sup>	۲/۰ ± ۲۴/۰۷ <sup>a</sup>	۴۶/۳ ± ۲/۵ <sup>a</sup>
قزل‌آلا	۱۲/۰ ± ۳۲/۳۱ <sup>a</sup>	۱۲/۰ ± ۸۷/۲۵ <sup>b</sup>	۳۳/۰ ± ۵۲/۵۹ <sup>a</sup>	۲/۰ ± ۲۵/۰۵ <sup>a</sup>	۳۹/۱ ± ۰/۴/۲۴ <sup>a</sup>
کپور نقره‌ای	۱۱/۰ ± ۱۷/۷۴ <sup>a</sup>	۱۵/۰ ± ۶۴/۳۲ <sup>a</sup>	۳۲/۰ ± ۷۱/۲۰ <sup>a</sup>	۲/۰ ± ۴۰/۰۸ <sup>a</sup>	۳۸/۲ ± ۰/۸/۶۱ <sup>a</sup>

حروف کوچک نشان دهنده معنی داری یک شاخص بین تیمارهای مختلف در یک روز می‌باشد.

### شاخص پراکسید

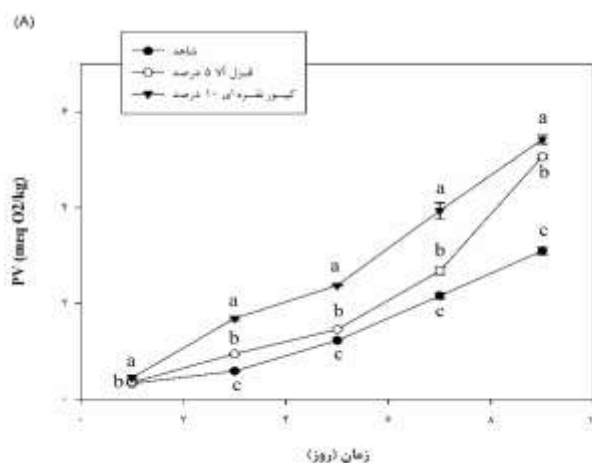
شکل ۲-A تغییرات میزان شاخص پراکسید نمونه‌های فطیر شاهد و فطیرهای غنی شده طی دوره نگهداری در دمای محیط را نشان می‌دهد. میزان پراکسید در همه تیمارها در طول زمان نگهداری در دمای محیط بطور معنی‌داری افزایش یافت. در انتهای دوره نگهداری، کمترین میزان پراکسید در تیمار شاهد (۳/۱ میلی اکسیژن بر کیلوگرم) و بیشترین میزان در تیمار حاوی کپور نقره ای (۵/۴۳ میلی اکسیژن بر کیلوگرم) و بعد از آن در تیمار حاوی قزل‌آلا (۵/۰۷ میلی اکسیژن بر کیلوگرم) اندازه‌گیری گردید.

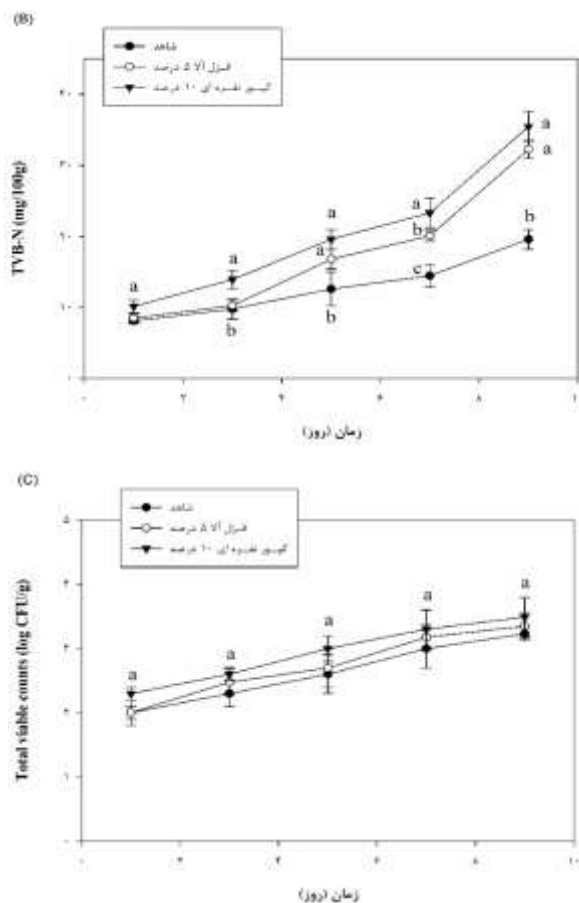
### شاخص TVB-N

تغییرات میزان TVB-N فطیرهای شاهد و فطیرهای غنی شده طی نگهداری در دمای محیط در شکل ۲-B نمایش داده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود با گذشت زمان ۹ روز در دمای محیط، مقدار TVB-N در تمامی تیمارها افزایش معنی‌داری داشت. در انتهای دوره نگهداری، کمترین میزان TVB-N در تیمار شاهد (۱۹/۶ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم نمونه) و بیشترین مقادیر به ترتیب در فطیرهای حاوی گوشت کپور نقره‌ای (۳۵/۴۷ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم) و پس از آن فطیرهای حاوی گوشت قزل‌آلای رنگین کمان (۳۲/۲۷ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم) مشاهده گردید.

