



مطالعه ارزش غذایی ماهی ساردین سند (*Sardinella sindensis*) طی دوره یک ساله

ذبیح اله بهمنی^{۱*}، فاطمه نوغانی^۲، صغری کمالی^۳

۱، ۲ و ۳- نویسنده مسئول: مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

بندر انزلی، گیلان. Email: zabihbahmani@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۲۵

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۵/۳/۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۳/۲۵

واژگان کلیدی:

ساردین سند، تغییرات فصلی، اسیدهای چرب، پروتئین های سارکوپلاسمی.

چکیده

پیشینه و هدف: ساردین ماهیان، از ماهیان سطحی ریز هستند که به لحاظ تولید پودر و روغن ماهی جهت مصارف انسانی و غیره دارای ارزش اقتصادی و اکولوژیکی می باشند. تغییرات ترکیبات تقریبی (رطوبت، پروتئین، چربی، کربوهیدرات و خاکستر) و پروفایل اسیدهای چرب ساردین (*Sardinella sindensis*) به مدت یک سال، از فروردین تا اسفند ۱۴۰۱، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها: تعیین ارزش غذایی ساردین سند (*S. sindensis*) (رطوبت، پروتئین، چربی، کربوهیدرات و خاکستر) به روش AOAC، نوع پروتئین به روش Hashimoto، و پروفایل اسیدهای چرب به روش Metcalfe، به مدت یک سال، از فروردین تا اسفند ۱۴۰۱، مورد ارزیابی قرار گرفت.

بحث و نتایج: میزان تغییرات پروتئین، چربی، کربوهیدرات و خاکستر به ترتیب از ۱۵/۵۹ تا ۲۲/۸ درصد، ۴/۲ تا ۱۰/۲ درصد، ۰/۴۲ تا ۰/۸۷ درصد و ۱/۸۵ تا ۳/۱ درصد و دارای تفاوت معنی داری ($P < ۰/۰۵$) بودند. محتوای چربی ساردین در طول فصل پاییز تا زمستان (۶/۲۱ - ۱۰/۲ درصد) بالا و کمترین میزان چربی در فصل بهار (اردیبهشت) (۴/۲) گزارش شد. میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) و مجموع (EPA + DHA) در روغن ساردین به ترتیب ۳۲/۳۴۳ و ۸/۲۴۱ درصد بود و مقدار پروتئین های سارکوپلاسمی، ساختاری (میوفیبریلی) و پیوندی (استروما) به ترتیب ۲۲/۹۵، ۷۳/۸۱ و ۳/۲۴ درصد است. نتایج نشان داد که تغییرات مشخصی در محتوای پروتئین، کربوهیدرات و خاکستر وجود ندارد، در حالی که تغییرات فصلی بیشتر در محتوای لیپید نمونه دیده می شود. محتوای چربی از شهریور افزایش یافت و در آبان به حداکثر مقدار (۱۰/۲ درصد) رسید، در ماه های آذر تا اسفند تغییرات چربی این ماهیان ناچیز بوده است، و در فروردین و اردیبهشت به ترتیب ۴/۳۲ و ۴/۲ درصد کاهش یافت.

Study of the nutritional value of Sind sardine (*Sardinella sindensis*) over a one-year period

Zabihalh Bahmani^{1*}, Fatemeh Noghani², Soghra Kamali³

1, 2 & 3- National Fish Processing Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Bandar Anzali, Iran.
Email: zabihbahmani@gmail.com

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 10/6/2024

Revised: 30/5/2026

Accepted: 15/06/2026

Keywords

Sind sardine, Seasonal changes, Fatty acids, Sarcoplasmic proteins

Abstract

Background and Objectives: Sardines are small surface fish that have economic and ecological value in terms of producing fish powder and oil for human and non-human consumption. Changes in approximate composition (moisture, protein, fat, carbohydrate and ash) and fatty acid profile of sardine (*Sardinella sindensis*) were evaluated for one year, from April to March 2022.

Materials and Methods: The nutritional value of Sind sardine (*S. sindensis*) (moisture, protein, fat, carbohydrate, and ash) was determined by the AOAC method, protein type by the Hashimoto method, and fatty acid profile by the Metcalfe method, for one year, from April to March 2022.

Results and Discussion: The amount of protein, fat, carbohydrate and ash changes are from 15.59 to 22.8%, 4.2 to 10.2%, 0.42 to 0.87% and 1.85 to 3.1% respectively and have differences were significant ($P<0.05$). The fat content of sardine was high during the autumn to winter season (6.21-10.2 %) and the lowest fat content was reported in spring (May) (4.2 %). The amount of polyunsaturated fatty acids (PUFA) and total (EPA + DHA) in sardine oil was 32.343 and 8.241%, respectively, and the amount of sarcoplasmic, structural (myofibrillar) and connective (stroma) proteins was 22.95, respectively. It is 73.81 and 3.24 %. The results showed that there are no specific changes in protein, carbohydrate and ash content, while seasonal changes are more visible in the lipid content of the sample. The fat content increased from September and reached the maximum value (10.2%) in November, the changes in the fat of these fish were insignificant from December to March, and it decreased by 4.32% and 4.2% in April and May, respectively.

