مطالعه شاخص‌های کیفیت، بار میکروبی و ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهیان دودی سفید و کفال طلایی بازارهای شمال ایران

مسعود هدایتی فرد[1*]، نشاط پورمولایی[2]

۱- دانشیار گروه شیلات، مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی
۲- کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد آیه اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی
(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹٤/۸/۳)

چکیده

شاخص‌های حسی، جمعیت‌های میکروبی، پارامترهای کیفی و ترکیب اسیدهای چرب ماهیان اقتصادی دودی سفید و کفال طلایی در بازارهای شمال ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور نمونه محصولات از بازارهای منتخب ماهی، تهیه و مورد آنالیز و مقایسه با حدود مجاز مصرف قرار گرفتند. نتایج نشان داد در ماهیان دودی سفید و کفال طلایی، از میان پارامترهای حسی، در رنگ و بافت، از بین شاخص‌های شیمیایی علاوه بر pH (به ترتیب با ٦/۳۰ و ٦/٧٤)، بین چربی کل (بترتیب ۷/٦۷ و ٦/۲۰ درصد)، تیوباربیتوریک اسید (بترتیب ۱/۹۸۱ و ۱/۸٤٥ $meqO_2/kg$) و اسیدهای چرب آزاد (بترتیب ۰/۹٥ و ۱/۲۲ درصد) که مرتبط با چربی هستند، از جمعیت‌های میکروبی نیز تنها بین کپک و مخمر دو نمونه محصول (به ترتیب با ۲/۹۳ و ۳/۲٥ Logcfu/g) تفاوت دیده شد ($P<0.05$). نتایج همچنین نشان داد که باکتری‌های غالب ماهیان دودی از نوع هالوفیل هستند و باکتری‌های بی‌هوازی در حداقل قرار دارند. اگرچه تفاوتی در اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوئیک و دوکوزاهگزانوئیک دیده نشد لیکن در اغلب سری‌ها در اسیدهای چرب چند غیراشباع (با ۳۰/۳٥ و ۱۹/٦٧ g/100g)، امگا-۳ (با ۸/۷۳ و ۱۱/۱۹ g/100)، امگا-٦ (با ۲۱/٥۲ و ۸/٤۹ g/100g) و نسبت امگا-۳ به امگا-٦ (با ۰/٤۰ و ۱/۳۲) به ترتیب در فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی اختلاف دیده شد ($P<0.05$). شاخص‌های شیمیایی، ارزش غذایی و جمعیت میکروبی ماهیان دودی در محدوده محصولات قابل مصرف و حتی تازه قرار داشتند و ترکیب اسیدهای چرب آنها نیز نشان دهنده حفظ سری‌های با ارزش غیراشباع بود.

کلید واژگان: امگا-۳، بازار ماهی، کنترل کیفیت، ماهیان دودی

* مسئول مکاتبات: Hedayati.m@qaemshahriau.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

۱- مقدمه

افزایش سهم پروتئین دریایی، از طریق ارائه الگوی مناسب مصرف مواد پروتئینی امکان پذیر است. در ایران فراوانی منابع بالقوه پروتئین دریایی، می تواند جایگزین بسیار مناسبی برای گوشت قرمز باشد. میانگین کنونی سرانه مصرف آبزیان در ایران با حدود ۱۰/۵ کیلوگرم در مقایسه با متوسط جهانی ۱۹ کیلوگرم پایین می باشد [۱].

دود دادن[1] یکی از روش‌های سنتی متنوعی است که جهت حفظ، نگهداری و افزایش زمان ماندگاری فرآورده‌های دریایی به‌کار رفته، همچنین از قدیمی‌ترین تکنولوژی های نگهدای مواد غذایی شناخته می‌شود [۲و۳]. نگهداری محیطی ماهی دودی شده، به دلیل عدم حضور مواد غذایی افزودنی از جمله تثبیت کننده ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، با خطرات بالای آلودگی میکروبی همراه است [٤]. علاوه بر این، تقاضای مصرف کنندگان برای محصولاتی با طعم و مزه بهتر، همراه با کاهش مدت زمان نمک سود کردن، خشک کردن و دودی کردن مواد خام اولیه، خطرات میکروبی همانند آلودگی با پاتوژن‌ها، خصوصاً لیستریا مونوسایتوژنس[2] در محصول نهایی را بهمراه دارد [٤]. احتمال الودگی میکروبی ماهیان دودی، هم در ایران [۵، ٦، ۷ و ۸] گزارش شده است. از اینرو اتخاذ شیوه مناسب جهت کنترل رشد این باکتری‌ها در طول دوره نگهداری محصول، ضروری به نظر می‌رسد.

فرآیند دودی‌کردن و نیز نگهداری محصولات دودی به صورت سرد، رشد باکتری‌ها را کاهش داده و منجر به افزایش مدت نگهداری محصول گردیده است. در واقع دود دادن، مجموعه‌ای است از فرآیندهای خشک کردن، حرارت دادن و تجمع سطحی یا رسوب مواد شیمیایی، که از تجزیه حرارتی مواد آلی و عمدتاً انواع چوب‌ها حاصل می‌گردند. عملکرد اصلی ترکیبات دود، ایجاد رنگ، طعم و بوی مطلوب در فرآورده‌های دودی به دلیل حضور ترکیبات فنول و کربونیل [۹]، ترکیبات فرار و محلول در آب [۱۰] و در مرحله بعد افزایش زمان ماندگاری محصول به دلیل دارا بودن ترکیبات باکتریوسیدال و عمل آنتی اکسیدانی آنهاست [۱۱]. ترکیبات برگشت پذیر کربونیل نظیر فرمالدهید[3] و متیل گلوکسال[4] که بوی نامطبوعی دارند، بسرعت با پروتئین‌های سطحی واکنش‌داده و پس از دودی کردن، ایجاد طعم مطبوعی می‌نماید [۹].

استفاده از روش‌های سنتی تولید دود می تواند ترکیبات دود را در سطح محصول متمرکز نماید و لذا نفوذ آنها بـه داخـل محـصول فقط حدود چند میلی‌متر خواهد بود؛ بنابراین احتمال آسیب پذیر بودن ماهیان دودی در شرایط محیطی نیز می‌رود.

ماهیان سفید (*Rurtillus frisii kutum*) و کفال طلایی (*Liza aurata*) از مهمترین ماهیان استخوانی دریای مازندران بوده و با توجه به ارزش غذایی مناسب، میزان صید بالا، کیفیت عالی گوشت و لذیذ بودن مورد توجه قرار گرفته‌اند. بیش از ٦۰ درصد صید کل ماهیان استخوانی در سواحل ایرانی دریای مازندران را ماهی سفید تشکیل می‌دهد. ماهی سفید در خانواده کپور ماهیان قرار دارد و نوع تغذیه آن هتروتروفیک می‌باشد [۱۲]. همچنین کفال طلایی از خانواده کفال‌ماهیان محسوب شده از زئوپلانکتون‌ها، نوزاد نرم‌تنان، دتریتوس و آبزیان کوچک تغذیه می نماید [۱۲]. در حال حاضر ۲۵ گونه از ماهیان دریای مازندران مورد بهره برداری اقتصادی قرار می‌گیرند، به طوری که ماهیان سفید و کفال طلایی از جمله در این گروه قرار گرفته و در زمره صید شیلاتی این دریا جای دارند.

