University of Guilan with collaboration of Iranian Aquaculture Society

Aquatic Animals Nutrition

Vol. 9, No. 2, 2023, pages: 25-38
DOI: 10.22124/janb.2023.24568.1204

Effects of drying by industrial and traditional methods on chemical, microbial, organoleptic characteristics, and shelf-life of flavored dried common Kilka, *Clupeonella caspia*

Reza Taati[1], Mina Seifzadeh[2]*

1- Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran
2- National Fish Processing Research Center, Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Received 30 March 2023	Revised 15 June 2023	Accepted 20 June 2023

KEYWORDS

Common Kilka
Industrial dryer
Quality
Shelf-life
Traditional dryer

ABSTRACT

The purpose of this study was to produce a dry product from the whole common Kilka, *Clupeonella caspia* and to investigate the effect of drying on the nutritional value, microbial, chemical and organoleptic alterations during the storage time. The treatments included drying Kilka by two traditional and industrial methods and keeping in the ambient condition for 75 days. *Staphylococcus*, Coliform, *Escherichia coli*, and *Salmonella* were not observed in the experimental treatments. Mold and yeast were observed in the traditional and industrial treatments after 45 and 60 days, respectively. Salt absorption in the treatments was 24%. The total bacterial count (6.45-6.72 log CFU/g) was lower in the industrial treatment compared to the traditional one. Protein (43.28-43.7%) and fat (11-11.7%) were higher in the industrial treatment compared to traditional method. However, ash (10.30-11.7%) and moisture (18.50-27.40%) were higher in traditional treatment compared to industrial one. The sensory characteristics were evaluated better in the industrial treatment compared to the traditional treatment, exhibiting a significant difference during the storage time ($p<0.05$). TVB-N (industrial: 12.48-29.50; traditional: 12.61-29.36 mg/100g), PV (traditional: 0.09-5; industrial: 0.06-4.75 meq/kg oil), and TBARS in industrial treatment (0.02-0.99) had better quality ($p<0.05$) compared to traditional one (0.03-0.97 mg/kg). The industrial and traditional treatments displayed favorable microbial, chemical, and sensory characteristics in the ambient condition for 60 and 45 days, respectively.

*Corresponding author: M_seifzadeh_ld@yahoo.com

دانشگاه گیلان با مشارکت انجمن آبزی‌پروری ایران

تغذیه آبزیان

سال نهم، شماره دوم، تیر ۱۴۰۲، صفحات ۳۸-۲۵

DOI: 10.22124/janb.2023.24568.1204

"مقاله پژوهشی"

تأثیر خشک کردن به روش های صنعتی و سنتی بر ویژگی های شیمیایی، میکروبی، حسی و زمان ماندگاری کیلکای معمولی (*Clupeonella caspia*) خشک طعم دار

رضا طاعتی[۱]، مینا سیف زاده[۲*]

۱- گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش. ایران

۲- مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، انزلی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۳۰

چکیده

مطالعه حاضر با هدف تولید فرآورده خشک از کیلکای معمولی کامل (*Clupeonella caspia*) و بررسی اثر خشک کردن بر ارزش غذایی، تغییرات میکروبی، شیمیایی و حسی طی زمان نگهداری انجام شد. تیمارها شامل کیلکای خشک شده به دو روش سنتی و صنعتی به مدت ۷۵ روز در محیط نگهداری شدند. استافیلوکوکوس، کلی‌فرم، اشریشیاکلی و سالمونلا در تیمارهای آزمایشی مشاهده نشدند. کپک و مخمر در تیمارهای سنتی و صنعتی به ترتیب بعد از ۴۵ و ۶۰ روز مشاهده شدند. جذب نمک در تیمارها ۲۴٪ بود. تعداد کلی باکتری‌ها (۶/۷۲ logCFU/g-۶/۴۵) در تیمار صنعتی در مقایسه با سنتی کمتر بود. پروتئین (۴۹/۷-۴۳/۲۸٪) و چربی (۱۱/۷-۱۱٪) در تیمار صنعتی در مقایسه با سنتی بیشتر بودند، اما خاکستر (۱۱/۷-۱۰/۳٪) و رطوبت (۲۷/۴-۱۸/۵٪) در تیمار سنتی نسبت به صنعتی بیشتر بود. ارزیابی خصوصیات حسی در تیمار صنعتی در مقایسه با سنتی بهتر بود و طی زمان نگهداری تفاوت معنی‌دار داشت ($p<0/05$). TVB-N (صنعتی: ۲۹/۵-۱۲/۴۸ و سنتی: ۲۹/۳۶ mg/100g-۱۲/۶۱)، PV (سنتی: ۵-۰/۰۹ و صنعتی: ۴/۷۵ meq/kg oil-۰/۰۶) و TBARS در تیمار صنعتی ۰/۹۹-۰/۰۲ در مقایسه با سنتی mg/kg ۰/۹۷-۰/۰۳ از کیفیت بهتری برخوردار بودند ($p<0/05$). تیمارهای صنعتی و سنتی به ترتیب ۶۰ و ۴۵ روز در شرایط محیطی خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی مطلوبی داشتند.

کلمات کلیدی

خشک کن سنتی خشک‌کن صنعتی زمان ماندگاری کیلکای معمولی کیفیت

نویسنده مسئول: M_seifzadeh_ld@yahoo.com

مقدمه

امروزه مسئله کمبود پروتئین، فواید استفاده از پروتئین آبزیان و وجود منابع فراوان غذاهای دریایی در دنیا، انگیزه‌ای مناسب برای وارد کردن آبزیان به رژیم غذایی مردم به شمار می‌رود. با نگاهی گذرا به وضعیت معیشت مردم، افزایش شمار خانواده‌های کوچک و تک نفره و مسئله کمبود وقت در تهیه غذا، اندیشه تولید و عرضه یک محصول غذایی آماده یا نیمه آماده مانند برخی فرآورده‌های دریایی راه حلی مناسب به نظر می‌رسد (خانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶).

مصرف آبزیان در کشورهای توسعه یافته از آهنگ رشد سریعی برخوردار بوده است. در سال ۱۹۶۰، ۶۷٪ از صید به مصرف انسانی رسید که این آمار در سال ۲۰۲۰ به ۸۷٪ افزایش یافت (FAO, 2022). در سال ۲۰۲۰ متوسط سرانه مصرف آبزیان در جهان ۲۰/۲ کیلوگرم تعیین شد (FAO, 2022). این در حالی است که مصرف سرانه آبزیان در کشور ما ۱۳/۸ کیلوگرم است (دفتر برنامه‌ریزی و بودجه، ۱۴۰۱).

آمار موجود و نیز ارزیابی بازار ماهی و آبزیان در کشور ما حاکی از آن است که گرایش و تقاضای مردم برای مصرف انواع آبزیان وضعیت مناسبی ندارد. به‌رغم وجود منابع شیلاتی قابل توجه در ایران، تقاضای مصرف ماهی عموماً به‌صورت فصلی و مقطعی بوده است. محصولات آماده مصرف مانند انواع محصولات غذایی نانی شده (سوخاری)، برگر و ناگت به لحاظ عدم نیاز به پخت و مشکلات فرآوری به‌عنوان غذای طعم‌دار آماده مصرف در سرتاسر جهان به خصوص نوجوانان و کودکان مورد استقبال واقع شده است (Al Banna et al. 2022). در ایران، به‌رغم پیشرفت‌های به عمل آمده در تولید و عرضه آبزیان، هنوز فرآورده‌های غذایی جدید و آماده مصرف از تنوع لازم برخوردار نیست و این وضع طبعاً باعث عدم عرضه محصولات گوناگونی شده است که در جهان از آبزیان قابل تهیه و تولید است.