۱- مقدمه

آبزیان منبع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ (PUFA) به ویژه ایکوزاپنتانویک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانویک اسید (DHA) می‌باشند. آن‌ها طیف وسیعی از فاکتورهای سلامتی از جمله پیش‌گیری از بیماری عروق کرونر قلب، بهبود شبکه چشم و رشد مغز. کاهش بروز سرطان سینه، آرتریت روماتوئید، اسکروزیس، پسوریازیس و التهاب را ارائه می‌دهند که در هیچ غذای دیگری وجود ندارد، اسیدهای چرب امگا ۳ با سنتز ایکوزانویدها، ترومبوکسان‌ها و لوکوترین‌ها مرتبط هستند [۱ و ۲]. علاوه بر این، این اسیدهای چرب امگا ۳ نمی‌توانند در بدن سنتز شوند و باید از رژیم غذایی دریافت شوند. بنابراین اهمیت مصرف ماهی را نمی‌توان نادیده گرفت و ترویج ماهی به عنوان غذای سالم/غذای مغز به دغدغه جهانی تبدیل شده است. توصیه کلی برای مصرف روزانه ۰/۵ گرم DHA/EPA برای نوزادان و ۱ گرم برای بزرگسالان است. اخیراً مصرف اسیدهای چرب n-6 روغن های گیاهی و از چربی‌های حیوانی افزایش یافته است [۱، ۲ و ۳]. سازمان‌های بین‌المللی WHO/FAO نسبت n-6/n-3 را در محصولات غذایی ۵:۱۸ توصیه می‌کند. ترکیب اصلی ماهی شامل پروتئین، چربی، مواد معدنی، کربوهیدرات و آب است. با این حال، ترکیب از گونه‌ای به گونه دیگر بسته به سن، جنس، محیط و فصل بسیار متفاوت است. علاوه بر این، تغییرات در ترکیب تقریبی ماهی ارتباط نزدیکی با مصرف خوراک دارد و تغییرات در محتوای لیپید بسیار گسترده‌تر از پروتئین است. لیپیدها مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده عضله ماهی هستند که ذخیره انرژی و اجزای غشای زیستی سلولی را تامین می‌کنند. ماهی‌هایی با محتوای چربی کمتر از ۰/۵ درصد و بالای ۱۸-۱۶ درصد رایج هستند [۳]. در بسیاری از گونه‌ها، چربی‌ها در طول فصل تغذیه تجمع می‌یابد و در زمان تخم ریزی کاهش می‌یابد. محتوای لیپید در این گونه ماهی‌ها با فصل و بلوغ جنسی تغییرات زیادی نشان می‌دهد. در ماهیان چرب مانند ساردین، ماکرل، شاه ماهی و غیره محل اصلی ذخیره لیپیدها، عضله است. محتوای کل چربی، نسبت اسیدهای چرب و ترکیبات معدنی ماهی تا حد زیادی به رژیم غذایی مصرف شده بستگی دارد [۴ و ۵]. در طول سال، ماهیان در معرض تغییرات محیطی و نوسانات قابل توجهی در دسترس بودن و ترکیبات خوراک قرار می‌گیرند که بر ترکیب شیمیایی عضلات آن‌ها تأثیر می‌گذارد. بسیاری از عوامل

خارجی دیگر (دما و شوری) نیز ممکن است بر ترکیب اسیدهای چرب تأثیر بگذارند [۱، ۲ و ۵]. علاوه بر این، پروتئین‌ها و لیپیدها عضلات در زمان تولید مثل به غدد جنسی منتقل می‌شوند، به نوبه خود تغییری در ترکیب تقریبی به وجود می‌آید. ساردین ماهیان، ماهیانی چرب با ویژگی‌های تغذیه‌ای قابل توجهی هستند زیرا سطح بالایی از اسیدهای چرب امگا ۳ دارند [۶ و ۷]. لیپید ساردین به‌طور گسترده‌ای با فصل متفاوت است و عوامل دیگری مانند دما، مصرف خوراک، سن، جنس، اندازه و غیره بر ترکیب چربی تأثیر می‌گذارد [۶ و ۸]. محتوای چربی ساردین روغنی (*Sardinella longiceps*) در ماه‌های خرداد تا تیر حدود ۴-۳ درصد است و در ماه‌های آبان تا آذر به حدود ۱۸ درصد [۹]. و در ساردین پیلچارد (*S. pilchardus*) تغییر چربی از ۱/۲ به ۱۸/۴ درصد افزایش می‌یابد [۱۰]. مقدار چربی در ساردین *S. melanostidus* در بهمن (۱/۸ درصد) بسیار کم و در تیر تا شهریور (۷/۲ درصد) بالا بود [۱ و ۱۰]. ساردین سند (*S. sindensis*) بومی خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد با توجه به ارزش اقتصادی این ماهیان می‌تواند راه حلی مناسبی بر افزایش سرانه مصرف آبزیان در کشور باشد و از آنجایی که ماهیان به عنوان وسیله ای برای بهبود سلامتی تبلیغ می‌شوند، اطلاعات در مورد ارزش غذایی و اثر تغییرات فصلی بر ترکیبات شیمیایی بدن آن‌ها بسیار مفید خواهد بود در این مقاله ارزش غذایی ماهی ساردین سند صید شده از منطقه قشم (ایران) و اثر تغییرات فصلی به مدت یک سال (۱۴۰۱) مورد مطالعه قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ مواد اولیه و تجزیه تقریبی

