# فانوس‌ماهیان: ذخائر عظیم اسیدهای چرب در دریای عمان

امیر هوشنگ بحری[۱]، مجید افخمی[۲*]، مریم احسان‌پور[۳]، امین مخلصی[۴]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، استان هرمزگان، پست الکترونیکی: amirbahri52@yahoo.com
۲- باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، استان هرمزگان، پست الکترونیکی: m_afkhami82@yahoo.com
۳- باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، استان هرمزگان، پست الکترونیکی: m_ehsanpour80@yahoo.com
۴- باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، پست الکترونیکی: aminmokhlesi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۵ * نویسنده مسوول تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۹

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۴، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

## چکیده

مطالعه حاضر بر اساس استخراج کل چربی موجود در بافت ماهیچه‌ای دو گونه فانوس ماهی و ساردین سند صید شده از دریای عمان انجام شد. شناسایی ترکیب اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگرافی انجام گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده هر دو گونه از نظر اسیدهای چرب پالمیتیک اسید (C16:0) و اولئیک اسید (C18:1n9c) غنی هستند. مهم‌ترین اسیدهای چرب غیراشباع در دو گونه مورد بررسی شامل دیکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) (C22:6n3) و ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA) (C20:5n3) بوده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، هر دو گونه دارای مقادیر بالای اسیدهای چرب بخصوص امگا-۳ هستند، با توجه به مقادیر و ترکیب اسیدهای چرب موجود در این دو گونه، می‌توانند به‌عنوان منابع مناسبی جهت استفاده در صنایع غذایی و تولید داروهای غنی شده امگا -۳ مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: *ترکیب اسیدهای چرب، Sardinella sindensis، Benthosema pterotum، دریای عمان، ایران.*

## ۱. مقدمه

مطالعات اخیر نشان داده است که روغن‌های دریایی حاوی اسیدهای چرب با زنجیره‌ی طویل ($C_{20}$ و بلندتر) امگا-۳ هستند که عاملی مهم در رژیم غذایی در جهت ارتقای سلامتی در انسان‌ها و جانوران در مقایسه با دیگر منابع است (Kinsella et al., 1990). ماهی‌ها کاملا از منابع جانوری دیگر متفاوت‌اند زیرا قادر به تولید انرژی کم و سطوح بالای پروتئین بوده که دربرگیرندهٔ تمام اسیدهای چرب ضروری بدن است، لذا به‌عنوان منابع تغذیه‌ای مناسب و مفید محسوب می‌شوند (Ackman, 2005). فراوانی بالای اسیدهای چرب غیراشباع در چربی ماهی‌ها مهم‌ترین عامل در بالا بردن ارزش غذایی آنها است (Hedayatifard and Moeini, 2007). مهم‌ترین خواص قابل توجه در روغن‌های منابع دریایی، حضور اسیدهای چرب غیراشباع به میزان فراوان در بافت‌هایشان است. روغن‌های ماهی دارای مقادیر زیادی ایکوزاپنتانوئیک اسید (C20:5n-3, EPA) و دکوزا هگزانوئیک اسید ($C_{22}$:6n-3, DHA) هستند در حالی که سایر منابع از جمله جانوران و روغن‌های گیاهی دارای لینولئیک

اسید (LA) و لینولنیک اسید (LNA) هستند که در کبد تبدیل به مشتقاتی با زنجیره‌ی طویل‌تر شده و در بافت‌های سطحی ذخیره شده که خود از جنبه تغذیه‌ای، جزو محصولات با ارزش نیستند (Cherianand Sim, 1991). زنجیره طویل n-3PUFA ($LC_{n-3}PUFA$) از ذخیره مستقیم در رژیم غذایی به‌دست می‌آید، لذا استفاده از منابع دریایی جهت دستیابی به EPA و DHA ضروری به‌نظر می‌رسد و بر سلامتی انسان اثرات سودمندی دارد (Kinsella et al., 1990).