### بار باکتریایی کل

نتایج تغییرات رشد بار باکتریایی کل نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی نگهداری در دمای محیط در شکل ۲-C نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در ابتدای دوره فطیرهای حاوی ۱۰ درصد کپور نقره‌ای (log CFU/g ۳/۴۹) دارای بار باکتریایی کل بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی قزل‌آلای (log CFU/g ۳/۳۵) و شاهد (log CFU/g ۳/۲۳) می‌باشند. همچنین در همه نمونه‌ها با افزایش زمان، میزان بار باکتریایی افزایش یافت. در انتهای دوره نیز فطیرهای حاوی گوشت ماهی نسبت به نمونه‌های شاهد (log CFU/g ۴) میزان بار باکتریایی بیشتری بودند و از بین آنها فطیرهای حاوی ۱۰ درصد کپور نقره‌ای (log CFU/g ۴/۷۸) دارای بار باکتریایی کل بیشتری داشتند.





شکل ۲: نتایج پراکسید، TVB-N و بار باکتریایی کل تیمارهای تحقیق طی دوره نگهداری در دمای محیط

### شاخص‌های بافتی

ویژگی‌های بافتی فطیرهای شاهد و غنی شده با گوشت ماهیان کپور نقره‌ای و قزل آلا طی نگهداری در دمای محیط در جدول ۲ نشان داده شده است. به صورت کلی در نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط با افزودن گوشت ماهیان مذکور به فرمولاسیون فطیر، پارامتر سختی<sup>۱</sup> کاهش یافت اما پارامترهای انسجام<sup>۲</sup> و فنریت<sup>۳</sup> افزایش یافت. کمترین مقادیر سختی در فطیرهای حاوی کپور نقره‌ای مشاهده شد. در طول زمان نگهداری در دمای محیط نیز با افزایش زمان میزان سختی همه تیمارها افزایش یافت.

جدول ۲: شاخص‌های بافتی و رنگی تیمارهای تحقیق طی دوره نگهداری در دمای محیط

ویژگی‌های بافتی					شاخص‌ها	تیمارها
زمان نگهداری (روز)						
۹	۷	۵	۳	۱		
۱۴±۳۱۰/۲۴ aA	۶±۲۷۸/۹۴ aA	۱۰±۲۷۴/۷۴ aA	۹±۱۷۱/۵۱ aB	۱۰±۱۵۸/۲۴ aB	Hardness	شاهد
۰/۰±۹۴/۰۷ aA	۰/۰±۸۸/۳۳ aAB	۰/۰±۹۰/۰۶ aAB	۰/۰±۸۹/۰۳ aAB	۰/۰±۷۶/۰۲ aB	Cohesiveness	
۰±۱/۱۱ aA	۰±۱/۱۴ aA	۰±۱/۰۹ aA	۰/۰±۹۸/۰۷ aA	۰/۰±۸۶/۰۵ aA	Springiness	