۲ کیلوگرم ساردین (*S. sindensis*) هر ماه به مدت یک سال به جزء زمان‌های ممنوعیت صید (۲۵ اسفند تا ۱۵ فروردین، ۱ تیر تا ۱۵ مرداد) از جزیره قشم (استان هرمزگان) تهیه شد. ماهیان در آزمایشگاه شسته و طول (سانتی‌متر) و وزن (گرم) برای هر ماهی اندازه‌گیری شد. سپس بافت ماهی برای تعیین ارزش غذایی در ماه‌های نمونه گیری مورد استفاده قرار گرفت. رطوبت بافت ساردین براساس روش AOAC اندازه‌گیری و مقادیر رطوبت از رابطه ۱ و بر اساس اختلاف وزن حاصل از قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد [۱۱].

$$\text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه} \times 100 = \text{رطوبت} (\%)$$

۱۰ میلی لیتر اسید استیک به رسوب اضافه شد و به مدت ۲ روز در دمای اتاق نگهداری شد، سانتریفیوژ شد و مایع رویی بخش پروتئین محلول در اسید را تشکیل می‌دهد [۱۲].

تعیین میزان خاکستر، ۰/۵ گرم از نمونه (که قبلاً در آن با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفته بودند)، در کوره مافل با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت سوزانده شد. مقدار خاکستر از رابطه ۲ بدست آمد [۱۱].

$$\text{وزن بوتی - چینی} - \text{وزن بوتی همراه نمونه نهایی} \times 100 = \text{خاکستر} (\%)$$

اندازه‌گیری کربوهیدرات، با انرژی حاصل از مواد غیر از ته (NFE) به کمک معادله ۳ و ۴ محاسبه شد [۱۱]. به دلیل این که میزان فیبر غیرقابل سنجش بود و به صفر نزدیک است، بنابراین کربوهیدرات با NFE برابر می‌باشد.

$$\text{معادله ۳: } \text{NFE} = 100 - (\text{پروتئین} + \text{چربی} + \text{خاکستر} + \text{رطوبت})$$

معادله ۴: میزان فیبر + NFE = میزان کربوهیدرات

اندازه‌گیری چربی کل با استفاده از مخلوط حلال کلروفرم-متانول انجام شد [۱۳]. ابتدا مقدار ۱۵ گرم نمونه را وزن کرده و به همراه ۶۰ ml متانول در دکانتور ریخته و به خوبی هموژن می‌شود. سپس مقدار ۳۰ ml کلروفرم افزوده و دکانتور تکان داده می‌شود. پس از ۵ دقیقه دوباره ۳۰ ml کلروفرم اضافه شده و به مدت ۲۴ ساعت در این حالت قرار گرفت تا چربی استخراج شود. بعد از ۲۴ ساعت برای جداسازی فازها ۳۶ ml آب مقطر اضافه شد. بعد از ۲ ساعت فاز زیرین در بالن سرسمباده‌ای جمع شده و در روتاری (Heidolph, LABORATA 4000, آلمان) قرار گرفت تا حلال آن تبخیر شود و فقط روغن باقی بماند. روغن استخراج شده برای اندازه‌گیری درصد چربی و PV مورد استفاده قرار گرفت و میزان چربی بر حسب درصد از طریق رابطه ۵ به‌دست آمد.

$$\text{وزن نمونه} \times 100 = \text{درصد چربی}$$

۲-۲ تعیین اسیدهای چرب روغن ساردین سند

برای تهیه متیل استرهای اسید چرب (FAME)، مقدار مشخصی روغن (۰/۱ گرم) با افزودن ۵ میلی لیتر سود اتانولی (۰/۵ نرمال) و هگزان (۱ میلی‌لیتر) در یک ویال درپوش پیچی قرار داده شد. سپس ویال در حمام حاوی آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد. پس از آن، ویال از حمام خارج شد و اجازه داده شد تا دمای نزدیک به اتاق خنک شود. پس از آن، ۲/۱۷۵ میلی‌لیتر تری