ماهی بهترین منبع برای اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه، به ویژه اسیدهای چرب امگا-۳ و خصوصاً دو اسید چرب ایکوزاپنتانوئیک (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک (DHA) می باشد. به طورکلی بافت فیله ماهیان حاوی چربی، پروتئین، مواد معدنی، ویتامین‌ها، کربوهیدارت و مقدار زیادی آب می‌باشد. در این میان، بافت ماهیان از نظر دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع غنی هستند و تحقیقات درخور توجهی نیز در زمینه شناسایی و ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهیان استخوانی صورت پذیرفته‌است [۱۳]. علاوه بر تاکیدات مکرر منابع معتبر پزشکی از جمله انجمن قلب ایالات متحده [١٤] مبنی بر ارزشمندی مصرف آبزیان به لحاظ حضور و نسبت اسیدهای

1. Smoking
2. *L.monocytogenes*
3. Formaldehyd
4. Methy-1-Gyoxal

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

چرب غیراشباع و سری‌های امگا-۳ و امگا-٦ ماهیان استخوانی، پیش از این در تحقیقاتی بر روی ترکیب اسیدهای چرب گونه-هایی مانند کفال ماهیان [۱۳، ۱۵ و ١٦]، ماهیان خاویاری [۱۷ و ۱۸]، قزل‌آلای رنگین‌کمان [۱۹]، ماهی سوف [۲۰] و گونه-های متعددی از ماهیان آب شیرین [۲۱ و ۲۲] ارزشمندی روغن آبزیان بررسی شده بود.

آزمایشات انجام شده نشان می‌دهند که دو اسید چرب EPA و DHA کلسترول خون را کاهش داده و از تشکیل لخته‌های خون در رگ‌ها جلوگیری می‌کنند و در کاهش فشار خون، پایین آوردن فشارهای آترو اسکلرزیس [۲۰ و ۲۱]، درمان و کاهش ابتلا به برخی از سرطان ها مانند سرطان سینه، لوزالمعده، پروستات و روده بزرگ، افزایش قدرت یادگیری و کاهش التهاب مغز [١٦] مؤثر هستند. در ایران نیز اثرات فرآیند دودی کردن روی ترکیب اسیدهای چرب ماهیان استخوانی [۱۱]، آمور [۲۳] و کپور معمولی [٢٤] مطالعه شده است.

فساد محصولات غذایی به دلیل فعالیت‌های شیمیایی آنزیمی یا میکروبی رخ می‌دهد و ماهی‌ها مواد غذایی پروتئینی و گاهی پرچرب هستند که دارای بافت عضلانی سست‌تر نسبت به گوشت و مرغ و گوشت قرمز می‌باشند، بنابراین برای فاسد شدن بسیار مستعدتر هستند. حدود ۳۰ درصد ماهیان به تنهایی به خاطر فعالیت‌های میکروبی از دست می روند[۲۵].

مطالعه بر روی محصولات دریایی دودی سابقه چندانی ندارد لیکن پژوهش‌های موجود حاکی از اختلاف در سلامت محصولات دودی و سطوح حضور هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای یا PAHs[1] می‌باشد. Rezaei و همکارانش در سال ۲۰۱٤ [۱۱] نسبت به شناسایی و استخراج هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک از بافت ماهیان دودی سفید، کفال طلایی و کپور نقره‌ای و اثرات آن بر روی شاخص‌های کیفی، میکروبی و ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهیان دودی اقدام نمودند و ماهیان دودی شمال ایران را در محدوده مجاز مصرف تشخیص دادند و Khoddami (2013) نیز از اثرات مثبت دودی کردن و تولید محصول با ارزش و مطلوب از ماهی آمور سخن به میان آورد[۲۳]، در سال Besharati، 2004 مکانیزم دودی کردن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را به روش گرم و سرد مورد مقایسه قرار داد و شاخصهای کیفی آن را بررسی نمود[٢٦]. از طرفی Steiner-Asiedu و همکاران (۱۹۹۱) اثر دود دادن را روی سه گونه از ماهیان غنا بررسی کرده‌اند [۲۷] و Hassan در سال ۱۹۹۸ شرایط مختلف فرآیند دودی کردن ماهی کپور [۲۸] و Espe و همکاران (۲۰۰۱) همین شرایط برای ماهی آزاد را برای رسیدن به محصولی با بهترین خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و حسی مورد بررسی قرار دادند [۲۹] و Silva و همکارانش (۲۰۱۱) تفاوت اثرات روش‌های مختلف دود دهی را روی تولید PAHs در ماهیان اقتصادی نیجریه ارزیابی کردند[۳۰].

به دلیل استفاده رایج از ماهیان سفید و کفال طلایی دودی شده در شمال کشور و عرضه فراوان آن در بازار های محلی سواحل دریای مازندران، بررسی‌های ارگانولپتیک، جمعیت میکروبی، ترکیب بیوشیمیایی و ارزش غذایی ضروری به نظر می‌رسد. با عنایت به اینکه هیچگونه اطلاعی از نمونه‌های خام و اولیه محصولات دودی شده و عرضه شده و حتی زمان تولید آن‌ها در بازارهای شمال ایران در دست نیست و امکان احتمال وجود افت کیفی و یا حضور آلودگی‌های میکروبی در آنها وجود دارد، با هدف ارزیابی شاخص‌های کیفی و میکروبی ماهیان دودی مذکور و بررسی اینکه این شاخص‌ها در محدوده استاندارد مجاز جهت مصرف قرار دارند یا غیر و نیز مقایسه کیفی دو نمونه ماهی دودی با یکدیگر جهت ارزیابی احتمال تخریب کیفی بیشتر در یکی از آنها، پژوهش کنونی به ارزیابی کیفیت ماهیان دودی سفید و کفال طلایی دریای مازندران در بازارهای شمال کشور پرداخته و با توجه به وجود علاقه و میزان نسبتا قابل توجه مصرف این محصولات در این منطقه وضعیت جاری کیفیت آنها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

۲- مواد و روشها

مجموعا ٣٦ عدد ماهی دودی، به تعداد ۱۸ ماهی از هر گونه سفید و کفال طلایی به صورت تصادفی از بازارهای رایج ارائه محصولات دودی در شمال کشور منطقه تهیه شدند. بازارهای محلی با معرفی سازمان شیلات ایران و ماهیان نیز حاصل دودخانه‌های چالوس، تنکابن و رامسر بودند؛ به‌طوریکه از بازار

1. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

هر شهر، ٦ قطعه ماهی دودی از هر گونه انتخاب شده، بدون هیچ بسته‌بندی و با اضافه کردن یخ به نسبت ۱:۱ به آزمایشگاه تخصصی مازندران (ساری) منتقل گردید. از قسمت‌های گرده، تنه میانی و ساقه دمی ماهیان دودی نمونه برداری و سپس برای هرگونه ماهی، جداگانه مخلوط گردید.

ابتدا شاخص‌های حسی و ارگانولپتیکی با ارزیابی پارامترهای رنگ، بافت، طعم و مزه، بو و پذیرش کلی، مطابق روش ١٦ نمره‌ای پیشنهادی Ludorff and Meyer (1973) و با ۱۵ پانلیست نیمه آموزش دیده انجام گرفت[۳۱]. آزمون‌های بیوشیمیایی شامل تعیین و اندازه گیری پروتئین به روش کجلدال، خاکستر و رطوبت با کوره الکتریکی [۳۲] و چربی به روش سرد [۳۳] انجام پذیرفت. شمارش کپک و مخمر با محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار[1] با انکوباسیون ٤ روزه در دمای ۲۵ درجه سانتگراد، شمارش کلی میکروب‌ها (TVC^2) با محیط کشت نوترینت آگار[3] و کشت ۰/۱ میلی‌لیتر نمونه به مدت ٤٨ ساعت انکوباسیون در درجه حرارت ۳۵ درجه سانتی‌گراد و شمارش باکتری‌های بی‌هوازی (AB^4) از محیط تریپتیک سویا آگار[5] با کشت ۰/۱ میلی لیتر نمونه در شرایط ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨ ساعت طبق دستورالعمل ارائه شده توسط Jay (1990) انجام شد [٣٤] و پس از شمارش، لگاریتم آنها محاسبه گردید. طبق همین روش با تغلیظ محیط کشت توسط NaCl باکتری‌های نمک دوست (HBC^6) شمارش شدند.