شگ‌ماهیان (Clupeidae) از منابع تجدیدشونده دریای خزر هستند. در سال ۱۳۹۵ حجم صید کیلکاماهیان در دریای خزر ۲۲۴۲۹ تن بود که این رقم در سال ۱۴۰۰ به ۲۰۱۳۸ تن رسید (دفتر برنامه ریزی و بودجه، ۱۴۰۱). اما متأسفانه مصرف انسانی گونه‌های مختلف کیلکاماهیان به دلیل جثه ریز آنها، سهولت فساد، عدم امکان تخلیه امعا و احشا بلافاصله پس از صید، مشکلات موجود در نگهداری، بسته‌بندی و عرضه بهداشتی بسیار پایین، در حدود ۵٪ از ماهیان صید شده است و مابقی (۹۵٪) برای تولید آرد ماهی در صنایع دام و طیور استفاده می شود. کیلکاماهیان به‌صورت تازه از استقبال مناسبی برخوردار نیستند، در صورتی که جزء ماهیان با ارزش غذایی بالا به‌شمار می‌روند (Seifzadeh, 2014). از این رو، می‌توان از آنها به عنوان یکی از ماهیان مناسب برای ماده اولیه در تولید انواع محصولات استفاده کرد. علاوه بر این، کیلکاماهیان دارای خصوصیات مثبت بسیاری هستند که سبب می‌شود به‌عنوان مواد اولیه در صنایع تبدیلی استفاده شوند. از جمله این خصوصیات می‌توان به ذخایر قابل توجه این ماهیان در دریای خزر، دارا بودن حدود ۱۹-۱۶٪ پروتئین، غنی بودن از اسیدهای آمینه ضروری، داشتن عناصر مهمی مانند ید و آهن، حضور مقادیر بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا-۳، امکان دسترسی به صید خالص بدون صید صنعتی، قیمت تمام شده پایین عملیات صید، جدا شدن آسان فلس از بدن ماهی در فرآوری بدون نیاز به تجهیزات فلس‌گیری اشاره کرد (خانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶ و رهنما و همکاران، ۱۳۹۹).

افزایش جمعیت از یک سو، کمبود منابع پروتئینی و قیمت بسیار پایین این ماهی در قیاس با دیگر منابع پروتئینی از سوی دیگر، لزوم برنامه ریزی به‌منظور ورود این گونه ماهی را به سر سفره مصرف‌کنندگان توجیه می‌کند. به همین دلیل، به‌نظر می‌رسد تولید فرآورده‌های غذایی جدید و آماده مصرف از کیلکا ماهیان مانند کیلکای خشک طعم‌دار بتواند میزان مصرف انسانی آن را افزایش دهد و در بعد وسیع‌تر، منجر به افزایش سرانه مصرف ماهی شود (Akter et al. 2018; Gutema and Hailemichael, 2021).

یکی از دلایل اصلی کاهش مصرف آبزیان در ایران در مقایسه با دیگر کشورها، مشکلات مصرف‌کنندگان در تمیز کردن و آماده‌سازی ماهیان، عدم وجود تنوع در فرآورده‌های دریایی آماده مصرف و بسته‌بندی شده است. این در حالی است که در جهان امروز به لحاظ تغییرات فرهنگی و اجتماعی و توسعه زندگی شهری، گرایش به مصرف غذاهای آماده بسیار زیاد است. از این رو، به نظر می‌رسد که تولید فرآورده سوخاری از ماهی کیلکا بتواند ضمن تأمین بخشی از نیازهای پروتئینی جامعه، استفاده ناصحیح این ماهیان در تولید آرد ماهی را کاهش دهد (Seifzadeh, 2014).

خانی‌پور و همکاران (۱۳۹۶) فرآورده خشک طعم‌دار را از کیلکا (*Clupeonella cultriventris*) تهیه کردند. یاسمی و همکاران (۱۴۰۰) موتوی معمولی (*Encrasicholina punctifer*) را به روش سنتی و با نور خورشید خشک کردند. هدایتی فرد و همکاران (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) را توسط خشک‌کن خشک کردند. عالمی (۱۴۰۱) قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) را توسط خشک‌کن حرارتی خشک کرد. این پژوهشگران به فرآورده‌ای با ارزش غذایی و زمان ماندگاری بالاتر دست یافتند. بنابراین، مطالعه حاضر با اهداف تولید فرآورده‌های غذایی جدید و آماده مصرف از کیلکای معمولی مانند کیلکای خشک طعم‌دار و بررسی تأثیر فرآیند خشک کردن به روش‌های سنتی و صنعتی بر ارزش غذایی، ویژگی‌های حسی، میکروبی، شیمیایی و ماندگاری محصول تولید شده، ایجاد تنوع در محصولات و ایجاد ارزش افزوده برای ماهی کیلکا انجام شد. از آنجا که این ماهیان بسیار مستعد فساد در طی عمل‌آوری هستند، لذا تلاش شده تا با حداقل دستکاری و بدون چرخ کردن و تولید خمیر از آنها محصولی جدید و آماده مصرف تهیه شود.

مواد و روش ها

نمونه برداری

ماهیان صید شده در مخلوط آب و یخ به نسبت ۲ برابر وزن ماهی با استفاده از مخزن CSW[1] به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان واقع در بندر انزلی (استان گیلان) انتقال داده شدند (Codex, 2018).

عمل آوری

برای اجرای این مطالعه ۲ تیمار شامل کیلکای طعم‌دار خشک شده به روش سنتی و صنعتی در نظر گرفته شد. برای طعم‌دار کردن ماهیان به صورت لایه به لایه به نسبت ۱ به ۱ نمک و ماهی قرار داده شد (خانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). زمان نمک‌گذاری ۲۴ ساعت در دمای محیط (۲۵ °C) طول کشید. در مرحله بعدی، ماهیان با استفاده از آب سرد شرب و بهداشتی شستشو شدند. سپس، به سیخ کشیده شدند، که از ناحیه چشم ماهی‌ها انجام شد و سیخ‌ها در قفسه‌ها قرار داده شدند. بعد از این مرحله، خشک کردن به دو روش صنعتی و سنتی انجام شد. در روش صنعتی، کیلکاهای طعم‌دار در دستگاه خشک‌کن (آتموس) طی ۲۴ ساعت در دماهای ۴۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس، کیلکاهای خشک شده از دستگاه خشک‌کن خارج و سرد شدند. برای خشک کردن به روش سنتی، کیلکاهای طعم‌دار در فضای باز و سایه (به طور متوسط ۸ الی ۱۰ ساعت آفتاب در روز و دمای حداکثر ۲۸ °C طی مدت زمان ۳-۲ روز) با توری به صورت سنتی خشک شدند (Codex, 2018). سپس در کیسه‌های متالایز قرار گرفته و توسط دستگاه دوخت پلاستیک در دمای ۱۸۰ °C-۱۶۰ طی ۲۰ ثانیه درب‌بندی شدند. تیمارها جعبه‌گذاری شده و به مدت ۷۵ روز در دمای محیط نگهداری شدند.