مقدار پروتئین به روش کلدال، اندازه‌گیری شد. به‌صورت خلاصه، ۰/۵ گرم نمونه بافت ساردین سند درون لوله آزمایش مخصوص هضم ریخته شد، به هر لوله ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال، یک عدد قرص هضم حاوی سولفات مس و یا سولفات پتاسیم و چند قطره اکتان نرمال به عنوان ضد کف اضافه گردید. در هر سری کار با دستگاه ۲ لوله به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. حمام هضم دستگاه KEL PLUS - Elite ExVA قبلاً روشن و پس از قرار دادن لوله‌ها در دستگاه مورد نظر، دمای کوره به تدریج به دمای ۴۲۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد تا هضم صورت گیرد. در هنگام هضم، نمونه‌ها ابتدا به رنگ قهوه‌ای و سپس به رنگ زرد شفاف در آمدند و در مرحله آخر تقریباً به رنگ آبی شفاف، که نشانه هضم کامل بود، درآمدند. این مراحل حدود ۴ ساعت به طول انجامید. پس از هضم نمونه‌ها و سرد شدن آن‌ها مقداری آب مقطر به هر لوله اضافه شد و در قسمت تیتراسیون دستگاه کلدال که تمام خودکار است قرار داده شد. به دستگاه سه ظرف حاوی اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال، سود ۴۰٪ و آب مقطر وصل گردید که با توجه به میزان نیتروژن نمونه، دستگاه به‌طور خودکار از هر بطری به میزان مورد نظر استفاده می‌کند. پس از چند دقیقه تیتراسیون نمونه‌ها صورت گرفته و درصد نیتروژن نمونه‌ها روی صفحه نمایشگر دستگاه ثبت شد، با ضرب این عدد در عدد ۶/۲۵، میزان پروتئین نمونه‌ها به‌دست آمد [۱۱].

برای تعیین انواع پروتئین، یک گرم از نمونه با ۲۰ میلی لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH خنثی) همگن و در سانتریفیوژ یخچال دار (Eppendorf, 5804 R, Germany) با دور ۵۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. مایع رویی جمع آوری شده، به عنوان پروتئین سارکوپلاسمی گزارش شد. به لوله آزمایش حاوی رسوب ۲۰ میلی لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH خنثی) حاوی ۰/۵ مولار کلرید پتاسیم اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد سپس به مدت ۵ دقیقه در سانتریفیوژ یخچال‌دار با دور ۵۰۰۰ سانتریفیوژ شد. مایع رویی جمع آوری و پروتئین ساختاری محاسبه شد. و در پایان به رسوب ۱۰ میلی لیتر سود ۰/۱ مولار اضافه شد و یک شب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و به مدت ۵ دقیقه در سانتریفیوژ یخچال‌دار با ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. مایع رویی جمع‌آوری و پروتئین پیوندی محلول در قلیایی تخمین زده شد.

۳- نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی بدن ماهی به دلایل فیزیولوژیکی و تغییرات در شرایط محیطی بسیار متفاوت است. میزان رطوبت ماهی مورد مطالعه از ۶۷/۳ تا ۷۲/۵ درصد متغیر بود ($P < 0.05$) (شکل ۱). پروتئین بیشترین مقدار ماده خشک را در ماهی تشکیل می‌دهد. محتوای پروتئین ساردین از ۱۵/۵۹ تا ۲۲/۸ درصد متغیر بود (شکل ۲). در گذشته محتوای پروتئین یک ماده غذایی را که بیشتر از ۱۵ درصد باشد به عنوان مواد غذایی با سطح پروتئین بالا طبقه‌بندی شد. بر این اساس، ساردین به عنوان یک ماهی با سطح پروتئین بالا طبقه‌بندی می‌شود، زیرا محتوی پروتئین آن در طول سال بیش از ۱۵ درصد بود (۱ و ۱۶). محتوای کربوهیدرات در ساردین بسیار کم، بین ۰/۴۲ تا ۰/۸۷ درصد بود (شکل ۲). محتوای کربوهیدرات در آبزیان به‌طور کلی کم است. محتوای کم کربوهیدرات در ماهی نشان می‌دهد که گلیکوژن موجود در حیوانات دریایی به‌طور قابل توجهی به کل ذخایر بدن کمک نمی‌کند. میزان خاکستر موجود در ماهی نشان دهنده میزان مواد معدنی ماهی است. محتوای خاکستر از ۱/۸۵ تا ۳/۱ درصد متغیر بود (شکل ۲). نمونه ساردین صید شده در اردیبهشت ۱۴۰۱ بیشترین میزان خاکستر را به خود اختصاص داد. ساردین سند دارای تنوع در محتوای چربی از ۴/۲ تا ۱۰/۲ درصد بود. بیشترین میزان چربی در ماه‌های آبان (۱۰/۲ درصد)، آذر (۹/۳۸ درصد) و دی (۸/۹ درصد) گزارش شد (شکل ۱). تحقیقاتی مشابه با نتایج بالا در محتوای چربی (از ۱/۹ تا ۸/۴ درصد) ساردین (*S. gibbosa*) از سواحل کراچی، پاکستان و با غلظت بالای چربی در ساردین (*S. longiceps* و *S. fimbriata*) از آب‌های Cochin گزارش شده است [۱، ۲۲ و ۲۴]. غلظت بالای لیپید در ماه‌های آبان، آذر و دی مشاهده شده در مطالعه حاضر عمدتاً با دوره تخم‌ریزی آن‌ها هم‌زمان است [۲]. علاوه بر این، در طول این سه ماه دمای آب دریا به ۲۶-۲۷ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد و ماهی‌هایی مانند ساردین برای زنده ماندن در دمای پایین میزان چربی خود را افزایش می‌دهند [۷، ۲۱ و ۲۴]. محتوای لیپید ساردین مورد مطالعه روند افزایشی را با کاهش میزان رطوبت در ماهی نشان داد. محتوای چربی ماهی بسته به گونه، رژیم غذایی، منشأ جغرافیایی، فصل، تولید مثل متفاوت است [۱۷]. مطالعات نشان داد که پلانکتون هم‌چنین بر ترکیب چربی و اسیدهای چرب ساردین تاثیر می‌گذارد [۸، ۱۸ و ۱۹]. Boudieroua و همکاران