ارزش پراکساید (PV)، اسیدهای چرب آزاد (FFA) و تیوباربیتوریک اسید (TBA) به عنوان شاخص‌های فساد چربی به روش Kirk and Sawyer (1991) [۳۵] و مجموع ازت-های فرار ($TVB\text{-}N^7$) نیز به عنوان شاخص تخریب پروتئین محصول و به روش Hasegawa (1987) اندازه‌گیری گردید[٣٦]. pH محصولات با تهیه سوسپانسیونی از ۵ گرم نمونه چرخ‌شده ماهی با ٤٥ سی سی آب مقطر با استفاده از دستگاه pH متر (مدل مترم، هریزو سویتزرلند) اندازه‌گیری شد[۱۳] و غلظت NaCl نیز توسط روش حجم سنجی والهارد بدست آمد [۳۲].

شناسایی پروفایل و ترکیب اسیدهای چرب بوسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی (USP26-NF21 Supplement-Capillary Gas Chromatography) با دتکتور یونش شعله‌ای (FID) با لوله موئینه و ستون ۵۰ متر x ۰/۲۵ میلیمتر (نوع Packed Column: DEGS.15%) صورت گرفت [۳۷]. بطوری‌که پس از استخراج چربی به روش Stansby (1990)، متیل استرهای اسیدچرب توسط استری شدن [۳۸] و آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌ها توسط GC و به روش Joseph and Seaborn (1990) انجام شده[۳۹]، هلیوم به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفت. طی یک برنامه حرارتی درجه حرارت تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، ردیاب ۲٦۰ درجه سانتی-گراد، ستون ۱۵۵ درجه سانتی‌گراد، حجم تزریق ۱ میکرولیتر، دمای ستون ابتدا به مدت ۲ دقیقه در ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد ثابت و سپس طی ٤ دقیقه دمای ستون به ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد رسیده، ۳ دقیقه در این دما ثابت ماند و طی ۳ دقیقه دما به ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد رسید و ۲۰ دقیقه نیز در این دما نگه‌داشته شد. سرعت گاز حامل ۰/۵، مقدار تزریق ۱ میکرومتر و نرخ شکافت (Split ratio) ۱:۱۰ بود. متیل استرهای اسید چرب با استفاده از استانداردهای معرف (Sigma, Germany) تعیین شدند [۳۸]. نتایج تمامی آزمون‌ها از میانگین سه تکرار بدست آمد. نمودارها با استفاده از برنامه نرم افزاری Excel™ (نسخه ۲۰۱۰) ترسیم و جهت تعیین اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها، از آزمون مقایسه میانگین‌های T-Test در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<0/05$) استفاده گردید. تست همگن بودن داده‌ها توسط کولموگروف – اسمیرنوف انجام شده و نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های حسی نیز به روش کروسکال–والیس مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۳- نتایج

نتیجه حاصل از ارزیابی ارگانولپتیک فیله دودی ماهیان سفید و کفال طلایی و نیز ترکیب تقریبی شیمیایی آنها به ترتیب در

1.Potato *dextrose agar*
2. Total Viable Count
3. Nutrient agar
4. Anerobic Bacteria
5.Tryptic Soy Agar
6. Halophylic Bacteria Count
7. Total Volatile Bases-Nitrogen

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

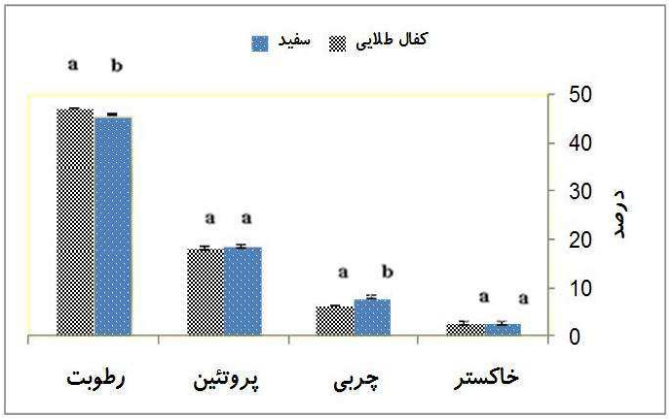
جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده است. اگرچه در شاخص‌های رنگ ظاهری و بافت فیله دودی بین دو نمونه اختلاف وجود داشت ($P<0.05$) ولی از نظر پذیرش کلی علیرغم برخورداری از امتیازات بسیار نزدیک (به ترتیب با ۱۵/٦۸ و ۱۵/۱٤) دارای اختلاف بودند ($P<05.05$).

جدول ۱ ارزیابی حسی و ارگانولپتیک فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی

شاخص	تیمارهای مورد مطالعه	
	فیله ماهی دودی سفید	فیله ماهی دودی کفال
رنگ	۱۵/۹۱± ۰/۰۲^{a}	۱٤/٦٦± ۰/۰۵^{b}
طعم و مزه	۱۵/٦٤± ۰/۰۱^{a}	۱۵/۳٦± ۰/۰۵^{a}
بو	۱۵/۳۷± ۰/۰۳^{a}	۱۵/٤٦± ۰/۰۵^{a}
بافت	۱۵/۸۲± ۰/۰۲^{a}	۱۵/۱٤± ۰/۰۳^{b}
پذیرش کلی	۱۵/٦۸± ۰/۱۰^{a}	۱۵/۱٤± ۰/۳۵ ^{b}

امتیاز: تا۱٦ = درجه ۱، تا۱٤/۹۰ = درجه ۲، تا۱۲/۹۰ = متوسط، تا۱۰/۹۰ = درجه٤ و کمتر از ٦ = غیر قابل مصرف

حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی دار آماری است ($P<0.05$).



شکل ۱ ترکیبات بیوشیمیایی فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی
حروف مختلف در هر پارامتر بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری است ($P<0.05$).

ضمنا در مطالعه ترکیب بیوشیمیایی آنها نیز صرفا در پارامترهای رطوبت (به ترتیب با ٤۵/٦۳ و ٤۷/۲۳ ٪) و چربی (به ترتیب با ۷/٦۷ و ٦/۲۰ ٪) اختلاف معنی‌دار دیده شد ($P<0.05$). جدول ۲ نیز مقادیر pH و نفوذ نمک به درون بافت فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی را نشان می‌دهد که طی آن میزان نمک در بافت دو نمونه محصول دودی تفاوتی را نشان نمی‌دهد ($P>0.05$) درحالیکه pH فیله دودی شده کفال طلایی به وضوح بیشتر از ماهی سفید بود ($P<0.05$).

شاخص‌های شیمیایی کیفت فیله ماهیان دودی در جدول ۳ و شمارش جمعیت میکروبی آنها در جدول ٤ نشان داده شده است. مطابق نتایج حاصله، درحالیکه در شاخص‌های مجموع ازت‌های فرار (TVB-N) و پراکساید (PV) تفاوتی بین فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی مشاهده نشد ($P>0.05$)، اما بین پارامترهای تیوباربیتورک اسید (TBA) و اسیدهای چرب آزاد (FFA) علیرغم نزدیک بودن یافته‌ها، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<0.05$).

بین تمام گروه‌های باکتریایی شمارش شده اعم از جمعیت کل باکتریها (TVC)، مجموع باکتری‌های بیهوازی (AB) و جمعیت باکتری‌های نمک دوست (HPB) هیچگونه تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نشد ($P>0.05$) ولی در شمارش قارچ‌ها (حاوی مجموع کپک و مخمر) مشاهده شد که در فیله ماهی دودی کفال طلایی (با ۳/۲۵ Log cfu/g) بیشتر از نمونه دودی شده ماهی سفید (با ۲/۹۳ Log cfu/g) بود ($P<0.05$).