آزمایش‌ها

کیفیت تیمارها توسط آزمایش‌های میکروبی، شیمیایی و حسی بررسی شد. برای ارزیابی کیفی، نمونه برداری در فاز ۱ (زمان تولید) و در ادامه فازهای بعدی (۲، ۳، ۴ و ۵) هر ۱۵ روز یک بار در ۳ تکرار انجام شد. طی زمان نگهداری تیمارها از نظر فاکتورهای شیمیایی شامل پراکسید به روش تیتراسیون یدومتریک، تیوباربیتوریک اسید به روش رنگ سنجی و مجموع بازهای آلی فرار به روش تیتراسیون (FAO, 1986)، خصوصیات حسی شامل بو، طعم و مزه، رنگ و بافت به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (Gilbert, 2013) و عوامل میکروبی از جمله تعداد کلی باکتری‌ها (Maturin and Peeler, 2001; Andrews and Hammack, 2003)، سالمونلا (Andrews and Hammack, 2001)، استافیلوکوکوس (Bennett and Lancette, 2001)، کلی فرم (Feng et al. 2002)، اشریشیاکلی (Feng et al. 2002) و کپک و مخمر (Tournas et al. 2001) به روش کشت ارزیابی شدند. همچنین، ارزش غذایی محصول شامل رطوبت به روش آون خشک، پروتئین به روش هضم اسیدی، چربی به روش سرد لی و خاکستر به روش تعیین گراویمتریک تعیین شد (FAO, 1986). شوری توسط شوری سنج (ATAGO ژاپن سری PAL) در محصول نهایی اندازه‌گیری شد. ارزیابی حسی توسط ۳۰ نفر ارزیاب آموزش دیده زن و مرد

[1] Chilles sea water

که دارای میانگین سنی ۴۰-۳۰ سال بودند، انجام شد. برای درجه مقبولیت و ارزیابی کیفی هر یک از خصوصیات مورد نظر امتیاز ۵-۱ در نظر گرفته شد. امتیازهای ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ به ترتیب به خیلی خوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد تعلق گرفت. نمونه‌برداری به صورت کاملاً تصادفی انجام شد.

سنجش آماری

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی برنامه-ریزی و اجرا شد. سپس داده‌ها برای مقایسه دو روش خشک کردن سنتی و صنعتی، تعیین میزان تغییرات شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی در تیمارها، وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر حاصل از هر شاخص طی زمان نگهداری و بررسی تأثیر زمان نگهداری روی تغییر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی با استفاده از آزمون واریانس دو طرفه و تست Tukey برای مقایسه میانگین‌ها سنجش شد. اختلاف بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف در سطح معنی داری ۵٪ تعیین شد. تجزیه و تحلیل توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد. برای بررسی اثر فرآیند حرارتی بر ارزش غذایی و ماندگاری فرآورده در سطح ۵٪ از آزمون t-test مستقل (Independent-test) استفاده شد.

نتایج

جذب نمک در تیمارها ۲۴٪ بود. ترکیبات غذایی به-خصوص مقدار رطوبت و پروتئین، قبل از تولید و پس از خشک کردن، دچار تغییرات قابل توجهی شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده میزان رطوبت در کیلکای خام ۷۲/۷٪ تعیین شد که بعد از خشک کردن در تیمار سنتی ۲۷/۴٪ و صنعتی ۱۸/۵٪ اندازه گیری شد ($p<0/05$). رطوبت کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت و در روش صنعتی درصد تغییرات رطوبت بیشتر بود. میزان پروتئین در کیلکا قبل از تولید ۱۸/۲٪ بود که پس از تولید در کیلکای خشک سنتی و صنعتی به ترتیب به ۴۳/۲۸ و ۴۹/۷ رسید ($p<0/05$). با توجه به نتایج آماری، درصد چربی در تیمارهای خشک سنتی (۱۱٪) و صنعتی (۱۱/۷٪) در مقایسه با ماهی خام (۴٪) افزایش یافتند. در تیمار صنعتی درصد چربی بیشتر تعیین شد، اما اختلاف معنی‌دار نبود ($p>0/05$). درصد خاکستر در تیمارهای خشک سنتی و صنعتی افزایش نشان داد. در تیمار سنتی در صد خاکستر نسبت به تیمار صنعتی افزایش داشت، اما افزایش معنی‌دار نبود ($p>0/05$).

جدول ۱ مقایسه نتایج ارزش غذایی در کیلکای خشک شده به روش های سنتی و صنعتی و ماهی خام (درصد بر اساس وزن خشک)

شاخص تیمار	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر
صنعتی	۱۸/۵۰ ± ۰/۱۵^{c}	۴۹/۷۰ ± ۰/۱۲^{a}	۱۱/۷۰ ± ۰/۱۹^{a}	۱۰/۳ ± ۰/۱۱^{a}
سنتی	۲۷/۴۰ ± ۰/۱۲^{b}	۴۳/۲۸ ± ۰/۲۹^{b}	۱۱ ± ۰/۱۹^{a}	۱۱/۷ ± ۰/۳۵^{a}
ماهی خام	۷۲/۷۰ ± ۰/۲۳^{a}	۱۸/۲۰ ± ۰/۱۹^{c}	۴ ± ۰/۱۸^{b}	۱/۸ ± ۰/۴۱^{b}

حروف متفاوت در یک ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار است ($p <0/05$).

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان TVB N در تیمارهای سنتی و صنعتی روند افزایشی داشت و در خشک سنتی بعد از ۴۵ روز و در تیمار صنعتی بعد از ۶۰ روز از محدوده پذیرش بر اساس Connell (۲۰۱۷) (۳۰-۳۵ mg/۱۰۰g) خارج شد. TVB-N طی زمان نگهداری در تیمارهای خشک صنعتی و سنتی تغییرات معنی‌دار نشان داد ($p<0/05$). میزان TBA در تیمار های خشک سنتی و صنعتی طی زمان نگهداری افزایش داشت، به‌طوری که بیشترین آنها در تیمار سنتی در فاز ۴ و در تیمار صنعتی در فاز ۵ اتفاق افتاد. این عامل در تیمار صنعتی تا فاز ۵ نگهداری و در تیمار سنتی تا فاز ۳ نگهداری تفاوت معنی‌دار نشان نداد ($p>0/05$). میزان پراکسید در طی دوره نگهداری در تیمارهای سنتی و صنعتی تفاوت معنی‌دار داشت ($p<0/05$). میزان تغییراتPV در خشک

سنتی بین ۵-۰/۰۹ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی و در خشک صنعتی بین ۴/۷۵-۰/۰۳ میلی‌اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی متغیر بود.

همان طور که در جدول ۳ ارائه شده است، تعداد کلی باکتری‌ها در تیمارهای خشک سنتی به مدت ۴۵ روز و صنعتی به مدت ۶۰ روز در محدوده قابل پذیرش بود. خصوصیات میکروبی در تیمار صنعتی در مقایسه با سنتی ارزیابی بهتری داشت. از فاز ۳-۱ در تعداد کلی باکتری‌ها بین تیمارهای صنعتی و سنتی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد ($p>0/05$). اما در فاز ۴ بین این تیمارها در تعداد کلی باکتری ها تفاوت معنی دار وجود داشت ($p<0/05$). آلودگی به کلی‌فرم، اشریشیاکلی، سالمونلا و استافیلوکوکوس در تیمارهای سنتی و صنعتی مشاهده نشد. کپک و مخمر در تیمار سنتی بعد از ۴۵ روز و در تیمار صنعتی بعد از ۶۰ روز مشاهده شدند.