فلوراید بور متانولی (BF3) به عنوان کاتالیزور اضافه شد و ویال در حمام آب جوش دوباره گرم شد. پس از ۳ دقیقه، ویال خنک شد و ۱ میلی‌لیتر از کلرید سدیم اشباع و هگزان به ویال اضافه شد. درپوش روی ویال گذاشته شد و محتویات آن کاملاً تکان داده شد. برای شکستن فاز، ویال به مدت ۵ دقیقه استراحت داده شد و ۰/۲ میلی‌لیتر از متیل استرهای حاوی لایه هگزان بالایی گرفته شد [۱۴]. سپس توسط کروماتوگرافی گازی (GC, Agilent 8890) مجهز به نمونه‌بر خودکار (سری BV۶۸۳) و آشکارساز یونیزاسیون شعله (FID) استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به ترتیب ۲۸۰ و ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم و بعد از ۵ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. به مدت ۱۰ دقیقه دما در این درجه باقی ماند و سپس با سرعت ۱ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید. پس از یک دقیقه با سرعت ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. در انتها ستون به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد باقی ماند تا تمام ترکیبات از آن خارج گردد. یک انژکتور تقسیم شده (۵۰:۱) در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. FID همچنین در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد. در این روش از گاز هلیوم (با خلوص ۹۹/۹۹ درصد) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹۹٪) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. جهت تعیین نوع اسیدهای چرب (کیفی) از زمان ماند (بازداری) اسیدهای چرب استاندارد استفاده شد. همچنین، جهت تعیین کمی (درصد) اسیدهای چرب موجود در روغن ماهی ساردین از نسبت سطح زیر پیک استفاده گردید. نتایج به صورت درصد سطح زیر پیک از کل تعریف و برحسب گرم در صد گرم گزارش شد [۱۵].

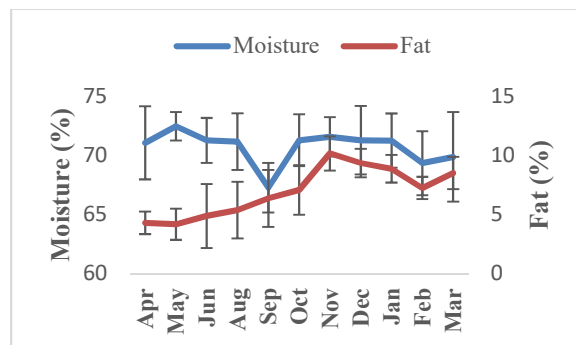
۳-۲ آنالیز آماری

آنالیز آماری داده‌های جمع‌آوری شده در این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS ۲۲ انجام شد. از آزمون ANOVA یک طرفه برای یافتن تفاوت در میانگین رطوبت، چربی، پروتئین و کربوهیدرات ساردین (*S. sindensis*) در ماه‌های نمونه‌برداری با استفاده از آزمون LSD استفاده شد.

نوع پروتئین	سارکوپلاسمی	ساختاری	پیوندی
type of protein	Sarcoplasmic	Miofibrillar	Connective
مقدار	22.95	73.81	3.24
(%) Amount			