جدول‌های ۵ و ٦ به ترتیب پروفایل و ترکیب گروههای اسیدهای چرب فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی را نشان می‌دهد. بین دو نمونه محصول دودی، هم در مقادیر اسیدهای چرب اشباع (پالمیتیک و استئاریک اسید) و هم در مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع (پالمیتولئیک، لینولئیک و آراشیدونیک اسید) اختلاف دیده شد ($P<0.05$).

در ترکیب گروه‌های اسیدهای چرب در مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) و غیراشباع (UFA) اختلافی بین فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی دیده نشده بود، اما در درون گروه‌های غیراشباع همانند MUFA (به ترتیب با ۲۷/۲۵ و ۳۷/۸۰ g/100g)، PUFA (به ترتیب با ۳۰/۳۵ و ۱۹/٦۷ g/100g) و همچنین بین گروه اسیدهای چرب امگا-۳ (ω-3)، امگا-٦ (ω-6) و نسبت این دو سری (ω-3/ω-6) تفاوت معنی‌دار دیده شد ($P<0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

جدول ۲ پارامتر نفوذ نمک (٪) و pH در فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی

شاخص	تیمارهای مورد مطالعه	
	فیله ماهی دودی سفید	فیله ماهی دودی کفال
نمک	۲/۵۲ ± ۰/۱۵[a]	۲/۰۵ ± ۰/۰۲[a]
pH	٦/۳۰ ± ۰/۱۵[a]	٦/۷٤ ± ۰/۱۱[b]

حروف مختلف در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار آماری است (P<0.05).

جدول ۳ شاخص‌های شیمیایی کیفت فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی

شاخص	تیمارهای مورد مطالعه	
	فیله ماهی دودی سفید	فیله ماهی دودی کفال
TVB-N mg/100g	۲۰/۹۹± ۲/۰۹[a]	۱۸/۸۰± ۰/۹٤[a]
PV meqO2/kg	۲/۸۵± ۰/۱۳[a]	۲/۳۳± ۰/۳۰[a]
TBA mgMDA/kg	۱/۹۸۱± ۰/۰۷۰[a]	۱/۸٤٥± ۰/۰۳٦[b]
FFA % OL	۰/۹۵± ۰/۰۲[a]	۱/۲۲± ۰/۰۳[b]

حروف مختلف در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری است (P<0.05).

جدول ٤، جمعیت میکروبی فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی (Log cfu/g)

شاخص	تیمارهای مورد مطالعه	
	فیله ماهی دودی سفید	فیله ماهی دودی کفال
جمعیت کل باکتریایی TVC	۳/۹۷± ۰/۰۳[a]	٤/۰۱± ۰/۱۹[a]
جمعیت باکتریهای بیهوازی ATC	۱/۱۰± ۰/۰۵[a]	۱/۰۵± ۰/۱۱[a]
باکتریهای نمک دوستHPB	۲/٤٥ ±۰/۱۱[a]	۲/٦٤±۰/۱۰[a]
شمارش کپک و مخمر-Mold Yeast	۲/۹۳±۰/۱۱[a]	۳/۲۵±۰/۱۰[b]

حروف مختلف در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری است (P<0.05).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

جدول ۵ پروفایل اسیدهای چرب فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی (g/100g)

نام اسید چرب	فرمول کربنی	سری امگا	نوع اسید چرب	تیمارهای مورد مطالعه	
				فیله ماهی دودی سفید	فیله ماهی دودی کفال طلایی
میریستیک اسید	C14:0	–	اشباع	٤/٥١±٠/٢٤ [a]	٦/٣١±٠/١٤ [a]
پالمیتیک اسید	C16:0	–	اشباع	٩/٣٦±٠/٥١ [a]	١٦/٢٥±٠/٦٥ [b]
استئاریک اسید	C18:0	–	اشباع	٧/١٤±٠/٢٩ [a]	٣/٥٥±٠/١٤ [b]
پالمیتولئیک اسید	C16:1	–	غیراشباع منوئن	١٢/٠٥±٠/٨٥ [a]	١٨/٤٩±١/٠٥ [b]
اولئیک اسید	C18:1	–	غیراشباع منوئن	١٤/٢٢±١/١٤ [a]	١٨/٢٨±١/٠٧ [a]
گادولئیک اسید	C20:1	–	غیراشباع منوئن	٠/٩٨±٠/٣٨ [a]	١/٠٣±٠/٢٥ [a]
لینولئیک اسید	C18:2	ω-6	غیراشباع دی ئن	١٦/٢١±١/٢١ [a]	٦/١٧±٠/١٥ [b]
آلفا لینولنیک اسید	C18:3	ω-3	غیراشباع پلی ئن	٥/٦٥±٠/١٦ [a]	٦/٤٧±٠/٢٥ [a]
آراشیدونیک اسید	C20:4	ω-6	غیراشباع پلی ئن	٥/٣١±٠/٥٥ [a]	٢/٣٢±٠/١٣ [b]
ایکوزاپنتانوئیک اسید	C20:5	ω-3	غیراشباع پلی ئن	١/٠٢±٠/٠٦ [a]	٢/٠٨±٠/٢٠ [a]
دوکوزاهگزانوییک اسید	C22:6	ω-3	غیراشباع پلی ئن	٢/٠٧±٠/٠٥ [a]	٢/٦٣±٠/١١ [a]
مجموع شناسایی شده				**٧٨/٥٢**	**٨٣/٥٩**

حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها می باشد (P>0.05).

جدول ٦ ترکیب گروه‌های اسید چرب فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی (g/100g)

گروه اسید چرب	تیمارهای مورد مطالعه	
	فیله ماهی دودی سفید	فیله ماهی دودی کفال طلایی
مجموع اشباع (SFA)	٢١/٠١ [a]	٢٦/١١ [b]
مجموع غیراشباع (UFA)	٥٧/٥١ [a]	٥٧/٤٨ [a]
مجموع تک غیراشباع (MUFA)	٢٧/٢٥ [a]	٣٧/٨٠ [b]
مجموع چند غیراشباع *(PUFA)	٣٠/٣٥ [a]	١٩/٦٧ [b]
نسبت غیراشباع به اشباع (UFA/SFA)	٢/٧٣ [a]	٢/٢٠ [a]
مجموع امگا-٣ (ω-3)	٨/٧٤ [a]	١١/١٩ [b]
مجموع امگا-٦ (ω-6)	٢١/٥٢ [a]	٨/٤٩ [b]
مجموع EPA+DHA (C20+C22)	٣/٠٩ [a]	٤/٧١ [b]
نسبت امگا-٣ به امگا-٦ (ω-3/ω-6)	٠/٤٠ [a]	١/٣٢ [b]
شاخص پلی ان: DHA+EPA / C16	٠/٣٣ [a]	٠/٢٩ [a]
مجموع شناسایی شده	٧٨/٥٢	٨٣/٥٩

حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها می‌باشد (P>0.05).