با توجه به جدول ۴ شاخص‌های حسی طی زمان نگهداری در دمای محیط تغییرات معنی‌دار نشان دادند. طی زمان نگهداری در دمای محیط تیمار خشک صنعتی از نظر شاخص‌های حسی مانند رنگ، بافت، طعم و مزه و بافت بهتر از تیمارخشک سنتی ارزیابی شد و مقایسه تیمارها نشان داد که در پایان ۶۰ روز بین دو تیمار تفاوت معنی‌دار وجود داشت. تیمار خشک صنعتی به مدت ۶۰ روز و تیمار سنتی به مدت ۴۵ روز از خصوصیات حسی مطلوبی برخوردار بودند. از آنجا که عوامل بیماری زای بررسی شده در تیمارهای سنتی و صنعتی مشاهده نشدند و حد مجاز پذیرش تعداد کلی باکتری‌ها در فرآورده دودی بر اساس کمیسیون بین‌المللی مشخصات میکروب‌شناسی غذا ۷ logCFU/g بیان شده است و در فازهای ۴ و ۵ در فرآورده‌های سنتی (۶/۷۲ logCFU/g) و صنعتی (۴/۷۲ logCFU/g) زیر حد مجاز بود، از این رو، ارزیابی حسی در این فازها انجام شد.

جدول ۲ نتایج بررسی شیمیایی کیلکای خشک شده به روش های سنتی و صنعتی طی دوره نگهداری در دمای محیط

تیمار	تیمار صنعتی			تیمار سنتی		
شاخص زمان نمونه برداری	TVB-N (mg/100g)	TBARs (mg/kg)	PV (meq/kg oil)	TVB-N (mg/100g)	TBARs (mg/kg)	PV (meq/kg oil)
فاز ۱ (صفر)	۱۲/۴۸ ± ۰/۱۸^{fA}	۰/۰۲ ± ۰/۰۱^{cA}	۰/۰۶ ± ۰/۰۴^{dA}	۱۲/۶۱ ± ۰/۵۷^{fA}	۰/۰۳ ± ۰/۰۶^{cA}	۰/۰۹ ± ۰/۰۳^{cA}
فاز ۲ (۱۵ روز)	۱۵/۲۹ ± ۰/۱۵^{eB}	۰/۰۷ ± ۰/۰۴^{cA}	۲/۹۲ ±۰/۰۶^{cA}	۱۷/۴۹ ± ۰/۲۹^{eA}	۰/۰۹ ± ۰/۰۷^{cA}	۳/۱۲ ± ۰/۳۶^{bA}
فاز ۳ (۳۰ روز)	۱۶/۵۷ ± ۰/۳۷^{dB}	۰/۱۳ ± ۰/۰۹^{A}	۴/۷۵ ± ۰/۱۳^{aA}	۲۴/۸۵±۰/۴۴^{dA}	۰/۱۸ ± ۰/۰۹^{cA}	۵ ± ۰/۵۳^{aA}
فاز ۴ (۴۵ روز)	۲۳/۱۰ ± ۰/۱۹^{cB}	۰/۴۷ ± ۰/۰۶^{A}	۴/۶۲ ± ۰/۰۹^{aA}	۲۹/۳۶ ±۰/۳۸^{cA}	۰/۹۷ ± ۰/۲۱^{bA}	۴/۹۲ ± ۰/۴۷^{aA}
فاز ۵ (۶۰ روز)	۲۹/۵۰ ± ۰/۳۲^{bB}	۰/۹۹ ± ۰/۰۵^{bA}	۴/۴۵ ± ۰/۱۴^{abA}	۳۵/۸۹ ± ۰/۲۳^{Ab}	۱/۳۸ ± ۰/۴۴^{bA}	۴/۸۰ ± ۰/۲۹^{aA}
فاز ۶ (۷۵ روز)	۳۷/۵۶ ± ۰/۳۹^{aB}	۱/۵۵ ± ۰/۰۷^{aA}	۴/۲۰ ± ۰/۱۴^{A}	۳۹/۵۰± ۰/۳۵^{aA}	۱/۸۷ ± ۰/۶۸^{aA}	۴/۷۳ ± ۰/۱۷^{aA}

حروف کوچک یکسان در یک ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است ($p>۰/۰۵$) و حروف بزرگ یکسان در یک ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است ($p>۰/۰۵$).

جدول ۳ نتایج بررسی تعداد کلی باکتری ها در کیلکای خشک شده به روش های سنتی و صنعتی طی دوره نگهداری در دمای محیط (logCFU/g)

تیمار	تعداد کلی باکتری ها		کپک و مخمر	
شاخص زمان نمونه برداری	تیمار کیلکای خشک صنعتی	تیمار کیلکای خشک سنتی	تیمار کیلکای خشک صنعتی	تیمار کیلکای خشک سنتی
فاز ۱ (صفر)	۲/۱۱ ± ۰/۱۱^{fA}	۲/۳۴ ± ۰/۹۵^{fA}	-	-
فاز ۲ (۱۵ روز)	۳/۵۶ ± ۰/۱۶^{eA}	۳/۹۸ ± ۰/۹۷^{eA}	-	-
فاز ۳ (۳۰ روز)	۴/۵۲ ± ۰/۳۱^{dA}	۵/۱۰ ± ۰/۳۵^{dA}	-	-
فاز ۴ (۴۵ روز)	۴/۷۲ ± ۱/۳۸^{cA}	۶/۷۲ ± ۰/۸۶^{cA}	-	-
فاز ۵ (۶۰ روز)	۶/۴۵ ± ۰/۲۹^{bA}	۷/۱۱ ± ۰/۸۱^{bA}	-	۳/۲۵ ± ۰/۵۸^{b}
فاز ۶ (۷۵ روز)	۷/۶۵ ± ۰/۴۸^{aA}	۸/۷۳ ± ۰/۵۱^{aA}	۲/۶۷ ± ۰/۴۱^{B}	۵/۶۹ ± ۰/۴۹^{aA}

حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$) و حروف بزرگ یکسان در یک ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است ($p>۰/۰۵$).

جدول ۴ نتایج ارزیابی حسی کیلکای خشک شده به روش های سنتی و صنعتی طی دوره نگهداری در دمای محیط