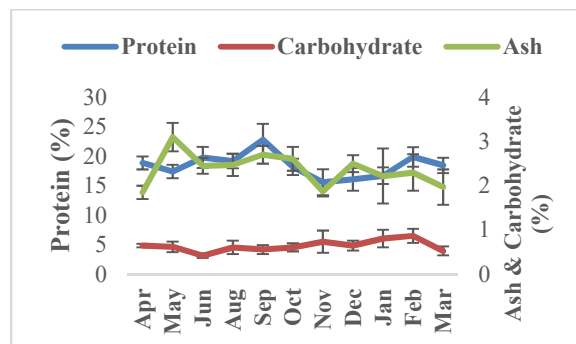
محتوای پروتئین سارکوپلاسمی ماهی ۲۵-۳۰ درصد پروتئین، پروتئین میوفیبریلار (اکتین، میوزین، تروپومیوزین و اکتومیوزین) ۷۰ تا ۸۰ درصد از کل محتوای پروتئین و پروتئین‌های بافت همبند (کلاژن) ۳۰ درصد پروتئین را تشکیل می‌دهد [۱، ۳ و ۱۷]. پروفایل اسیدهای چرب ساردین (C14:0 تا C22:6 ω 3) در جدول ۲، گزارش شد، نشان داد که اسید چرب اشباع شده ۴۵/۷۸ درصد کل اسیدهای چرب ماهی ساردین سند را شامل می‌شود و سهم پالمیتیک اسید (۲۰/۷۴ درصد) در جایگاه اول و استئاریک اسید (۱۸/۳۲ درصد) در جایگاه دوم و پس از پالمیتیک اسید قرار دارد. اسیدهای چرب پالمیتیک اسید اصلی‌ترین اسید چرب اشباع شده در لیپیدهای بسیاری از گونه‌های ماهی دریایی (سوف، ساردین، آنچوی و غیره) است که حدود ۷۰ درصد از کل اسیدهای چرب اشباع (SFAs)، را تشکیل می‌دهد [۱۷ و ۲۴]. اسید پالمیتیک (C16:0) به‌عنوان اسید چرب اشباع غالب در ساردین (*S. gibbosa*) از سواحل کراچی پاکستان گزارش شد [۱]. علاوه بر این، اسید استئاریک (C18:0) یک متابولیت کلیدی ماهی است و به نظر نمی‌رسد تحت تأثیر رژیم غذایی باشد. در مطالعه حاضر اسید چرب تک غیراشباع اصلی اسید اولئیک (C18:1 ω 9)، ۱۶/۱۱ درصد بود. با این حال، مطالعات قبلی نشان داده‌اند که اسید اولئیک MUFA غالب در لیپیدهای بسیاری از گونه‌های ماهی‌های دریایی است که ۶۰ تا ۷۵ درصد از MUFA، را تشکیل می‌دهد [۱۹، ۲۳ و ۲۴]. سطح بالای C18:1 ω 9 در ماهی مورد مطالعه، مطابق با یافته‌های Ackman، که گزارش داد MUFA در لیپیدهای دریایی معمولاً حاوی ۱۸ اتم کربن است [۱ و ۲۵]. میزان کل PUFA در ساردین سند ۳۲/۳۴۳ درصد بود که حدود ۱۴/۸۹۴ درصد از این مقدار ω 3 و مابقی ω 6 (۱۶/۱۰۳ درصد) و ω 9 (۱۸/۲۵۸ درصد) بود در میان EPA، PUFA، و DHA نقش مهمی در تغذیه برای سلامت انسان دارند و هر دو امگا-۳ غالب در ساردین سند به ترتیب ۵/۰۴۲ و ۳/۲ گزارش شد. مقدار آراشیدونیک اسید (C20:4n-6) در روغن ساردین (*S. sindensis*) ۲/۲۴ درصد بود که ممکن است برای مصرف کنندگان مبتلا به بیماری قلبی عروقی به دلیل اثرات متضاد بر مزایای سلامتی اسیدهای چرب n-3 مفید

(۲۰۱۱)، حدود ۱۰٪ تنوع در محتوای ماهی را بر اساس فصل صید گزارش کرد. ماهی‌ها هم‌چنین تمایل دارند مصرف خوراک خود را در طول بلوغ جنسی کاهش دهند زیرا اسیدهای چرب ضروری و سایر مواد مغذی مورد نیاز برای رشد تخمدان از ذخایر موجود در بدن آن‌ها گرفته می‌شود. این مطالعه نشان داد که تغییرات فصلی در ترکیب نزدیک ساردین تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله تغذیه ارگانیک است [۸ و ۲۰].



شکل ۱. میزان رطوبت و چربی ساردین سند (*S. sindensis*)

Figure 1. Moisture and fat content of Sind sardine (*S. sindensis*)



شکل ۲. میزان پروتئین، کربوهیدرات و خاکستر ساردین سند (*S. sindensis*)

Figure 2. Protein, carbohydrate and ash content of Sind sardine (*S. sindensis*)

میزان پروتئین‌های سارکوپلاسمی، ساختاری و پیوندی نمونه‌های ساردین جمع‌آوری شده در اسفند ۱۴۰۱ به ترتیب، ۲۲/۹۵ درصد، ۷۳/۸۱ درصد و ۳/۲۴ درصد در جدول ۱، گزارش شد.