*گروه دارای دو پیوند دوگانه (DUFA) نیز در مجموع PUFA محاسبه شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

٤- بحث

شاخص‌های حسی و ارگانولپتیک همواره از مهمترین شاخص-های ارزیابی کیفیت فرآورده‌های دریایی به لحاظ بازاریابی و جذب مصرف کنندگان بوده‌اند. پارامترهای ظاهر، رنگ، قوام، طعم، بو و پذیرش عام مطابق روش Ludorff و Meyer (۱۹۷۳) ارزیابی شد[۳۱]؛ بطوری‌که امتیازهای بالاتر مربوط به درجه کیفی بهتر می‌باشند و بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، در پارامترهای رنگ، بافت و پذیرش کلی بین دو نمونه فیله ماهی دودی تفاوت وجود داشت ($P<0.05$) که علی‌رغم بالا بودن امتیازها و قابل مصرف بودن هر دو گروه، حاکی از ارجحیت نسبی ماهی دودی سفید بود. نتایج همچنین نشان داد که بیشترین تفاوت میان شاخص‌های حسی بین دو نمونه ماهی دودی، در شاخص رنگ بود. اگرچه تحقیقات نشان داده‌اند که تغییرات درجه حرارت، غلظت دود و همچنین مدت زمان دوددهی روی شاخص‌های حسی و کیفیت ماهیان دودی موثر است [۹]، با توجه به امتیازات حسی تخصیص یافته به هر دو نمونه ماهیان دودی سفید و کفال طلایی موجود در بازارهای شمال کشور، بیانگر تازگی این محصولات و یا حداقل نگهداری مناسب آنها می‌باشد. قطعیت این نظریه با بررسی سایر شاخص-های کیفی پیگیری خواهد شد.

دودی کردن یک فرآیند حرارتی است و طی آن و نیز طی نگهداری، محصول رطوبت از دست داده و تا حدودی خشک می‌شود و موجب افزایش ماده خشک محصول می‌گردد. چنانچه Rezaei و همکاران (۲۰۱٤) پیرامون ماهیان دودی سفید، کفال طلایی و کپور نقره‌ای[۱۱]، Khoddami (2013) در خصوص دودی کردن ماهی آمور [۲۳] و نیز Burt (1998) در مورد دودی و خشک کردن حرارتی انواع ماهیان[٤۰] و همچنین Besharati (2004) هنگام دودی کردن قزل آلای رنگین کمان به این امر اشاره نمودند[۲٦]. پژوهش حاضر نشان داد که میزان رطوبت هر دو محصول دودی پایین تر از ۵۰٪ است؛ بطوری‌که در ماهی سفید ٤۵/٦۳ و در ماهی کفال طلایی ٤۷/۲۳ ٪ ($P<0.05$) به دست آمد. اگرچه مقادیر پروتئین و خاکستر نمونه‌ها تفاوتی را نشان ندادند و بیانگر تثبیت آنها حین عمل آوری بوده است، همان‌گونه که Hall (1997) بیان کرد، در فرآیند دودی کردن، نوسان رطوبت با تغییرات چربی رابطه معکوسی دارد[٤۱]؛ این موضوع در پژوهش کنونی به این صورت مشاهده گردید که برخلاف میزان رطوبت، درصد چربی فیله ماهی دودی سفید بیشتر از کفال طلایی (به ترتیب با ۷/٦۷ و ٦/۲۰ درصد) بود ($P<0.05$).

در سایر روش‌های حرارت دهی به ماهی همانند پخت با آون و حتی بخارپز کردن نیز نشان داده که خشک سازی حرارتی ماهی موجب افزایش پارامترهای مغذی می‌شود [٤۲ و ٤۳].

در فرآیند دودی کردن ماهی، پیش مرحله آب‌نمک دادن[1] موجب نفوذ کریستال نمک به درون بافت گوشت می‌شود [۱۰] لیکن متعادل بودن نمک موجود در بافت ماهیان کفال طلایی و سفید و البته در مقایسه با مقادیر توصیه شده توسط Sikorski و همکاران (۱۹۹۸) [۹]، درصد نسبتا پایین آنها که به ترتیب بین ۲/۰۵ تا ۲/۵۰ درصد برآورد گردید، می‌تواند نشانه دیگری از تازگی محصولات باشد (جدول ۲) با این‌حال، ماهی دودی یک محصول شور یا نیمه شور محسوب می‌گردد و حضور همین کریستال‌های نمک بهمراه ترکیبات موجود در دود موجب بهبود طعم دلپذیر فرآورده و افزایش عمر ماندگاری آن می‌گردد.

از سوی دیگر، گزارشی وجود دارد که افزایش جزئی pH را به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌ها و هیدرولیز اسیدهای چرب ماهی می داند [۲۸]. در مطالعه کنونی pH ماهی دودی کفال طلایی بالاتر از ماهی سفید بوده است ($P<0.05$) با این حال مقادیر و یا نوسان pH به عنوان یک فاکتور مطلق جهت اندازه‌گیری فساد پیشنهاد نمی‌شود، چراکه این فاکتور تحت تاثیر سایر فاکتورهای شیمیایی، میکروبی و حسی قرار دارد [٤٤]، بالا بودن میزان pH در محصولات دریایی بیانگر فساد هیدرولیز و افزایش جمعیت باکتری‌ها می‌باشد [٤۵].

تولید TVB-N می‌تواند به دلیل فعالیت باکتری های پروتئولتیک و تولید بازهای آلی فرار همانند آمونیاک باشد [٤٦]. در نتیجه، ایجاد خلاء به دلیل کاهش رشد جمعیت باکتری‌ها، می‌تواند موجب کاهش تولید بازهای فرار نیز گردد[٤۵]. میزان ازت‌های تام فرار (TVB-N) طی فرآیند دودی کردن و نیز دوره نگهداری محصول دودی شده افزایش می یابد [۲٤] لیکن مقادیر

1. Brining

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

TVB-N در فیله ماهیان دودی سفید و کفال طلایی به ترتیب ۲۰/۹۹ mg/100g و ۱۸/۸۰ بود که باتوجه به تعیین محدوده مصرف مناسب ۳۰ تا ۳۵ mg/100g برای مصرف نهایی محصولات عمل آوری شده [٤٥]، در محدوده قابل مصرف قرار داشت. این درحالیست که Besharati (2004) اعلان نمود ماهیان قزل آلا که توسط روش سرد دودی شدند دو هفته پس از تولید دارای TVB-N بالاتر از حد مجاز و به مرز ٤٥/٣٦ mg/100g رسید [٢٦] و Koral و همکارانش (2009) زمان مصرف سوزن‌ماهی دودی شده به روش گرم (در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤٠ دقیقه دودی و نگهداری در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد) را فقط یک هفته اعلان کردند و لی نمونه‌هایی که در یخچال و ٤ درجه سانتیگراد نگهداری شدند تا روز ۲۵ از لحاظ TVB-N قابل قبول بودند[٤٧]. ماهیان عمل‌آوری شده با روش دودی سرد به دلیل دمای پایین‌تر در تولید از ماندگاری کمتری نسبت به محصولات دودی گرم برخوردار می‌باشند چراکه مواد نگهدارنده کمتری در بافت آنها تشکیل و تجمع می-یابد. میزان تولید TVB-N در بافت ماهیان مورد مطالعه حاکی از سلامت محصول و نیز تازگی آنها از لحاظ فساد پروتئینی بود.

چربی غیراشباع بافت ماهیان چرب به آسانی توسط واکنش‌های اکسیداسیون دچار تخریب و ایجاد تندی[1] در بو و طعم و تغییر در بافت و رنگ و ارزش غذایی می‌شود [٤٨]. علی‌رغم اینکه هیچیک از شاخص‌های فساد چربی محصولات دودی نمونه-برداری شده از بازارهای شمال کشور از میزان قابل مصرف تجاوز نکردند (جدول ۳)، ولی برخلاف شاخص ارزش پراکساید (PV) که اختلافی بین نمونه‌ها نشان نداد ($P>0.05$)، تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های تیوباربیتوریک اسید (TBA) و اسیدهای چرب آزاد (FFA) بین فیله دودی ماهیان سفید و کفال طلایی دیده شد ($P<0.05$). ارزش PV بیانگر شروع تخریب بافت چربی ماهی است و شاخص‌های TBA و FFA نشان دهنده فساد ثانویه چربی در مدت نگهداری فرآورده است [٣٦].