<sup>1</sup> Hardness

<sup>2</sup> Cohesiveness

<sup>3</sup> Springiness

۱۰±۲۵۶/۳۴ <sup>ba</sup>	۷±۲۴۸/۶۷ <sup>abAB</sup>	۱۰±۲۳۰/۵۷ <sup>abB</sup>	۸±۱۵۶/۴ <sup>aC</sup>	۵±۱۴۶/۳۴ <sup>aC</sup>	Hardness	قزل‌آلا ۵ درصد
۰/۰±۸۵/۱۱ <sup>aA</sup>	۰/۰±۸۹/۱ <sup>aA</sup>	۰/۰±۸۹/۰۴ <sup>aA</sup>	۰/۰±۸۷/۰۲ <sup>aA</sup>	۰/۰±۹۱/۰۵ <sup>aA</sup>	Cohesiveness	
۰±۱/۰۵ <sup>aA</sup>	۰±۱/۰۸ <sup>aA</sup>	۰±۱/۰۶ <sup>aA</sup>	۰/۰±۹۸/۰۵ <sup>aA</sup>	۰/۰±۹۸/۰۷ <sup>aA</sup>	Springiness	
۱۰±۲۳۴/۲۷ <sup>ba</sup>	۱۴±۲۳۴/۲۷ <sup>ba</sup>	۱۵±۲۱۰/۵۱ <sup>ba</sup>	۷±۱۵۳/۳۴ <sup>aB</sup>	۱۰±۱۱۷/۱۵ <sup>bb</sup>	Hardness	کپور نقره‌ای ۱۰ درصد
۰/۰±۷۳/۰۷ <sup>aB</sup>	۰/۰±۷۶/۰۵ <sup>aAB</sup>	۰/۰±۷۳/۰۲ <sup>aB</sup>	۰/۰±۹۱/۰۲ <sup>aA</sup>	۰/۰±۸۵/۰۳ <sup>aAB</sup>	Cohesiveness	
۰±۱/۰۶ <sup>aA</sup>	۰/۰±۸۶/۰۵ <sup>aA</sup>	۰±۱/۰۷ <sup>aA</sup>	۰±۱/۰۴ <sup>aA</sup>	۰/۰±۹۸/۰۵ <sup>aA</sup>	Springiness	
ویژگی‌های رنگی قسمت میانی فطیرها						
۷۰/۳±۳۱/۸۴ <sup>aA</sup>	۷۰/۳±۸۸/۵۲ <sup>aA</sup>	۷۱/۳±۴۷/۲۶ <sup>aA</sup>	۷۲/۱±۰۹/۵۰ <sup>aA</sup>	۷۲/۲±۴۲/۴۱ <sup>aA</sup>	<i>L</i>	شاهد
۶/۱±۵۷/۰۷ <sup>aA</sup>	۶/۰±۳۱/۴۳ <sup>aA</sup>	۶/۰±۴۸/۷۲ <sup>aA</sup>	۶/۰±۴۶/۷۴ <sup>aA</sup>	۶/۱±۵۵/۰۴ <sup>aA</sup>	<i>a</i>	
۱۲/۲±۳۷/۱۳ <sup>aA</sup>	۱۱/۱±۶۴/۲۲ <sup>aA</sup>	۱۲/۱±۶۶/۱۹ <sup>aA</sup>	۱۱/۱±۹۵/۳۵ <sup>aA</sup>	۱۲/۱±۰۹/۵۴ <sup>aA</sup>	<i>b</i>	
۶۷/۳±۲۴/۶۴ <sup>aA</sup>	۶۷/۲±۵۳/۲۹ <sup>aA</sup>	۶۸/۳±۰۹/۳۳ <sup>aA</sup>	۶۸/۳±۷۵/۴۱ <sup>aA</sup>	۶۹/۲±۲۲/۶۵ <sup>aA</sup>	<i>L</i>	قزل‌آلا ۵ درصد
۶/۰±۴۷/۳۴ <sup>aA</sup>	۶/۰±۷۹/۱۷ <sup>aA</sup>	۶/۰±۷۵/۸۴ <sup>aA</sup>	۷/۱±۰۵/۲۷ <sup>aA</sup>	۷/۱±۲۲/۲۴ <sup>aA</sup>	<i>a</i>	
۱۳/۱±۱۶/۴۱ <sup>aA</sup>	۱۲/۱±۳۸/۶۷ <sup>aA</sup>	۱۲/۱±۴۲/۲۳ <sup>aA</sup>	۱۲/۱±۴۱/۷۴ <sup>aA</sup>	۱۵/۱±۱۵/۰۳ <sup>aA</sup>	<i>b</i>	
۶۶/۴±۶/۷۳ <sup>aA</sup>	۶۷/۳±۵۲/۳۳ <sup>aA</sup>	۶۷/۲±۷۳/۷۸ <sup>aA</sup>	۶۷/۳±۷۷/۵۴ <sup>aA</sup>	۶۸/۲±۵۸/۴۲ <sup>aA</sup>	<i>L</i>	کپور نقره‌ای ۱۰ درصد
۶/۱±۸۶/۳۴ <sup>aA</sup>	۷/۰±۲۷/۷۷ <sup>aA</sup>	۶/۰±۸/۲۴ <sup>aA</sup>	۷/۱±۴۱/۲۷ <sup>aA</sup>	۰±۷/۹۷ <sup>aA</sup>	<i>a</i>	
۱۴/۰±۳۹/۵۶ <sup>aA</sup>	۱۳/۱±۱۵/۰۱ <sup>aA</sup>	۱۳/۱±۶۶/۲۴ <sup>aA</sup>	۱۵/۱±۳۱/۷۵ <sup>aA</sup>	۱۴/۰±۰۶/۸۳ <sup>aA</sup>	<i>b</i>	

حروف بزرگ نشان دهنده معنی داری یک شاخص در روزهای مختلف یک تیمار می‌باشد.

حروف کوچک نشان دهنده معنی داری یک شاخص بین تیمارهای مختلف در یک روز می‌باشد.