جدول ۱. میزان و نوع پروتئین در ساردین سند (*S. sindensis*)

Table 1. Amount and type of protein in Sind sardine (*S. sindensis*)



جدول ۲. پروفایل اسیدهای چرب ساردین سند (*Sardinella sindensis*)

Table 2. Fatty acid profile of Sind sardine (*Sardinella sindensis*)

نوع اسید چرب	فرمول شیمیایی	مقدار (%)	
SFA	C14:0 (Myristic)	4.091	
	C15:0 (Pentadecanoic)	0.183	
	C16:0 (Palmitic)	20.74	
	C17:0 (Margaric)	1.25	
	C18:0 (Stearic)	18.32	
	C20:0 (Arachidic)	1.2	
	MUFA	C16:1 ω ₇ (Palmitoleic)	1.014
C18:1 ω ₇		3.947	
C18:1 ω ₉ (Oleic)		16.11	
PUFA	C20:1 ω ₉ (Eicosenoic)	0.802	
	C18:3 ω ₃ (α-Linolenic)	1.209	
	C20:3 ω ₃ (Eicosatrienoate)	2.237	
	C20:4 ω ₃ (Eicosatetraenoic)	1.463	
	C20:5 ω ₃ (EPA)	5.041	
	C22:5 ω ₃ (DPA)	1.744	
	C22:6 ω ₃ (DHA)	3.2	
	C18:2 ω ₆ (Linoleic)	7.018	
	C18:3 ω ₆ (γ-Linolenic)	1.298	
	C20:2 ω ₆ (Eicosadienoic)	1.875	
	C20:3 ω ₆ (Homo-g-linolenic)	1.965	
	C20:4 ω ₆ (ARA)	2.24	
	C22: 4 ω ₆ (DTA)	0.876	
	C22:5 ω ₆	0.831	
	C20:3 ω ₉ (mead's acid)	1.346	
	ΣSFA		45.784
	ΣMUFA		21.873
ΣPUFA		32.343	
Σω ₃		14.894	
Σω ₆		16.103	
Σω ₉		18.258	
ω ₃ /ω ₆		0.92492	
EPA + DHA		8.241	

باشد. EPA ضروری ترین اسید چرب سری n-3 در رژیم غذایی انسان است زیرا پیش ساز ایکوزانوئیدهای سری ۳ است [۲۳] و [۲۶]. کاهش تعداد مرگ و میر ناشی از بیماری عروق کرونر قلب در افرادی که ماهی حاوی مقدار قابل توجهی اسیدهای چرب n-3 مصرف می کردند، ثبت شده است. EPA و DHA فقط در غذاهای دریایی یافت می شوند و دارای خواص مفید متعددی برای پیش گیری از بیماری های عروق کرونر انسان هستند، بنابراین رژیم غذایی ماهی به عنوان یک جزء کلیدی برای سلامت انسان پیشنهاد می شود. بنیاد تغذیه بریتانیا (۱۹۹۲) همچنین توصیه کرده است که افرادی که رژیم غذایی متعادل و سالم دارند روزانه ۰/۲ گرم EPA + DHA به صورت هفتگی مصرف کنند [۲۷].

۴- نتیجه گیری

از این مطالعه می توان نتیجه گرفت که تغییرات پروتئین، چربی، کربوهیدرات و خاکستر در ماهی ساردین، *S. sindensis* متفاوت و متنوع است. بیشترین مقدار چربی در نیمه دوم سال یعنی ماه های آبان تا اسفند ۱۴۰۱ (۶/۲۸ تا ۱۰/۲ درصد) گزارش شد و کمترین میزان چربی در نیمه اول سال بویژه در اردیبهشت (۴/۲ درصد) گزارش شد. این مطالعه اطلاعات خوبی در مورد ارزش غذایی ساردین *S. sindensis* طی یک سال ارائه کرده است که بر این اساس می توان بهترین زمان صید، بهره برداری و مصرف این گونه از آبزیان را مشخص نمود. تغییرات در محتوی چربی ساردین سند در مقایسه با محتوی پروتئین، کربوهیدرات و خاکستر بیشتر بود.