حد مجاز مصارف انسانی برای PV، TBA و FFA به ترتیب ۱۰ meq/k_{fat} [٣٥]، ۵ mgMDA/K [٤٩] و ۵٪ [٤٥] پیشنهاد شده‌اند. Sallam و همکاران (۲۰۰۷) متفق بودند که TBA شاخص مناسبی برای ارزیابی فساد چربی است[٤٩]. نمک موجود در محصول می‌تواند موجب فعال شدن یون آهن در اکسیداسیون چربی‌ها گردد. تمامی شاخص‌های فوق در فیله مایان دودی سفید و کفال طلایی در محدوده مطلوبی جهت مصرف قرار داشتند.

سوابق نشان داده است که جمعیت باکتری‌ها طی دودی کردن کاهش می‌یابد لیکن در دوره نگهداری در شرایط محیطی میزان آن مجددا بشدت افزایش پیدا می‌کند [٢٤]. بنابراین بدوا فرآیند دودی کردن رشد باکتری‌های عامل فساد را کاهش می‌دهد و باعث افزایش ماندگاری ماهی می‌شود. از دیگرسو، کپک و مخمر توانایی رشد در حضور ترکیبات موجود در دود را دارد.

حد مجاز تعداد باکتری در ماهی دودی شده 10^6 واحد کلنی تشکیل شده در گرم و یا ٦ Log cfu/g می‌باشد [٤٥] و با توجه به نتایج جدول ٤، شمارش جمعیت کل باکتریایی (TVC) در نمونه ماهیان دودی سفید (با ۳/۹۷ Log cfu/g) و کفال طلایی (با ٤/٠١ Log cfu/g)، بیانگر حفظ کیفیت محصولات دودی موجود در بازار عرضه آنها حتی در شرایط محیطی مرطوب و معتدل شمال کشور است. در این میان جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی (AB) به ترتیب ۱/۱۰ و ۱/۰۵ Log cfu/g و جمعیت باکتری‌های نمک‌دوست (HPB) نیز به ترتیب ۲/٤٥ و ٢/٦٤ Log cfu/g شمارش شد که حاکی از تازه بودن محصولات و عدم شروع فرآیند فساد بود که با تحقیقات بر روی ماهی ساردین دودی توسط Nyarko et al., (2011) مطابقت دارد[٥٠]؛ البته باتوجه به رشد پیوسته کپک و مخمر (به ترتیب با ۲/۹۳ و ۳/۲۵ Log cfu/g)، پیشنهاد استفاده از بسته بندی و یا کاهش دمای نگهداری پس از دودی کردن منطقی و موثر به نظر می‌رسد.

اگرچه شمارش باکتری‌های بیهوازی در دو نمونه ماهیان دودی فوق الذکر در محدوده قابل قبول قرار داشت لیکن Safari and Khandaghi (1999) اذعان نموده‌اند که در ماهیان دودی شده به روش سرد، کلستریدیم تیپ E به سختی از بین می‌رود و در ماهیان دودی گرم نیز اگرچه حرارت باعث از بین رفتن سوش-های غیرپروتئولیتیک می‌شود ولی تاثیری بر روی سوش‌های پروتئولیتیک ندارد[٥١]. افزودن نمک بهمراه اعمال فرآیند

1. Rancidity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

حرارتی هنگام تولید محصول موجب کنترل رشد میکروارگانیزم‌های می گردد؛ همچنین گزارش‌ها از این حکایت دارند که از یکسو ترکیباتی مثل هیدروژن، اسیدها، کربونیل و آلدهیدها و مشتقات آنها که در فرآیند تولید دود به وجود می‌آیند، موجب خاصیت میکروب کشی دود می شوند [۹ و ۳۰] و از سوی دیگر، مواد فنولیک موجود در دود می‌تواند مانع رشد میکروارگانیزم‌ها گردد [۴۳] که نهایتا منتج به حفظ کیفیت میکروبی محصول می‌گردد. در پژوهش حاضر ترکیب جمعیت میکروبی محصولات دودی نشان دهنده غالب بودن باکتری‌های نمک دوست و کاهش رشد باکتری‌های بی‌هوازی است؛ به عبارت دیگر بیانگر تاثیر مثبت فرآیند ترکیبی "شور – دودی" کردن بر روی کنترل رشد جمعیت باکتریایی می‌باشد

همانگونه که در جدول ۵ و ٦ مشخص شده است بین دو نمونه ماهیان دودی سفید و کفال طلایی هم در مقادیر اسیدهای چرب اشباع (پالمیتیک و استئاریک اسید) و هم در مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع (پالمیتولئیک، لینولئیک و آراشیدونیک اسید) اختلاف وجود دارد ($P<0.05$). در ترکیب گروه‌های اسیدهای چرب در گروه‌های غیراشباعی همانند MUFA (به ترتیب با ۲۷/۲۵ و ۳۷/۸۰ g/100g)، PUFA (به ترتیب با ۳۰/۳۵ و ۱۹/٦۷ g/100g) و همچنین بین گروه اسیدهای چرب امگا-۳ (ω-3)، امگا-٦ (ω-6) و نسبت این دو سری (ω-3/ω-6) تفاوت معنی دار دیده شد ($P<0.05$).

ترکیب اسیدهای چرب بافت محصولات دریایی دودی اندازه گیری شده و شاخص‌های فساد چربی آن بررسی شده است[۲۸، ٤۳ و ٤۷] و نیز ثابت شده است که اسیدهای چرب PUFA به ویژه گروه امگا-۳ نسبت به اکسیداسیون حساسیت بیشتری دارند و سریع‌تر اکسیده می‌شوند [۵۲]، لیکن در پژوهش حاضر باتوجه به پایین بودن شاخص‌های فساد چربی همانند PV، TBA و FFA در هر دو نمونه فیله دودی، مشخص می‌شود که فرآیند خروج اکسیژن از ترکیب دود می‌تواند مانع تاثر عوامل اکسیداسیون باشد. همچنین در بافت ماهیان دودی سفید و کفال طلایی، بالاتر بودن مقادیر امگا-۳ (به ترتیب با ۸/۷٤ و ۱۱/۱۹ g/100g) و امگا-٦ (به ترتیب با ۲۱/۵۲ و ۸/٤۹ g/100g) در مقایسه با شاخص‌های مشابه امگا-۳ در فیله دودی شده ماهیان کپور دودی با ۵/۵۳ g/100g [۲٤]،آمور با ۷/۱۸ [۲۳] و کپور نقره‌ای با ۱۵/۷۹ g/100g [۱۱] ارزش بالای چربی غیراشباع این فرآورده‌ها را نشان می‌دهد. گفتنی است که Rezaei و همکاران (۲۰۱۳) در کنار پژوهشی پیرامون هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک[1] اقدام به شناسایی اسیدهای چرب چند گونه ماهی اقتصادی دریای مازندران از جمله همین دو گونه نمودند[۱۱] که به نتایج کاملا مشابهی رسیدند. با تحلیل نتایج پژوهش کنونی می‌توان ادعا نمود که اسیدهای چرب ماهیان سفید و کفال طلایی به ویژه دو اسید چرب غیراشباع چندگانه مفید شامل EPA و DHA بخوبی محفوظ مانده، همچنین نسبت غیراشباعیت و شاخص پلی‌ئن (DHA+EPA/C16) نیز طی فرآیند دودی کردن به ترتیب با ۰/۳۳ و ۰/۲۹ درصد در محدوده مشابه محصولات تازه دودی شده قرار دارد. دلیل عدم تغییر ترکیب اسیدهای چرب می‌تواند ناشی از زمان کوتاه و درجه حرارت پایین در فرآیند سردکردن باشد و تشکیل لایه ضخیم جلدی در محصولات دودی شده و حضور ترکیبات ضداکسایش در آن، از نفوذ اکسیژن و تخریب اسیدهای چرب جلوگیری نموده است. نوع فرآیند دودی کردن و تفاوت در درجه حرارت هنگام عمل آوری محصول در دودخانه و همچنین تفاوت در بافت چربی ماهیان مورد مطالعه می‌تواند بر روی اسیدهای چرب ماهیان موثر باشد.