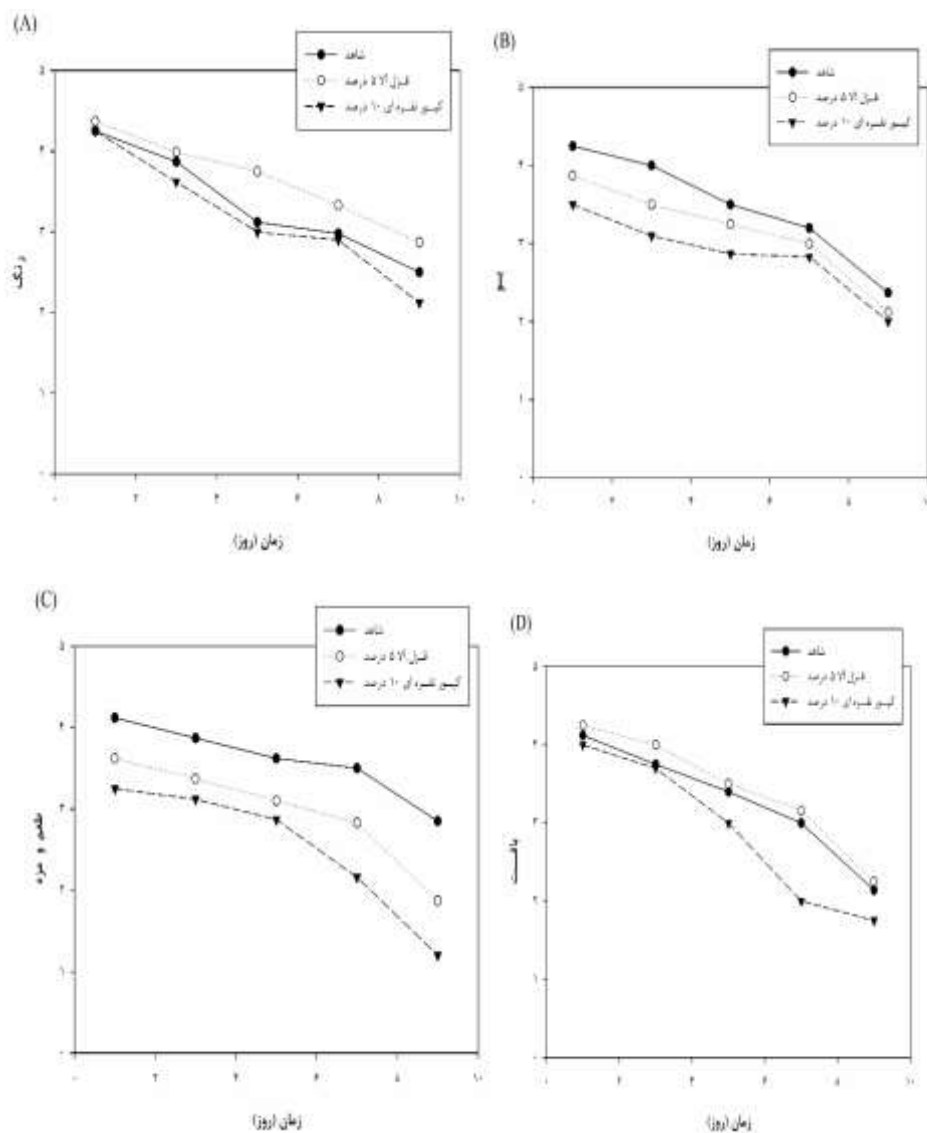
### شاخص‌های رنگ

جدول ۲ پارامترهای رنگی قسمت میانی فطیرهای شاهد و غنی شده طی زمان نگهداری در دمای محیط را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزودن گوشت ماهیان به فرمولاسیون فطیر، پارامتر *L* فطیرها کاهش نشان داد. بر عکس پارامترهای *a* و *b* افزایش یافتند. با افزایش زمان نیز همه پارامترها کاهش یافتند.

### شاخص‌های حسی

شکل ۳ نتایج ارزیابی شاخص‌های حسی (رنگ، بو، طعم/مزه و بافت) فطیرهای شاهد و غنی شده با گوشت ماهیان قزل‌آلا و کپور نقره‌ای طی نگهداری در دمای محیط را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود تمامی شاخص‌های حسی نمونه‌های فطیر شاهد و غنی شده با افزایش زمان ماندگاری، کاهش یافتند. از لحاظ شاخص رنگ، تیمار حاوی قزل‌آلا دارای مقادیر رنگ بالاتری نسبت به بقیه تیمارها می‌باشد. برعکس تیمار حاوی کپور نقره‌ای کمترین امتیاز از لحاظ رنگ را کسب نمود (شکل ۳-*A*). از لحاظ شاخص بو، از ابتدای تا انتهای دوره تیمار شاهد بیشترین امتیازات را کسب کرد و بعد از آن تیمار حاوی قزل‌آلا قرار داشت (شکل ۳-*B*). روند مشابهی نیز برای طعم و مزه نمونه‌ها مشاهده گردید. با این تفاوت که نمونه‌های شاهد تا انتهای دوره در محدوده قابل قبول بودند (امتیازات ۳ و بالاتر) اما نمونه‌های حاوی گوشت ماهیان از روز ۵ به بعد امتیازات کمتر از ۳ کسب کردند (شکل ۳-*C*). از نظر بافت، تیمار شاهد و تیمار حاوی قزل‌آلا امتیازات بالاتری نسبت به کپور نقره‌ای داشتند (شکل ۳-*D*).