تیمار	تیمار صنعتی				تیمار سنتی			
شاخص زمان نمونه‌برداری	بو	رنگ	بافت	طعم و مزه	بو	رنگ	بافت	طعم و مزه
فاز ۱ (صفر)	۳/۹۲ ± ۱/۳۹^{aA}	۴/۵۱ ± ۱/۱۳^{aA}	۳/۵۲ ± ۰/۴۱^{aA}	۴/۷۶ ± ۱/۳۵^{aA}	۳/۸۴ ± ۱/۳۲^{aA}	۴/۰۲ ± ۱/۲۷^{aA}	۳/۱۵ ± ۰/۴۳^{aA}	۴/۱۸ ± ۱/۶۸^{aA}
فاز ۲ (۱۵ روز)	۳/۷۸ ± ۱/۴۱^{aA}	۴/۳۱ ± ۱/۴۱^{aA}	^{aA}۳/۵۲ ± ۰/۴۷	۴/۷۵ ± ۱/۲۷^{aA}	۳/۸۰ ± ۱/۵۶^{a}A	۳/۹۸ ± ۱/۶۷^{aA}	۳/۱۲ ± ۰/۴۹^{aA}	۳/۹۲ ± ۱/۲۳^{abA}
فاز ۳ (۳۰ روز)	۳/۶۳ ± ۱/۵۵^{aA}	۴/۱۱ ± ۱/۲۹^{abA}	^{aA}۳/۴۶ ± ۰/۶۸	۴/۶۶ ± ۱/۲۱^{abA}	۳/۵۴ ± ۱/۵۸^{abA}	۳/۹۵ ± ۱/۵۹^{aA}	۲/۹۷ ± ۰/۷۵^{abA}	۳/۶۴ ± ۱/۳۴^{bA}
فاز ۴ (۴۵ روز)	۳/۵۲ ± ۱/۶۷^{abA}	۳/۸۷ ± ۱/۳۲^{bcA}	^{aA}۳/۲۷ ± ۰/۷۹	۳/۵۷ ± ۱/۵۲^{bA}	۳/۲۵ ± ۱/۶۴^{bA}	۳/۷۶ ± ۱/۸۲^{aA}	۲/۶۷ ± ۰/۷۳^{bA}	۳/۴۲ ± ۱/۹۱^{bA}
فاز ۵ (۶۰ روز)	۳/۴۳ ± ۱/۶۳^{bA}	۳/۴۹ ± ۱/۱۷^{cA}	^{bA}۲/۵۷ ± ۰/۴۹	۳/۵۲ ± ۱/۵۷^{bA}	-	--	-	-
فاز ۶ (۷۵ روز)	-	--	-	-	-	--	-	-

حروف کوچک یکسان در یک ستون و حروف بزرگ یکسان در یک ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است ($p>۰/۰۵$).

بحث

رطوبت از مهمترین عوامل مؤثر در نگهداری محصول خشک محسوب میگردد. بر اساس جدول ۱، پروتئین، چربی و خاکستر در فرآورده خشک در مقایسه با فرآورده خام افزایش معنی دار نشان دادند. این ترکیبات در تیمار سنتی در مقایسه با صنعتی تفاوت معنی دار نداشتند. میزان رطوبت در تیمار سنتی در مقایسه با صنعتی افزایش معنی-دار داشت. همچنین، رطوبت در این تیمارها در مقایسه با ماهی خام کاهش معنی‌دار نشان داد. در روش صنعتی کاهش رطوبت به دلیل دمای بالاتر، پیوسته، گرمای مستقیم و ثابت خشک‌کن در مقایسه با روش سنتی (خشک کردن در سایه توسط نور غیرمستقیم خورشید) بهتر انجام شده، از این رو، رطوبت در این تیمار کمتر ارزیابی شد (Hasan et al. 2016). به دلیل خروج رطوبت از بافت، میزان پروتئین، چربی و خاکستر، تغلیظ شده و به مقدار بالاتری در ماده خشک رسید. میزان پروتئین در هر دو روش افزایش داشته، ولی در روش صنعتی کاهش رطوبت و تغلیظ ترکیبات غذایی بهتر انجام شده و میزان پروتئین بیشتر بوده است. چربی در هر دو روش افزایش داشته و برخلاف روش سنتی که خشک کردن در معرض محیط، نور و اکسیژن اتفاق افتاده است، در روش صنعتی به علت خشک کردن در محیط بسته تغلیظ چربی بهتر روی داد. افزایش خاکستر در تیمار سنتی در مقایسه با صنعتی ممکن است به دلیل دآلودگی با گرد و غبار و شن باشد. یاسمی و همکاران (۱۴۰۰) موتوی معمولی را به روش سنتی و با نور خورشید خشک کردند، و مقادیر پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت را به ترتیب ۵۸/۱، ۶/۱۱، ۵ ۱۸/۶۹ و ۱۶/۰۲٪ بر اساس وزن خشک گزارش کردند. هدایتی فرد و همکاران (۱۳۹۶) ارزش غذایی ماهی آمور را در شرایط خشک کردن حرارتی بررسی کردند. آنها نمونه‌ها را به مدت ۴ تا ۲۴ ساعت در خشک‌کن ۶۵ °C خشک کرده و در دمای ۴ °C تحت بسته بندی معمولی نگهداری کردند. رطوبت در ماهی خشک به ۴۰٪ کاهش یافت. این محققان گزارش کردند که در ماهی آمور خشک مقادیر پروتئین (از ۱۶/۰۱ به ۳۱/۱۵٪)، خاکستر (از ۱/۶ به ۶/۴۱٪) و چربی (از ۴/۳۰ به ۱۳/۶۲٪) افزایش یافت. عالمی (۱۴۰۱) تغییرات غذایی قزل آلای رنگین کمان را در فرآیند خشک کردن حرارتی بررسی و گزارش کردند که میزان پروتئین از ۱۶/۷ به ۲۸/۸۹٪ و چربی از ۴/۰۱ به ۱۳/۰۹٪ افزایش یافته است. در مطالعه حاضر، پروتئین قبل از تولید (۱۸/۲٪) به ۴۳/۲۸ و ۴۹/۷٪، چربی از ۴٪ در کیلکای خام به ۱۱ و ۱۱/۷٪ و خاکستر از ۱/۸٪ در ماهی خام به ۱۱/۷ و ۱۰/۳٪ به ترتیب در تیمارهای سنتی و صنعتی رسید. میزان رطوبت قبل از تولید ۷۲/۷۰٪ بود و پس از تولید به ۲۷/۴ و ۱۸/۵٪ در تیمارهای سنتی و صنعتی رسید. تغییرات ارزش غذایی در مطالعه حاضر همانند مطالعات بیان شده افزایش نشان داد و با این مطالعات همسو بود. تغییرات ارزش غذایی در ماهی خشک ممکن است به دلیل تفاوت در گونه، روش فرآوری، وضعیت زیستی مانند گونه، سن، بلوغ ماهی، فصل صید، روش خشک کردن، مکان جغرافیایی و رطوبت خشک‌کن باشد (Majumdar, 2017).

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می شود TVB-N طی زمان نگهداری در تیمارهای آزمایشی تغییرات معنی‌دار نشان داد. این شاخص بین تیمارهای سنتی و صنعتی تفاوت معنی دار نشان نداد. شاخص TVB-N بسیار مهم بود، به طوری که روند افزایشی آن در طی زمان به دلیل فعل و انفعالات میکروبی و آنزیم پروتئاز باکتریایی بوده و نشانه پیشرفت فساد است. به همین دلیل حد مجاز آن برای فرآورده دودی بر اساس Connell (۲۰۱۷) ۳۵-۳۰ میلی-گرم بر ۱۰۰ گرم است. عالمی (۱۴۰۱) افزایش معنی‌دار این عامل را در قزل آلای رنگین کمان خشک شده توسط خشک کن حرارتی گزارش کردند. یاسمی و همکاران (۱۴۰۰) موتوی معمولی را به روش سنتی و با نور خورشید خشک کردند، و مجموع بازهای نیتروژنی فرار را ۳۶/۲۴۳ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم تعیین کردند. هدایتی‌فرد و همکاران (۱۳۹۶) در ماهی آمور خشک افزایش TVB-N را از ۳/۲۱ به ۲۷/۲۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه طی ۳۰ روز نگهداری در دمای ۴ °C گزارش کردند. خانی‌پور و همکاران (۱۳۹۶) TVB-N را در کیلکای خشک صنعتی بعد از ۴۵ روز ۲۱/۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم محاسبه کردند. در مطالعه حاضر مقدار TVB-N از ۱۲/۶۱ به ۲۹/۳۶ و از ۱۲/۴۸ به ۲۹/۵۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم بعد از ۴۵ و ۶۰ روز نگهداری در تیمارهای سنتی و صنعتی بود. افزایش این عامل در مطالعه حاضر با مطالعات اخیر همسو بود، اما تفاوت مقادیر این شاخص را در مطالعات مختلف می‌توان به غلظت نمک به‌کار رفته برای عمل‌آوری، تعداد باکتری‌ها، شرایط نگهداری و دمای محیط مرتبط دانست (Majumdar et al. 2018).