ارزشمند بودن ترکیب چربی ماهیان دودی مورد مطالعه می‌تواند آنها را در کنار ماهیان تازه قرار دهد؛ بطوری‌که آنها را در ردیف ماهیانی هممچون بافت تازه کفال طلایی [۱۵]، کفال خاکستری [۱٦]، ماهیان خاویاری [۱۷ و ۱۸]، قزل‌آلای رنگین‌کمان [۱۹]، ماهی سوف [۲۰] و حتی نمونه‌های دودی شده ماهیان استخوانی [۱۱]، کپور دودی [۲٤] و آمور دودی [۲۳] قرار دهد.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

ماهیان دودی سفید و کفال طلایی تولید شده در کارگاه‌های نوار ساحلی دریای مازندران از شاخص‌های حسی و ارگانولپتیک مطلوبی برخوردارند و نمونه‌های موجود در بازارهای شمال ایران

1. PAHs

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

دارای کیفیت مطلوبی می‌باشند؛ بطوری‌که شاخص‌های شیمیایی، ارزش غذایی و جمعیت میکروبی آنها به دلیل قرار گرفتن در محدوده محصولات قابل مصرف و حتی تازه، بیانگر عرضه فرآورده‌هایی سالم است و ترکیب اسیدهای چرب آنها نیز نشان دهنده حفظ سری‌های با ارزش از جمله PUFA، امگا-۳، امگا-٦ و حتی شاخص غیراشباعیت می‌باشد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان با نمونه گیری مستمر و ماهانه از ماهیان دودی ارائه شده به بازارهای شاخص مصرف آنها به ویژه در نوار ساحلی شمال کشور، از عرضه محصولاتی مطلوب همراه با کیفیت قابل قبول اطمینان حاصل نمود و به عنوان راهکار مکمل نیز می‌توان ماهیان دودی را همراه با بسته‌بندی مناسب و یا همراه با نگهداری در انبارهای سرد، نسبت به افزایش عمر ماندگاری آنها در مدت عرضه در بازار ااقدام نمود.

٦- منابع

[1] FAO, 2014. The state of world fisheries and aquaculture: Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 243p.

[2] Brillet, A., Pilet, M.F., Prevost, H., Cardinal, M., Bouttefroy, A., and Leroi, F., 2004. Biodiversity of *listreia monocytogenes* sensitivity to bacteriocin- producing Carnobactreium strains and application in strile cold-smoked salmon. Journal of Applied Microbiology 97(5): 1029-1037.

[3] Cardinal, M., Cornet, J., Sérot, T., and Baron, R., 2006, Effect of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content, Food chemistry 96, 137-146 .

[4] Vescovo M, Scolari G, Zacconi C., 2006. Inhibition of *Listeria innocua* growth by antimicrobial-producing lactic acid cultures in vacuum-packed cold-smoked salmon. Food Microbiol 23(7):689–93.

[5] Amirkhanloo, P., Safari, R., Rezaei, M., and Saeidi-Asl, M.R., 2011. The effect of smoking on *listeria* growth in silver Carp (*Hypophtalmichthys molitrix*), *Journal of Food Science and Technology, 3(2):* 21-25. (Abstract in English)

[6] Akhondzadeh-Basti, A, Misaghi, A., Salehi, T.Z., and Kamkar, A., 2006. Bacterial pathogens in fresh, smoked and salted Iranian fish. Food Cont.17:183–188.

[7] Farber J.M., 2000. Present situation in Canada regarding *Listeria monocytogenes* and ready-to-eat seafood products. Int J Food Microbiol 62:247-51.

[8] Nakamura, H., Tokuda, Y., Sono, A., Koyama, T., Ogasawara, J., Hase, A., Haruki, K., and Nishikawa, Y., 2006. Molecular typing to trace *Listeria monocytogenes* isolated from cold-smoked fish to a contamination source in a processing plant, J Food Prot. 2006 Apr;69(4):835-41.

[9] Sikorski, Z.E., Haard, N., Motohiro, T., and Sun Pan, B., 1998. Quality, P89-115, In: Doe, P.E., (Ed.), *Fish Drying and Smoking: Production and Quality*, CRC Press, Technomic Pub, 250p.

[10] Doe, P.E., Sikorski, Z., Haard, N., Olley, J., and Sun Pan, B., 1998. Basic Principles, P: 13-45, In: Doe, P.E., (Ed.): *Fish Drying and Smoking: Production and Quality*. CRC Press, Technomic Publishing, 250p.

[11] Rezaei, K., Hedayatifard, M., and Fattahi, E., 2014. Identification and extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from smoked fish and their Effects on the quality, microbial, and fatty acid indexes, *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*; 23(108): 109-21 (Abstract in English)

[12] FAO. 2007. FAO Species Catalogue, *Rutilus frisii kutum* and *Liza aurata*, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

[13] Hedayatifard, M., 2009. Comparative Study of Fatty Acid Composition of Golden Mullet Fillet and Roe Oil (*Liza aurata* Risso, 1810), Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 4(4): 209-2013.

[14] AHA. 2007. Fish and Omega-3 Fatty Acids. American Heart Association, lnc. USA.

[15] Hedayatifard, M., Moeini, S., Keyvan, A., and Yousefian, M., 2002. Quantitative and qualitative identification of fatty acids in muscle of golden mullet (*Liza aurata*). Iranian Journal of Marine Sciences, 1(2):73-78. (Abstract in English)

[16] Sengor, G., Ozden, O., Erkan, N., Tuter., M., and Aksoy, A. 2003. Fatty acid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

[26] Besharati, N., 2004. Preliminary Observations on Nutritional and Microbiological Changes of Hot and Cold Smoked Trout (*Oncorhynchus mykiss)*, Final Project Report, UNU Fisheries Training Program United Nation University, Reykjavik, Iceland, 51 p.

[27] Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K., and Lie, Q., 1991. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I Proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. *Food Chemistry*, 40(3): 309-321.

[28] Hassan, I.M., 1998. Processing of smoked common carp fish and its relation to some chemical, physical and organoleptic properties, *Food Chemistry*, 27(2): 95-106.

[29] Espe, M., Nortvedt, R., Lie, Ø., and Hafsteinsson, H., 2002, Atlantic salmon as raw material for the smoking industry , Food chemistry 77, p 41-46.

[30] Silva, B., Adetunde, O., Oluseyi, T., Olayinka, K., and Alo, B., 2011. Effects of the methods of smoking on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in some locally consumed fishes in Nigeria. *African Journal of Food Science*; 5(7): 384-391.

[31] Ludroff, W., and Meyer, V., 1973. Fische Und Fischerzeugnisse, Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin, 294p.

[32] AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Edition, Current through Revision, AOAC International Suite 500481, Maryland USA, 20877-2417.

[33] Bligh, E.G., and Dyer, W. J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. physiol. 37(8): 911-917.

[34] Jay, J.M., 1990. Modern Food Microbiology, 4th Ed., Van Nostrand Reinhold Co., New York, 642p.

[35] Kirk, R.S., and Sawyer, R., 1991. Pearson's Chemical Analysis of Foods. (9th Ed.) Longman Scientific and Technical. Harlow, Essex, UK.