شکل ۳: نتایج ارزیابی‌های حسی تیمارهای تحقیق طی دوره نگهداری در دمای محیط

### بحث و نتیجه‌گیری

در طی فرآیند فساد، مواد با وزن مولکولی کم و ترکیبات قلیایی، مانند آمونیاک، دی متیل آمین و تری متیل آمین تولید می‌شوند که بطور کلی تحت عنوان TVB-N شناخته می‌شوند. این ترکیبات در نهایت می‌توانند منجر به رد شدن محصول از نظر ارزیابی حسی گردند [۱۳]. بر این اساس TVB-N یکی از یک شاخص‌های تعیین تازگی و کیفیت محصول بحساب می‌آید. در این رابطه مقادیر TVB-N تا ۲۵ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم به عنوان کیفیت بالا، مقادیر ۲۶ تا ۳۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم به عنوان کیفیت خوب، مقادیر TVB-N ۳۱ تا ۳۵ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم حد قابل قبول و TVB-N بالای ۳۵ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم نیز به عنوان فساد در نظر گرفته می‌شود [۱۴]. همانطور که در شکل ۲-B نشان داده شد، مقدار TVB-N نمونه‌ها در طول دوره نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت. این روند افزایشی مقدار TVB-N را می‌توان به تجزیه پروتئین‌ها توسط فعالیت میکروب‌ها که منجر به دامیناسیون اسیدهای آمینه و تجمع مواد فرار پایه می‌شوند، نسبت داد [۱۵]. میزان TVB-N بیشتر در تیمار

کپور نقره‌ای نسبت به تیمار قزل‌آلا نیز می‌تواند ناشی از غلظت بیشتر گوشت و همچنین میزان بار باکتریایی بیشتر در این تیمار باشد. در تحقیقی که توسط Sahubawa و Pratomo (۲۰۲۲) [۱۶] انجام شد مشخص گردید که مقدار TVB-N یک ماهی حاوی سوریمی گربه ماهی آفریقایی طی نگهداری به طور مشخصی افزایش یافت. در تحقیق دیگری Klinik و همکاران (۲۰۰۷) [۱۷] گزارش دادند که مقدار TVB-N در طی نگهداری کلوچه‌های ساردین از میزان ۱۳/۶۶ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم در ابتدای دوره به میزان ۲۹/۵۵ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم در انتهای دوره افزایش یافت. در مطالعه حاضر نمونه‌های تیمار شاهد نگهداری شده در دمای محیط تا انتهای دوره نگهداری در حد قابل قبول TVB-N بودند ولی تیمارهای حاوی کپور نقره‌ای و قزل‌آلا تا روز ۷ در محدوده قابل قبول قرار داشتند.

اندازه‌گیری مقدار پراکسید پارامتری برای ارزیابی اکسیداسیون چربی‌ها بوده و این پارامتر نشان دهنده‌ی متابولیت‌های اولیه اکسیداسیون لیپیدها در یک محصول می‌باشد [۱۸]. میزان پراکسید در تمام دوره نگهداری در تمامی تیمارها طی نگهداری در دمای محیط به طور محسوسی افزایش یافت. میزان پراکسید در نمونه‌های شاهد کمتر از میزان آن در تیمارهای حاوی کپور نقره‌ای و قزل‌آلا بود. بالاتر بودن میزان پراکسید در نمونه‌های حاوی گوشت ماهیان می‌تواند ناشی از غلظت بیشتر گوشت در این تیمارها و به تبع آن میزان چربی بیشتر در این نمونه‌ها باشد. نتایج مشابهی توسط Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) [۱۹] برای بیسکویت غنی شده با کنسانتره پروتئینی ماهی کپور گزارش شد. در مطالعه دیگری Monteiro و همکاران (۲۰۱۹) [۲۰] گزارش کردند که نان حاوی پودر ماهی تیلاپیا دارای اکسیداسیون چربی بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد می‌باشد. در تحقیق دیگری Monteiro و همکاران (۲۰۱۶) [۲۱] نشان دادند که میزان اکسیداسیون در پاستای غنی شده با پودر زائادات تیلاپیا بلافاصله بعد از پخت افزایش می‌یابد. در مطالعه حاضر نمونه‌های تیمار شاهد تا انتهای دوره نگهداری در دمای محیط در حد قابل قبول پراکسید (۵ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم) بودند اما تیمارهای حاوی گوشت کپور نقره‌ای و قزل‌آلا تا روز ۷ در حد قابل قبول قرار داشتند.

در ابتدای دوره نگهداری در دمای محیط، میزان بار باکتریایی کل فطیرهای شاهد و غنی شده با گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و کپور نقره‌ای بین ۳/۲۴-۳/۴۹ log CFU/g اندازه‌گیری شد. این میزان بار باکتریایی در ابتدای دوره می‌تواند ناشی از آلودگی مجدد فطیرهای پخته شده در حین زمان سرد شدن و همچنین بسته بندی آنها باشد [۲۲ و ۲۳]. در طول دوره نگهداری نیز با افزایش زمان، میزان بار باکتریایی کل همه نمونه‌ها افزایش نشان داد و از بین آنها فطیرهای شاهد بار باکتریایی کل کمتری داشتند. بالاتر بودن میزان بار باکتریایی کل در فطیرهای غنی شده می‌تواند ناشی تفاوت میزان pH و همچنین ترکیب اسید آمینه‌ای آنها با فطیرهای شاهد باشد. در این رابطه Chang و همکاران (۲۰۲۳) [۲۴] دریافته‌اند که با افزایش میزان سطح ایزوله پروتئینی سویا به فرمولاسیون نان، ترکیب اسید آمینه‌ای نان تغییر یافته و میزان رشد باکتری استافیلوکوکوس در نان‌های غنی شده افزایش یافت. در مطالعه دیگری Grispoli و همکاران (۲۰۱۹) [۲۵] همبستگی مثبتی بین رشد استافیلوکوکوس اورئوس و سطوح لوسین و ایزولوسین در فرآورده شیر گزارش کردند. بر این اساس می‌توان عنوان کرد که در مطالعه حاضر نیز افزودن گوشت ماهی به فرمولاسیون فطیر باعث شده است که ترکیب اسید آمینه‌ای فطیر تغییر یافته و در طی زمان نگهداری باکتری‌ها بتوانند از گوشت و اسیدهای آمینه موجود در آن به عنوان ماده غذایی استفاده کرده و لذا میزان بار باکتریایی در نمونه‌های فطیر غنی شده افزایش پیدا کند.