۵- مراجع

- [1] Bagthasingh, C., Aran, S. S., Vetri, V., Innocen, A., & Kannaiyan, S. K. (2016). Seasonal variation in the proximate composition of sardine (*Sardinella gibbosa*) from Thoothukudi coast.
- [2] Biton-Porsmoguer, S., Bou, R., Lloret, E., Alcaide, M., & Lloret, J. (2020). Fatty acid composition and parasitism of European sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) populations in the northern Catalan Sea in the context of changing environmental conditions. *Conservation Physiology*, 8(1), coaa121.
- [3] Šimat, V., Hamed, I., Petričević, S., & Bogdanović, T. (2020). Seasonal changes in free amino acid and fatty acid compositions of sardines, *Sardina Pilchardus* (Walbaum, 1792): Implications for nutrition. *Foods*, 9(7), 867.
- [4] MKADEM, H., & KAAANANE, A. (2020). Seasonal changes in chemical composition and fatty acids of sardines (*Sardina pilchardus*) from the Dakhla coast (Morocco). *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 1(3). *Mor. J. Agri. Sci.* 1(3): 161-170, May 2020
- [5] Bandarra, N. M., Marçalo, A., Cordeiro, A. R., & Pousão-Ferreira, P. (2018). Sardine (*Sardina pilchardus*) lipid composition: Does it change after one year in captivity? *Food chemistry*, 244, 408-413.
- [6] Vargas-Yáñez, M., Giráldez, A., Torres, P., González, M., García-Martínez, M. D. C., & Moya, F. (2020). Variability of oceanographic and meteorological conditions in the northern Alboran Sea at seasonal, inter-annual and long-term time scales and their influence on sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum 1792) landings. *Fisheries Oceanography*, 29(5), 367-380.
- [7] Barakat, I., Saad, A., & Nisafi, I. (2022). Influence of seasonal variation on the biochemical composition of both sexes of the round sardinella, *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) caught in the marine water of Lattakia Governorate (Syria). *Journal of Materials and Environmental Science*, 13(7), 747-775.
- [8] Chouvelon T, Violamer L, Dessier A, Bustamente P, Mornet F, Pignon-Mussaud C, 706 Dupuy C (2015) Small pelagic fish feeding patterns in relation to food resource 707 variability: an isotopic investigation for *Sardina pilchardus* and *Engraulis* 708 *encrasicolus* from the Bay of Biscay (north-east Atlantic). *Mar Biol* 162:15–37.
- [9] Tufan, B., Misir, G. B., & Köse, S. (2018). Comparison of seasonal fatty acid composition in relation to nutritional value of three commercial fish species caught from different zones of Eastern Black Sea. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(1), 11-19.
- [10] Veron M, Duhamel E, Bertignac M, Pawlowski L, Huret M (2020) Major changes in 925 sardine growth and body condition in the Bay of Biscay between 2003 and 2016: 926 Temporal trends and drivers. *Progr Oceanogr* 182, 102274
- [11] AOAC, 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
- [12] Hashimoto, K., Watanabe, S., Kono, M., Shiro, K. (1979). Muscle protein composition of sardine and mackerel. *Bull. Jpn. Soc. Sci.*, 451435–1441.
- [13] Bligh E.G., Dyer W.J. (1959). A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37:911-917.
- [14] Metcalfe, L., Schmitz, A.A. & Pelka, J.A. (1966). Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas, chromatography. *Analytical Chemistry*, 38, 514–515.
- [15] Suseno, S.H., Jacoeb, A.M., Bija, S., Fitriana, N. and Ruspatti, N.P. (2016). The effect of citric acid and sodium chloride (NaCl) to quality of sardine oil (*Sardinella* sp.). *Pakistan Journal of Biotechnology*, 13(3), pp.181-186.
- [16] Stansby M E, Proximate composition of fish, (London: Fishing News Ltd) 1962.
- [17] Gencbay, G., & Turhan, S. (2016). Proximate composition and nutritional profile of the black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*) whole fish, fillets, and by-products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(6), 864-874.
- [18] Ögretmen, Ö. Y. (2022). The effect of migration on fatty acid, amino acid, and proximate compositions of the Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linne 1758) from Turkey, Georgia, and Abkhazia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105, 104197.
- [19] Benguendouz, A., Boudroua, K., Bouterfa, A., Belabes, M., Bekada, A., Sioriki, E., & Zabetakis, I. (2017). Fatty acid profile and assessment of heavy metals content of *Sardina pilchardus* captured in the Algerian coast. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 16(3) 1021-1029
- [20] Boudroua K., Mourat J., Benhemi-Tabet-Aoull F., Selseft-Attou G. (2011). The Effects of Season and Site of Catch on Morphometric Characteristics, Mineral Content, and Fatty Acids of Sardines (*Sardina pilchardus*) caught on the Algerian Coast. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20:412-420.
- [21] Zlatanos S. Laskaridis K. (2007). Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). *Food chemistry*, 103:725-728.
- [22] Kudale, R. G., & Rathod, J. L. (2015). Nutritional value of fringe scale sardine, *Sardinella fimbriata* (Cuv. and Val.) from Karwar waters. *Int. J. Fish Aquat. Stud*, 3, 6-9.
- [23] Bahurmiz, O. M., Adzitey, F., & Ng, W. K. (2017). Nutrient and fatty acid composition of the flesh of oil sardine (*Sardinella longiceps*) and Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) from Hadhramout coast of the Arabian Sea, Yemen.
- [24] Som, C. R., & Radhakrishnan, C. K. (2013). Seasonal variation in the fatty acid composition of *Sardinella longiceps* and *Sardinella fimbriata*: Implications for nutrition and pharmaceutical industry.
- [25] Ackman R G. (1982). Fatty acid composition of fish oils, in nutritional evaluation of long chain fatty acids in fish oil, (Academic Press Inc., London).
- [26] Meimaroglou, S.M., Dimizas, C., Loukas, V., Moukas, A., Vlachos, A., Thomaidis, N. (2007). Proximate composition, fatty acids, cholesterol, minerals in frozen red porgy, *Chem. Phy. Lipids*, 146, 104-110.
- [27] Chen, I-C., Chapman, F.A., Wei, C-L, Porteur, K.M., O'Keefe, S.F. (1995). Differentiation of cultured and wild sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition, *J. Food Sci.*, 60, 631-635.

Cite this article as: Bahmani, Z., Noghani, F., Kamali, S. (2025). Study of the nutritional value of Sind sardine (*Sardinella sindensis*) over a one-year period. *Marine Biological Sciences and Technologies*, 1(1), 31-38.