[36] Hasegawa, H., 1987. Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish products, Marine Fisheries Research Department, Southeast Asian Fisheries compositions of flathead Gray Mullet (*Mugil caphalus*) fillet, Raw and Beeswaxed Caviar Oils. Tur. J. of Fisher. and Aqua. Sci.3: 93-96.

[17] Vaccaro, A.M., Buffa, G., Messina, C.M., Santulli, A., and Mazzola, A., 2005. Fatty acid composition of a cultured Sturgeon hybrid (*Acipenser naccarii* × *A., baerii*). Food Chemistery 93: 627-631.

[18] Hedayatifard, M., and Moeini, S., 2007. Loss of omega-3 fatty acids of sturgeon (*Acipenser stellatus*) during cold storage. International Journal of Agriculture and Biology, 9(4):598-601.

[19] Sener, E., and Yildiz, M., 2003. Effect of the different Oil on growth performance and body composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Juveniles. Tur. J. of Fisher. and Aqua. Sci. 3:111-116.

[20] Hedayatifard, M., and Jamali, Z., 2008. Evaluation of Omega-3 fatty acid composition in Caspian Sea Pike Perch (*Sander lucioperca* L.), Int. J. Agr. & Biol., Vol. 10(2), 163p.

[21] Ozogul, Y., Ozogul, F., Cicek, E., Polat, A., and Kuley, E., 2008. Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. Int J Food Sci Nutr. Oct 29:1-12.

[22] Gulzar, S., and Zuber, M., 2000. Determination of Omega-3 fatty acid composition in freshwater fish, Int. J. Agr. & Biol. (IJAB), Vol. 2, No. 4, pp.342-343.

[23] Khoddami, S., 2013. Comparison Study of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons of Caspian Sea Golden Mullet (*Liza aurata*), Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*) and Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*), MSc Thesis in Fisheries, Advanced Education Center, Qaemshahr branch, Islamic Azad University, 126p, (Abstract in English)

[24] Hassani-Moghaddam, E., 2014. Effect of Smoking Process on the Production of Poly Hydrocarbons Aromatics (PHAs) and Fatty acids Profile on the Common Carp *Cyprinus carpio*, MSc Thesis in Food Science and Technology, Ayatollah Amoli branch, Islamic Azad University, 86p, (Abstract in English)

[25] Badii, F., Howell, N.K., 2002. Changes in the texture and structure of cod and haddock fillets during frozen storage, Food Hydrocolloids, 16:313-319.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

Development Center in collaboration with Japan International Cooperation Agency, 226p.

[37] Hunt, A.O., and Tekelioglu, N., 2008. Effect of dietary lipid sources on the growth and body fatty acid composition of Seabass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758), *Journal of Animal and Veterinary Advances*; 7(8): 915-23.

[38] Stansby, M. E. (Ed), 1990. Fish Oils in Nutrition-Van Nostrand. Reinhold. N. Y. 313 P.

[39] Joseph, J. D. and Seaborn, G. T., 1990. The Analysis of Marine Fatty Acids, in : Stansby. M. E (ed.), Fish Oils in Nutrition. pp: 40-72.

[40] Burt, J.R., 1988. Fish smoking and drying, Philadelphia, PA: Elsevier Applied Science, xii, 166 p.

[41] Hall, G.M., 1997. Fish Processing Technology, Ed. by G. M. Hall, Blackie Academic & Professional, 2nd ed., XII, 292 p.

[42] Kumolu-Johnson, C.A., Aladetohun, N.F., and Ndimele, P.E., 2010. The effects of smoking on the nutritional qualities and shelf-life of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *African Journal of Biotechnology*, 9(1): 73-76.

[43] Olayemi, F.F., Adedayo, M.R., Bamishaiye, E.I., and Awagu, E.F., 2011. Proximate composition of catfish (*Clarias gariepinus*) smoked in Nigerian stored products research institute (NSPRI): *Developed kiln. International Journal of Fisheriesand Aquaculture*; 3(5): 96-8.

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

[45] Hedayatifard, M., 2003. Fish and Shrimp Processing Technology, Persia Fishing Industries Company (PFICo), Tehran, 120 pp. (Abstract in English)

[46] Fraser, O. P., Sumar, S. 1998. Compositional changes and spoilage in fish (part II), microbiological induced deterioration, Nut Food Sci, 6:525-322.

[47] Koral, S., Köse, S., and Tufan, B., 2009. Investigating the Quality Changes of Raw and Hot Smoked Garfish (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) at Ambient and Refrigerated Temperatures, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 53-58.

[48] Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschlager, J., Dalgaard, P., Jensen, B., and Undeland, I., 1997. Methods to evaluate fish freshness in research and industry, Trends. Food. Sci. Technol. 8: 258–265.

[49] Sallam, K.I., A.M., Ahmed, M.M., Elgazzar, and Eldaly, E.A., 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. Food Chem. 102: 1061-1070.

[50] Nyarko, H.D., Obodai, E.A., Coomson, L.K., Coomson, S.S., and Aniwe, Y., 2011. Microbial profile of smoked sardine (*Sardilella aurita*) AT smoking sites and market centres of Tema, Ghana-1, *Archives of Applied Science Research*; 3(3): 443-53.

[51] Safari, R., and Khandaghi, A., 1999. Evaluation and Isolation of Clostridium botulanum Type E From Fresh and Smoked Cyprinus carpio, Rutilus frisii kutum and Hypophtalmicthys molitrix, Iranian Journal of Fisheries Sciences, 7(4): 19-26. (Abstract in English)

[52] Hedayatifard, M., Chashnidel, Y., and Nemati, S., 2011. Consideration of the effects of salting on profile fatty acids and quality indicators of pike (*Esox lucius*) stored at 4°c, *Journal of Fisheries*, 5(2): 1-17. (Abstrac in English)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

Study of quality indices, microbal load and fatty acid composition of smoked kutum and golden mullet in the northern Iranian markets

Hedayatifard, M. [1*], Pourmolaei, N. [2]

1. Associate Prof. Fisheries Department, College of Agriculture and Natural Resources, Qaemshahr branch, Islamic Azad University, PO Box: 163, Qaemshahr, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, College of Agriculture and Food Sciences, Ayatollah Amoli branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

(Received: 93/12/3 Accepted: 94/8/3)

Sensory indices, microbal communities, qualitative parameters and fatty acids profile of smoked Kutum and Golden Mullet were evaluated at the Northern Iranian markets. Thus, the samples from selected markets were collected and analyzed and compared also with acceptable ranges. The results showed that there were differents in some indices between smoked Kutum and Golden Mullet such as color and texture as sensory, pH (6.30 and 7.74% respectively), total lipid (7.67 and 6.20 respectively), TBA (1.981 and 1.845 $meqO_2/kg$ respectively) and FFA (0.95 and 1.22 % respectively) as chemicals and total muld and yeast (2.93 and 3.25 Logcfu/g, respectivly) as microbal communities ($P<0.05$). The results also showed that Halophillic and Anaerobic bacteria had higher and lower loads in smoked fish, respectively. While there were no differents in EPA and DHA fatty acids but most series like PUFA (30.35 and 19.67 g/100g), omega-3 (8.73 and 11.19 g/100g), omega-6 (21.52 and 8.49 g/100g) and ω-3/ ω-6 ratio (0.40 and 1.32) showed a difference between smoked Kutum and Golden Mullet, respectively ($P<0.05$). The results stated that chemical indices, nutritional values and microbal communities were in acceptable and freshness ranges in smoked products and their valuable fatty acid series were preserved.

Keywords: Fish market, Quality control, Omega-3, Smoked fish

[*] Corresponding Author E-Mail Address: Hedayati.m@qaemshahriau.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]