میزان سختی نمونه‌ها با افزودن گوشت ماهی به فرمولاسیون فطیر کاهش یافت. میزان سختی بیشتر در فطیرهای شاهد می‌تواند ناشی از بافت متراکم‌تر آنها نسبت به فطیرهای غنی شده باشد. همچنین محتوی رطوبت بیشتر در فطیرهای غنی شده (جدول ۱) بیشتر بوده و لذا این فطیرها به طور کلی نرم‌تر و سختی کمتری نسبت به فطیرهای شاهد داشتند. Haber و همکاران (۲۰۱۹) [۲۶] نیز نتایج مشابهی برای نان‌های حاوی پودر ملخ گزارش کردند. در مطالعه حاضر همه تیمارها با افزایش زمان ماندگاری میزان سختی افزایش یافته است. این افزایش نیز می‌تواند به علت کاهش میزان رطوبت فطیرها در طی دوره نگهداری باشد (جدول ۱). قیطران پور و همکاران (۱۳۹۳) [۲۷] نشان دادند که میزان سختی دونات شاهد و غنی شده با درصد‌های مختلف ایزوله پروتئین سویا با افزایش زمان ماندگاری، افزایش می‌یابد. در مطالعه دیگری Monteiro و همکاران

(۲۰۱۹) [۲۰] نیز گزارش کردند که نان‌های شاهد و نان‌های حاوی درصد‌های مختلف پودر زانثات تیلایپا نیز با افزایش زمان ماندگاری، میزان رطوبت کمتری داشتند.

پارامتر  $L$  فطیرها با افزودن گوشت ماهیان کپور نقره‌ای و قزل‌آلا به فرمولاسیون فطیر، کاهش نشان داد. بر عکس پارامترهای  $a$  و  $b$  افزایش یافتند. میزان  $L$  کمتر در فطیرهای غنی شده می‌تواند ناشی از رنگ تیره‌تر گوشت ماهیان کپور نقره‌ای و قزل‌آلا نسبت به آرد گندم فرآوری شده باشد [۲۸ و ۲۱]. Monteiro و همکاران (۲۰۱۹) [۲۰] در مطالعه‌ای گزارش کردند که با افزودن پودر زانثات تیلایپا به نان، پارامتر  $L$  کاهش ولی پارامترهای  $a$  و  $b$  افزایش یافتند. در مطالعه حاضر با افزایش زمان ماندگاری میزان روشنی تمامی فطیرها، کاهش نشان داد. قیطران پور و همکاران (۱۳۹۳) [۲۷] نیز گزارش کردند که میزان روشنی پوسته و مغز (قسمت میانی) دونات حاوی ایزوله پروتئین سویا با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا و زمان ماندگاری، کاهش می‌یابد.

تمامی شاخص‌های حسی نمونه‌های فطیر شاهد و غنی شده با گوشت ماهیان، با افزایش زمان ماندگاری کاهش یافتند. علاوه بر این مشخص شد که با افزودن گوشت ماهیان به فرمولاسیون فطیر مقادیر پارامترهای بو و طعم/مزه در فطیرهای غنی شده نسبت به فطیرهای شاهد کمتر بوده و نمونه‌های شاهد از مقبولیت بیشتری برخوردار بودند. مقبولیت کمتر نمونه‌های غنی شده می‌تواند به علت بو و طعم ماهی باشد. مقبولیت کمتر در نمونه‌های حاوی گوشت کپور نقره‌ای نسبت به نمونه‌های حاوی قزل‌آلا نیز می‌تواند به علت استفاده شده بیشتر ماهی در این تیمار باشد. نتایج مشابهی در تحقیقات گذشته نیز گزارش شده است. در این رابطه معینی و همکاران (۱۳۸۸) [۲۹] گزارش کردند که طعم و مزه نان بروتشن حاوی ۱۰ درصد کنسانتره پروتئینی ماهی کپور نقره‌ای به طور معنی داری کمتر از نان شاهد بود. El-Sherif (۲۰۰۷) [۲۲] نشان داد که جایگزینی گوشت ماهی با آرد نخود، باقلا و سیب زمینی، پذیرش کلی کیک‌های ماهی (بیساریا) افزایش یافت. در مطالعه دیگری نیز مشخص شد که با افزایش میزان کنسانتره پروتئینی کوسه و ماهی کپور در فرمولاسیون بیسکویت، تمامی شاخص‌های حسی شامل ظاهر، رنگ، بافت، طعم/مزه و پذیرش کلی کاهش یافتند [۱۹].