چربی در آبزیان از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید طی زمان نگهداری افزایش یافت (جدول ۲). دلیل آن را می‌توان تأثیر اکسیژن و عوامل بیوشیمیایی بر هیدرولیز چربی دانست که سبب آزاد شدن ترکیبات اکسیدانی و افت کیفیت فرآورده می‌شود (Seifzadeh, 2014). علاوه بر این، تأثیر فعالیت‌های میکروبی و آنزیم های لیپولیتیک بافت و آزاد شده از باکتری‌های مرده را برای افزایش پراکسید نمی‌توان نادیده گرفت (Ginigaddarage et al. 2018). پراکسید ناپایدار بوده و به مرور زمان شکسته شده و به تیوباربیتوریک اسید تبدیل می‌شود. اسید تیوباربیتوریک شاخص مناسبی برای تعیین پیشرفت اکسایشی چربی و تولید ترکیبات کربونیل است. اسید تیوباربیتوریک به طور گسترده برای نشان دادن اکسایشی ثانویه چربی استفاده می‌شود و طی آن پراکسیدها به موادی چون آلدئیدها و کتون‌ها اکسید می‌شوند (Belton et al. 2019). همچنین، افزایش مقدار TBARs ممکن است ناشی از دهیدروژنه شدن بافت ماهی و افزایش اکسایش اسیدهای چرب غیراشباع و تری-گلیسریدها باشد (Arthur et al. 2022). در مطالعه حاضر TBARs در تیمارهای صنعتی و سنتی به ترتیب از ۰/۰۳ به ۰/۹۹ بعد از ۶۰ روز نگهداری و از ۰/۰۳ به ۰/۹۷ میلی اکی والان مالون آلدئید در کیلوگرم بعد از ۴۵ روز نگهداری رسید. همچنین، در مطالعه حاضر تغییرات پراکسید در تیمار صنعتی از ۰/۰۶ به ۴/۷۵ در روز ۳۰ رسید و بعد از آن شکسته شده و تا پایان زمان نگهداری از کیفیت مطلوبی برخوردار بود، اما در تیمار سنتی از ۰/۰۹ به ۵ در روز ۳۰ نگهداری رسید و از آنجا که ارزش ۵ پراکسید برای فرآورده های غذایی مناسب بوده و سبب تغییر کیفیت نمی‌شود، می‌توان گفت که پراکسید در تیمار سنتی به مدت ۳۰ روز در دمای محیط قابل پذیرش بوده است. خانی پور و همکاران (۱۳۹۶) این شاخص را در تیمار صنعتی بعد از ۴۵ روز نگهداری در دمای محیط ۰/۹۸ میلی اکی والان مالون آلدئید در کیلوگرم گزارش کردند. یاسمی و همکاران (۱۴۰۰) موتوی معمولی را به روش سنتی و با نور خورشید خشک کردند. میزان عدد پراکسید mEq O_2/kg۳ بود. هدایتی‌فرد و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که در ماهی آمور خشک پراکسید از ۰/۸۶ به ۶/۳۷ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم و میزان TBARs از ۰/۰۴۵ به ۱/۲۵۶ میلی گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم افزایش یافت و کیفیت محصول خشک بعد از ۳۰ روز نگهداری در ۴ °C در محدوده قابل مصرف حفظ شد. عالمی (۱۴۰۱) تغییرات TBARs را از ۰/۰۳۲ تا ۱/۰۶۵ در قزل آلای رنگین کمان در فرآیند خشک کردن حرارتی گزارش کرد. تفاوت در نتایج مطالعه حاضر با مطالعه اخیر به دلیل غلظت نمک به کار رفته برای عمل‌آوری، درجه حرارت، زمان حرارت‌دهی، فعالیت‌های میکروبی و فعالیت آبی متفاوت است (خانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶).

خصوصیات میکروبی در تیمار صنعتی در مقایسه با سنتی مناسب‌تر ارزیابی شد. کپک و مخمر در تیمارهای آزمایشی طی نگهداری در دمای محیط مشاهده نشدند. سالمونلا، استافیلوکوکوس اورئوس، کلی فرم و اشریشیاکلی در تیمارهای آزمایشی مشاهده نشدند. دود دارای خواص ضد میکروبی بوده و منجر به کاهش تعداد باکتری‌ها می‌شود. از آنجا که روش صنعتی در فضایی بسته و بدون تماس با آلودگی‌های محیطی انجام می شود، از این رو خصوصیات میکروبی ارزیابی بهتری داشت (Hussain et al. 2016). به رغم این که سالمونلا و اشریشیاکلی از باکتری‌هایی هستند که در شرایط نمکی متوسط توانایی فعالیت دارند (۸٪ نمک)، استافیلوکوکوس از باکتری های نمک دوست است (۲۰٪ نمک) که در فرآورده خشک قادر به بقاست، اما این باکتری‌ها به لحاظ رعایت شرایط بهداشتی هنگام عمل آوری، جداسازی نشدند. بر اساس توصیه کمیسیون بین‌المللی مشخصات میکروب شناسی غذا که سطوح کیفی محصولات بر اساس تعداد کلی باکتری ها را کمتر از 10^5 × ۵ CFU/g خوب، 10^7 × ۱- 10^5 × ۵ CFU/g نسبتاً قابل قبول و بیشتر از 10^7 × ۱ CFU/g غیرقابل مصرف در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، تیمارهای صنعتی و سنتی به ترتیب ۶۰ و ۴۵ روز در دمای محیط از نظر خصوصیات میکروبی از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند (Centre for Food Safety, 2014). از آنجا که کپک و مخمر برای رشد به فعالیت آبی ۰/۸۵ نیاز دارند (Tournas et al, 2001)، از این رو، برای مدتی قادر به رشد در فرآورده خشک نیستند، اما طی نگهداری در محیط، رطوبت را جذب کرده و شرایط برای رشد این ریزموجودات فراهم می‌شود (خانی پور و همکاران، ۲۰۱۸). در مطالعه خانی پور و همکاران (۱۳۹۶)، در تیمار خشک صنعتی بعد از ۴۵ روز رشد کپک و مخمر مشاهده شد. یاسمی و همکاران