بطور کلی براساس نتایج بدست آمده می‌توان عنوان نمود که نان‌های فطیر غنی شده با گوشت هر دو ماهی به رغم ارزش غذایی بیشتر، مدت زمان ماندگاری کمتری نسبت به نان‌های فطیر شاهد داشتند. در بین فطیرهای غنی شده، روند تغییرات کیفی در نمونه‌های حاوی گوشت قزل‌آلا کمتر بود.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از زحمات آقایان علی حسن پور سقالکساری و مهندس محمد صادقی گودرزی تقدیر و تشکر نمایند. از کلیه همکاران سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی که در ارزیابی حسی تیمارها مشارکت فعال داشته‌اند، همچنین آقای فراهانی مدیر محترم کارگاه فطیرپزی زرنان شهرستان اراک نیز جهت همکاری در تهیه و پخت نمونه‌های فطیر کمال تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

## منابع مالی

این پروژه با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی انجام شده است.

## منابع

1. Neiva CRP, Machado TM, Tomita RY, Furlan ÉF, Neto MJL, Bastos DHM. Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2011; 31: 973-979.
2. Rahimabadi A, Elyasi A, Sahari M, Zarea P. Effects of frying on chemical properties and fatty acids in fish finger produced by *Cyprinus carpio* minced meat and surimi. *Olum va Sanaye Ghazaei Journal*. 2011; 29: 1-9.
3. Adeoti IB, Hawboldt K. A review of lipid extraction from fish processing by-product for use as a biofuel. *Biomass and Bioenergy*. 2014; 63: 330-340.

4. Statistical Yearbook of Iranian Fisheries. Iranian Fisheries Organization, 2022.
5. Noghani F, Zarehgashti GH, Saiefzadeh M, Moradi Y, Khoshkhoo ZH, Etemadian Y, Kamali S. Comparison of qualitative characteristics of fish paste produced from minced Kilka (*Clupeonella cultriventris*) and Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Iranian scientific fisheries journal. 2018; 27(3): 111-120.
6. Chakariya N, Small sized fish paste (Prahoc) processing in Cambodia. International Journal of Environmental and Rural Development. 2011; 2(2): 36-41.
7. Mohebbali M, Eshaghi MZ, Khorshidpour B. Effect of substituting sugar by date syrup and grape syrup on rheological, physicochemical and sensory characteristics of Fatir bread. Food safety and processing. 2021; 1(2): 193-218.
8. Ghaffari S, Hosseini SV, Farhangi M, Boreiri M. Evaluation of chemical and physicochemical properties of toast enriched with silver carp protein concentrate (*Hypophthalmichthys molitrix*). Journal of Aquaculture Sciences. 2020; 7(13): 237-251.
9. National Standard of Iran No. 4179: Meat and its products, peroxide number in edible oils and fats. Iran Standard and Industrial Research Institute. 2004.
10. National Standard of Iran No. 1028: Meat and its products, measuring the amount of volatile nitrogen substances. Iran Standard and Industrial Research Institute. 2008.
11. Mohammadzadeh B, Rezaei M, Hossinezhad M, Barzegar M. Application of Inulin in Coating of the Fillet of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) using Alginate Sodium and its Effect on Sensory and Textural Properties of the Fried Product. Research and Innovation in Food Science and Technology. 2016; 5(2): 141-152.
12. Jeddi S, Jafarpour A, Yeganeh S, Naseri M. Evaluation of Color and Tissue of Rainbow Trout Fillet by Chitosan Edible Coating Incorporated with Marjoram Essential Oil during Refrigerated Storage. Journal of Fisheries Science and Technology. 2018; 7(1):33-39.
13. Dominguez-Aragon A, Olmedo-Martinez JA, Zaragoza-Contreras EA. Colorimetric sensor based on a poly(ortho-phenylenediamine-co-aniline) copolymer for the monitoring of tilapia (*Oreochromis niloticus*) freshness. Sensors and Actuators B: Chemical. 2018; 259: 170-176.
14. Huss HH. Quality and quality changes in fresh fish. Rome: Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations. 1995.
15. Huang L, Zhao J, Chen Q, Zhang Y. Nondestructive measurement of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in pork meat by integrating near infrared spectroscopy, computer vision and electronic nose techniques. Food Chemistry. 2014; 145: 228-236.
16. Sahubawa L, Pratomo SA. Nutritional Composition and Consumer Preference Level from Hanpen Fish Cake Based on African Catfish Surimi and Cassava Flour. 11th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science. 2022.
17. Kilinc B. Microbiological, Sensory and color changes of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. Journal of Muscle Foods. 2007; 20: 129-137.
18. Akcan T, Estevez M, Serdaroğlu M. Antioxidant protection of cooked meatballs during frozen storage by whey protein edible films with phytochemicals from *Laurus nobilis* L. and *Salvia officinalis*. LWT-Food Science and Technology. 2017; 77: 323–331.
19. Mohamed GF, Sulieman AM, Soliman NG, Bassiuny SS. Fortification of Biscuits with Fish Protein Concentrate. World Journal of Dairy & Food Sciences. 2014; 9(2): 242-249, 2014.
20. Monteiro MLG, Mársico ET, Junior MSS, Caliani M, Conte-Junior CA. Physicochemical stability of bread fortified with tilapia-waste flour. CYTA – Journal of food. 2019; 17(1): 36–43.
21. Monteiro MLG, Mársico ET, Soares Junior MS, Magalhães AO, Canto ACVCS, Costa-Lima BRC, Conte-Junior CA. Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. PloS one. 2016; 11(12): 1–17.
22. El-Sherif SAA. Evaluation of fish cakes processed from bissaria fish (*Atherina hepsetia*). Mansoura university journal of agricultural sciences. 2007; 32(3): 2071-2083.
23. Umaraw P, Chauhan G, Mendiratta SK, Verma AK, Arya A. Effect of oregano and bay as natural preservatives in meat bread for extension of storage stability at ambient temperature. Journal of Food Processing and Preservation. 2020; 44(4): e14375.
24. Chang YH, Chang CM, Chuang PT. Shelf-Life Assessment of Bread Partially Substituted with Soy Protein Isolate. Applied Science. 2023; 13: 3960.
25. Grisoldi L, Karama M, Ianni F, La Mantia A, Pucciarini L, Camaioni E, Sardella R, Sechi P, Natalini B, Cenci-Goga BT. The relationship between *S. aureus* and branched-chain amino acids content in composite cow milk. Animals. 2019; 9: 981.