(۱۴۰۰)، موتوی معمولی را به روش سنتی و با نور خورشید خشک کردند. تعداد کلی باکتری‌ها CFU/g $۱۰^{۳}$ × ۲/۸ و کپک و مخمر CFU/g $۱۰^{۲}$ × ۶/۰۶ بود. آلودگی موتوی خشک به باکتری‌های اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس، کلی‌فرم، کلستریدیوم پرفرینجنس و کلستریدیوم-های احیاکننده مثبت بود. هدایتی فرد و همکاران (۱۳۹۵) تعداد کل باکتری‌های مزوفیل و کپک و مخمر را در ماهی آمور تحت تأثیر فرآیند خشک کردن حرارتی در دمای °C ۴ ارزیابی کردند. تعداد باکتری‌ها و کپک و مخمر به ترتیب از Log CFU/g ۲/۹۰ به ۳/۵۸ و از Log CFU/g ۱/۶۲ به ۳/۳۱ در روز ۳۰ نگهداری رسید. در مطالعه حاضر تعداد کلی باکتری ها در تیمار صنعتی بعد از ۶۰ روز از ۲/۱۱ به log CFU/g ۶/۴۵ و در سنتی از ۲/۳۴ به ۶/۷۲ بعد از ۴۵ روز نگهداری رسید. در تیمارهای سنتی و صنعتی بعد از ۴۵ و ۶۰ روز کپک و مخمر مشاهده شد. در نتایج مطالعه حاضر در مقایسه با دیگر محققان تفاوت‌هایی مشاهده شد که می‌توان آن را به دلیل تفاوت در مواد اولیه، شرایط صید ماهی، عمل آوری، نگهداری، بسته بندی، انتقال ماهی، غلظت نمک و عرضه کنندگان دانست. همچنین حفظ کیفیت ماهی خام پیش از عمل آوری، بهبود کیفیت مکان و روش خشک کردن ممکن است آلودگی ثانویه ماهیان خشک را به باکتری‌های بیماری‌زا کاهش داده و منجر به بهبود کیفیت این فرآورده شود (Ginigaddarage et al. 2018; Fitri et al. 2022).

بر اساس نتایج، خصوصیات حسی در تیمار صنعتی در مقایسه با سنتی ارزیابی بهتر داشتند. همچنین، این ویژگی-ها با گذشت زمان کاهش معنی‌دار نشان دادند. در تیمارهای آزمایشی واکنش قهوه‌ای شدن طی زمان نگهداری روی نداد. بروز فساد به دلیل ایجاد بو و طعم نامطلوب و تغییر بافت اتفاق می‌افتد (Rasul et al. 2020). محصولات حاصل از اکسایش چربی سبب تولید ترکیبات غیر محلول لیپید-پروتئین می‌شوند که ممکن است منجر به ایجاد طعم و رنگ نامطلوب در فرآورده شود. هیدروپراکسیدها می توانند به آلدئیدها و کتون‌ها شکسته شوند، که باعث ایجاد طعم تندی می‌شود. همچنین، از دست دادن خصوصیات رنگ و طعم و مزه ممکن است تحت تأثیر اکسایش اسیدهای چرب باشد (Belton et al. 2022). در فرآورده خشک، واکنش قهوه‌ای شدن در حرارت‌های بالا اتفاق می‌افتد، اما در این تحقیق با توجه به افزایش دما به‌صورت تدریجی و حداکثر تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد، واکنش شیمیایی قهوه ای شدن رخ نداد. علاوه بر این، نوع بسته بندی، عامل دیگری بود که تأثیر عوامل محیطی مانند اکسیژن را روی فرآورده کاهش داد (Payra et al. 2016). طعم‌دهی در تردسازی بافت نقش داشته و افزایش تدریجی دما از سفتی بافت محصول جلوگیری کرد. تخریب بافت طی زمان نگهداری می‌تواند در اثر دناتوره شدن پروتئین‌های میوفیبریل اتفاق افتد که سبب می شود بافت حالت طبیعی و آبدار خود را از دست بدهد. بوی نامطبوع ممکن است از اکسایش چربی‌ها و آمین‌ها، ترکیبات فرآر سولفوردار، آلدهیدها، کتون‌ها، استرها، هیپوگزانتین و مولکول‌هایی با وزن کم ناشی شود (سیف زاده، ۱۴۰۱). هدایتی‌فرد و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی شاخص‌های رنگ، بو، بافت و طعم و مزه در بافت ماهی آمور تحت تأثیر فرآیند خشک کردن حرارتی طی ۳۰ روز نگهداری در دمای °C ۴ دریافتند که شاخص‌های حسی طی نگهداری در سردخانه دچار تغییر شدند و طعم و مزه و بافت بیشترین تغییرات را حین نگهداری نشان دادند. عالمی (۱۴۰۱) در بررسی تغییرات حسی قزل آلای رنگین کمان خشک در فرآیند حرارتی گزارش کردند که خصوصیات حسی به استثنای بو طی خشک کردن کمی کاهش یافت و هنگام نگهداری در یخچال ادامه داشت. در مطالعه حاضر، امتیاز رنگ از ۴/۵۱ به ۳/۴۹ و ۴/۰۲ به ۲/۷۶، طعم و مزه از ۴/۷۶ به ۳/۵۲ و ۴/۱۸ به ۲/۴۲، امتیاز بافت از ۳/۵۲ به ۲/۵۷ و ۳/۱۵ به ۲/۶۷ و بو از ۳/۹۲ به ۳/۴۲ و از ۳/۸۴ به ۳/۲۵ بعد از ۶۰ روز و در فاز ۴ دوره نگهداری به ترتیب در تیمارهای صنعتی و سنتی رسید که از نظر کاهش در خصوصیات حسی با نتایج مطالعات بیان شده مطابقت دارد. تفاوت مشاهده شده در نتایج مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعات دیگر پژوهشگران را می‌توان به گونه ماهی، غلظت نمک، مقدار چربی و اکسایش مربوط دانست (Mithun et al. 2021).

نتیجه گیری کلی

با توجه به این که فرآورده خشک کیلکا در دمای محیط قابل نگهداری است و از آنجا که حفظ خصوصیات شیمیایی، میکروبی و حسی در تیمار صنعتی ۶۰ روز برآورد شد که در مقایسه با تیمار سنتی که ۴۵ روز تعیین شد، بالاتر بود؛ از این رو تیمار صنعتی در مقایسه با تیمار سنتی زمان

ماندگاری بالاتری داشت. همچنین، بر اساس این که خصوصیات حسی در تیمار صنعتی در مقایسه با سنتی مناسب‌تر ارزیابی شدند و ارجحیت خصوصیات حسی در مقایسه با دیگر خصوصیات کیفی و همچنین در نظر گرفتن زمان ماندگاری، خشک کردن به روش صنعتی برای تهیه فرآورده خشک از کیلکا ماهیان توصیه می‌شود.

منابع

خانی‌پور، ع.ا.، سیف‌زاده، م.، زارع‌گشتی، ق.، خدابنده، ف. ۱۳۹۶. بررسی فاکتورهای شیمیایی، ارزش غذایی و میزان پذیرش کیلکای معمولی خشک طعم‌دار تولید شده به روش صنعتی. مجله علمی شیلات ایران ۲۶: ۱۲-۱.

دفتر برنامه‌ریزی و بودجه. ۱۴۰۱. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵. سازمان شیلات ایران/معاونت برنامه ریزی و مدیریت منابع/دفتر برنامه ریزی و بودجه/ گروه برنامه ریزی و آمار. ۲۹ ص.

رهنما سنگاچینی، م.، سیف‌زاده، م.، زارع‌گشتی، ق.، خدابنده، ف. ۱۳۹۹. تغییرات فاکتورهای شیمیایی، میکروبی و حسی کیلکای معمولی روکش شده خام و پخته با لعاب تمپورا طی نگهداری در سردخانه. نوآوری در علوم و فناوری غذایی ۱۲: ۷۰-۵۹.