26. Haber M, Mishyna M, Martinez JJI, Benjamin O. The influence of grasshopper (*Schistocerca gregaria*) powder enrichment on bread nutritional and sensorial properties. *LWT-Food Science and Technology*. 2019; 115: 108395.
27. Ghaitaranpour A, Elahi M, Najafi MN, Mohebbi M. Studying the effect of wheat flour fortification with soy protein isolate on quality characteristics of doughnut during storage time. *Research and Innovation in Food Science and Technology*. 2014; 3(4): 307-316.
28. Coker OJ, Sobukola OP, Sanni LO, Bakare HA, Kajihusa OE, Adebowale AA, Tomlins K. Quality attributes of cassava-fish crackers enriched with different flours: An optimization study by a simplex centroid mixture design. *Journal of Food Process Engineering*. 2017; 40(3): 1-11.
29. Moeini S, Rahimzade E, Khanipour AS. Enrichment of Brotchen bread by fish protein concentrate of silver carp (*Hypophthalmichthys molyrix*). *Journal of marine science and technology*. 2009; 88-95.

## Fortification of Fatir bread with rainbow trout and silver carp meat and evaluation of its quality attributes during ambient temperature

Seyed Hassan Jalili<sup>1\*</sup>, Mehdi Alboofetileh<sup>1</sup>, Hassan Akbari<sup>2</sup>, Fereshteh Khodabandeh<sup>1</sup>, Yazdan Moradi<sup>3</sup>, Masoumeh Rahnama Sangachini<sup>1</sup>, Mina Seifzadeh<sup>1</sup>, Esmail Safari<sup>1</sup>

1. Fish Processing Technology Research Center, Iranian Fisheries Science Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran.

2. Management of Fisheries, Organization of Agriculture-Jahad-Markazi, Ministry of Agriculture Jihad, Arak, Iran.

3. Iranian Fisheries Science Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

### ABSTRACT

**Aims:** Purpose of present study was production of Fatir bread fortified with rainbow trout and silver carp meats and evaluation of its quality attributes during ambient temperature.

**Materials & Methods:** Different concentrations of rainbow trout and silver carp meat (5, 10, 15, 20 and 25%) were added to the Fatir bread and sensory properties of prepared bread were measured. Then, selected treatments were stored for 9 days at ambient temperature and during this time the quality attributes were evaluated.

**Findings:** Results of initial sensory evaluations were showed that the Fatir bread containing 5% of rainbow trout and 10% of silver carp were accepted from the sensory point of view. Results also demonstrated that the protein, lipid and moisture content of bread were increased with addition of fish meat. Fatir bread fortified with fish meat had higher TVB-N, peroxide and total viable bacteria during ambient storage period. In terms of flavor index, the control Fatir bread was acceptable until the end of the storage period, however, the breads fortified with fish meat were within the acceptable range until day 5.

**Conclusion:** Can be concluded that although fortified breads showed higher nutritional value, they had lower shelf life than control bread. Between fortified breads, the quality changes were lower in the bread containing rainbow trout meat.

**KEYWORDS:** Fatir bread, Rainbow trout, Silver carp, Fortification, Fish processing.

### ARTICLE TYPE

Original Research

### ARTICLE HISTORY

Received: 12 oct 2023

Accepted: 4 Feb 2024

ePublished: 20 Feb  
2024

\* Corresponding Author:

Email address: jalilish@yahoo.com

Tel: 01344560091

© Published by Tarbiat Modares University

ISSN: 2322-5513