سیف‌زاده، م. ۱۴۰۱. ایمنی و بهداشت غذاهای دریایی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران، ۳۲۵ ص.

عالمی، ه. ۱۴۰۱. اثر فرآیند خشک کردن حرارتی بر خواص کیفی و حسی ماهی قزل‌الای رنگین کمان. فن آوری-های نوین در توسعه آبزی پروری. ۱۶: ۴۳ -۳۳.

هدایتی‌فرد، م.، یوسف‌تبار میری، ن.، فدوی، ا. ۱۳۹۵. تغییرات شاخص‌های حسی و جمعیت میکروبی فیله ماهی آمور تحت فرآیند خشک کردن حرارتی و نگهداری آن در ۴ درجه سلسیوس. میکروب‌شناسی مواد غذائی ۳: ۲۳-۱۱.

هدایتی فرد، م.، فدوی، ا و یوسف تبار میری، ن. ۱۳۹۶. اثر فرآیند خشک کردن حرارتی روی شاخص‌های شیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهی آمور و نگهداری آن در ۴ درجه سلسیوس. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران ۱۲: ۱۱۶-۱۰۵.

یاسمی، م.، محمدزاده، ب.، قائم مقامی، س.س.، عابدی، م.، پیشکار، پ. ۱۴۰۰. بررسی ترکیبات تقریبی، کیفیت شیمیایی و میکروبی ماهی موتو خشک شده در جزیره قشم. تغذیه آبزیان ۷: ۲۸-۱۵.

Akter, T., Sayeed, M.A., Rasul, M.G., Kashem, M.A., Paul, A.K. 2018. Evaluation of microbiological quality of dried baim in Bangladesh. Archives of Agriculture and Environmental Science 3: 344-353.

Al Banna, M. H., Hoque, M. S., Tamanna, F., Hasan, M. M., Mondal, P., Hossain, M. B., Chakma, S., Jaman, M. N., Tareq, M. A., Khan, M. S. I. 2022. Nutritional, microbial and various quality aspects of common dried fish from commercial fish drying centers in Bangladesh. Heliyon 8: e10830.

Andrews, W.H., Wang, H., Jacobson (ret.), A., Ge, B., Zhang, G., Hammack, T.S. 2001. Bacteriological Analytical Manual (BAM) *Salmonella*. FDA. 33p.

Arthur, R.I., Skerritt, D.J., Schuhbauer, A., Ebrahim, N., Friend, R. M., Sumaila, U. R. 2022. Small-scale fisheries and local Microbiological guidelines for food. Food and Environmental Hygiene Department food systems: Transformations, threats and opportunities. Fish and Fisheries 23: 109-124.

Belton, B., Marschke, M., Vandergeest, P. 2019. Fisheries development, labour and working conditions on Myanmar's marine re-source frontier. Journal of Rural Studies 69: 204-213.

Belton, B., Johnson, D.S., Thrift, E., Olsen, J., Hossain, M.A.R., Thilsted, S.H. 2022. Dried fish at the intersection of food science, economy, and culture: A Global Survey. Fish and Fisheries 23: 941-962.

Bennett, R.W., Lancette, M. 2001. *Staphylococcus aureus*. FDA. 33p.

Centre for Food, Queensway, Hong Kong Safety. 2014. 46P.

Codex. 2018. Standard for smoked fish, smoke-flavoured fish and smoke- dried fish CXS 311- 2013. Codex, 10 p.

Connell, J.J. 2017. Control of Fish Quality, 4th ed.; John Willey and Sons: Hoboken, NJ, USA, 256p.

FAO. 1986. Food and nutrition paper manuals of food quality control food analysis: Quality, adulteration, and tests of identity. Rome: Food and Agriculture Organization, 326 p.

FAO. 2022. The state of world fisheries and aquaculture (sofia). Rome: Food and Agriculture Organization, 266 p.

Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M.A. 2002. Enumeration of *Escherichia coli* and the *Coliform* bacteria. Bacteriological Analytical Manual, 8th Edition, Revision A, 946 p.

Fitri, N., Chan, S.X.Y., Che Lah, N.H., Jam, F.A., Misnan, N.M., Kamal, N., Sarian, M.N., Mohd Lazaldin, M.A., Low, C.F., Hamezah, H.S. 2022. A comprehensive review on the processing of dried fish and the associated chemical and nutritional changes. Foods 11: 29-38.

Gilbert, S.W. 2013. Applying the hedonic method (Technical Note 1811) (First Edition). Natural Institute Standard Technology, Washington, D.C., 32 p.

Ginigaddarage, P.H., Surendra, I.H.W., Weththewa, W.K.S.R., Ariyawansa, K.W.S., Ganegama Arachchi, G.J., Jinadasa, B.K.K.K., Hettiarachchi, K.S., Edirisinghe, E.M.R.K.B. 2018. Microbial and chemical quality of selected dried fish varieties available in Sri Lankan market. Sri Lanka Journal Aquatic Science 23: 119-126.

Gutema, B., Hailemichael, F. 2021. Microbial quality of traditionally dried fish products from selected parts of Ethiopia. Frontiers in Environmental Microbiology 7: 1-5.

Hasan, M.M., Rasul, M.G., Ferdausi, H.J., Trina, B.D., Sayeed, A., Shah, A.K.M.A., Bapary, M.A.J. 2016. Comparison of organoleptic and chemical characteristics of some traditional and improved dried fish products. Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences 4: 1-6.

Hussain, M.A., Sayeed, M.A., Kabir, M.L., Sumon, T.A., Himu, S.D., Sumon, M.A.A. 2016. Determination of microbiological quality of dried Jat Punti collected from Sylhet District, Bangladesh. International Journal of Natural and Social Sciences 3: 72-79.

Majumdar, B.C. 2017. Comparison of the changes in nutritional quality of three important small indigenous fish species in Bangladesh stored at room temperature (27-31°C): A review. Journal of Animal Research and Nutrition 2: 1-7.

Majumdar, B.C., Afrin, F., Rasul, M.G., Shaha, D.C., Shah, A.K.M.A. 2018. Changes in physicochemical, microbiological, and sensory properties of sun-dried *Mystus vittatus* during storage at ambient temperature. Fishes 3: 32.

Maturin, L.J., Peeler, J.T. 2001. Aerobic plate counts, FDA, 33p.

Mithun, B. D., Hoque, S., Van Brakel, M. L., Hasan, M., Akter, S., Islam, M. R. 2021. Comparative quality assessment of traditional vs. improved dried Bombay duck under different storage conditions: Solar chimney dryer a low-cost Improved approach for nutritional dried fish. Food Science Nutrition 9: 6794-6805.

Payra, P, Maity, R., Maity, S., Mandal, B. 2016. Production and marketing of dry fish through the traditional practices in West Bengal coast: Problems and prospect. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 4: 118-123.

Rasul, M., Yuan, C., Shah, A. 2020. Chemical and microbiological hazards of dried fishes in Bangladesh: A food safety concern. Food and Nutrition Sciences. 11: 523-539.

Seifzadeh, M. 2014. Effects of whey protein edible coating on bacterial, chemical and sensory characteristics of frozen

common Kilka. Iranian Journal of Fisheries Sciences 13: 477-491.

Tournas, V., Stack, M.E., Mislivec, P.B., Koch, H.A., Rbandler, R. 2001. Yeasts, Molds and Mycotoxin. FDA, 11 p.