گونه *Benthosema pterotum* از خانواده فانوس‌ماهیان و دارای اندازه بسیار کوچک بین ۵۰-۳۰ میلی‌متر و چرخه‌ی زندگی کمتر از یک‌سال است (Gjosaeter, 1981). این گونه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری اقیانوس هند به‌خصوص دریای عمان و غرب اقیانوس آرام پراکنش دارد (Nafpakititis, 1969). بر اساس مطالعات دهه اخیر در مورد ارزیابی ذخایر این گونه در آب‌های ایرانی موید این مطلب است که ذخیره‌ای مناسب از گونه *Benthosema pterotum* که تا کنون بهره برداری نشده در این مکان وجود دارد که قابلیت بازسازی با حداقل جمعیت خود را در کمتر از ۱۵ ماه دارا است. فانوس‌ماهیان در سواحل ایرانی دریای عمان در عمق بالای ۱۰۰ متر دیده می‌شوند و بیشترین تراکم صید در منطقه جاسک است و زی‌توده گزارش شده برای این منطقه طبق مطالعات سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۹۳ حدود ۴-۱ میلیون تن و به‌طور میانگین ۲/۳ میلیون تن برآورد شده است (Valinassab et al., 1997). ساردین ماهیان از نظر بوم‌شناختی جزو ماهیان سطح‌زی ریز هستند. از میان گونه‌های مختلف ماهیان سطح‌زی ریز، تنها تعداد اندکی از آنها دارای اهمیت اقتصادی هستند و توسط صیادان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. ماهیان سطح‌زی ریز به‌ویژه ساردین ماهیان و موتو ماهیان، با توجه به گستردگی زیستگاه‌هایشان می‌توانند یکی از منابع بالقوه شیلاتی باشند. باتوجه به حضور این ماهیان در حلقه‌های اولیه زنجیره تولید در دریا و نیز نقشی که این ماهیان در تغذیه ماهیان سطح‌زی درشت دارند، جایگاه بوم‌شناختی بسیار مهمی را به‌خود اختصاص داده‌اند و برداشت ناآگاهانه از آنها سبب ایجاد آسیب‌های جبران‌ناپذیر به بوم‌سازگان دریا می‌گردد. آب‌های ساحلی استان هرمزگان از مهم‌ترین زیستگاه‌های ماهیان سطح‌زی ریز در خلیج فارس و دریای عمان است (سالارپور، ۱۳۸۵).

با توجه به نیاز کشور به آرد ماهی، یکی از مناسب‌ترین منابع در دسترس، فانوس‌ماهیان بوده که با توجه به میزان ذخایر انبوه آن‌ها، می‌توان بخش قابل توجهی از آرد ماهی مورد نیاز را در داخل کشور تامین نمود. ضریب تبدیل ماهی به آرد ماهی نیز کمتر از ۵ به ۱ بوده و بر اساس آزمایش‌های انجام شده از کیفیت مطلوب با پروتئین بالا برخوردار است (Johannesson , 1991). البته با توجه به افزایش جمعیت و کمبود مواد پروتئینی از یک طرف و ارزش غذایی بالای ماهیان ریز و گران شدن قیمت ماهیان درشت از طرف دیگر، عرضه کردن ماهیان ریز به‌صورت تازه یا منجمد، سوسیس و خمیر ماهی برای مصارف مستقیم انسانی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به این‌که گونه‌های انتخاب شده در این مطالعه به‌عنوان مواد اولیه اصلی کارخانجات تولید آرد ماهی هستند و آرد ماهی نیز به‌عنوان ماده اولیه تولید غذای آبزیان محسوب می‌شود، لذا تعیین کیفیت این فرآورده و تعیین میزان اسیدهای چرب در آرد ماهی تولید شده از گونه‌های مختلف جهت تعیین جیره مناسب غذایی و توازن غذای تولیدی بسیار حائز اهمیت است. همچنین گونه‌های انتخاب شده از دسته ماهیان چرب بوده که صرفا جهت تولید آرد ماهی استفاده می‌گردند و در صورت تعیین میزان و نوع اسیدهای چرب در آنها می‌توان در تحقیقات بعدی نسبت به استخراج اسیدهای چرب به‌صورت صنعتی و نیمه صنعتی اقدام نمود و کشور را در زمینه واردات این محصولات ارزشمند خودکفا نمود. لذا هدف اصلی این مطالعه بررسی میزان و ترکیب اسیدهای چرب در گونه‌های مورد بررسی است.

## ۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌های گونه میکتوفیده (*Benthosema pterotum*) توسط کشتی‌های ترالر عمیق پرانتالی ۱ متعلق به شرکت فرآوری ماهی قشم به روش ترال میان آبی از اعماق ۲۰۰ متری دریای عمان صید شد و سپس گونه ساردین سند *Sardinella sindensis* صید شده توسط شناورهای قایق به روش پرساین دو قایقی از سواحل بندر جاسک جمع‌آوری و بلافاصله پس از انجام زیست‌سنجی و جداسازی بافت عضله تعداد ۱۰ نمونه از آنها به‌طور مجزا پس از برچسب زنی درون ظروف پلاستیکی قرار داده شد و توسط یونولیت و با استفاده از یخ به سردخانه منتقل و در دمای $^{o}C$ ۲۰- جهت انجماد و نگهداری انتقال یافتند. سپس نمونه‌ها با استفاده از آب سرد شستشو داده شد و عملیات زیست‌سنجی وزن انجام شد. سپس نمونه‌های ماهیچه (۱۵ نمونه از هر گونه ماهی) جداسازی، وزن و هموژن (یکنواخت) گردید.

استخراج چربی‌ها از بافت‌های مورد نظر بر اساس روش Bligh and Dyer (1959) انجام گرفت. بر این اساس ابتدا بافت پوششی مورد نظر برای مطالعه را از ماهی جدا کرده، سپس هر یک از نمونه‌ها هموژن شدند. پس از این مرحله، ۱ گرم از بافت هموژن شده، در لوله آزمایش دربدار سپتوم‌دار، که قبلا وزن لوله خالی مشخص شده بود، با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین شد و به آن ۱۵ میلی‌لیتر مخلوط کلروفرم/متانول (۱:۲) افزوده گردید و پس از بستن درب لوله، مخلوط نمونه و کلروفرم/متانول به‌مدت ۳ دقیقه به‌شدت تکان داده شد و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در یخچال قرار داده شد تا چربی آن به‌طور کامل استخراج شود. پس از طی زمان فوق ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به لوله اضافه شد و به‌شدت تکان داده شد، سپس مخلوط به دکانتور۵۰ میلی‌لیتر انتقال داده شد تا مخلوط ۳ فاز شود، به‌طوری که فاز پایین (چربی محلول در کلروفرم) و فاز بالایی (متانول و آب) به‌طورکامل شفاف شوند. برای این منظور لازم بود تا دکانتورها از ۲ تا ۴ ساعت به‌حال سکون قرار داده شوند. پس از حصول حالت فوق، فاز پایینی در یک لوله دربدار سپتوم‌دار، که قبلا وزن آن تعیین شده بود، جمع‌آوری گردید. سپس لوله، در حالی که در حمام آب گرم (حدود ۵۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داشت به‌وسیله جریان بسیار کم گاز ازت، حلال‌پرانی شد. دوباره لوله وزن شد تا از اختلاف وزن آن، حدود وزن چربی استخراج شده محاسبه شود. برای این کار حدود چربی موردنظر ۰/۰۵ گرم بود (Folch et al., 1957) در این مرحله، به لوله حاوی چربی ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۰/۵ مولار اضافه شد، و پس از تکان دادن و حل کردن چربی در سود متانولی، ۱ میلی‌لیتر استاندارد داخلی C19:0 به غلظت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به آن اضافه گردید. پس از بستن درب لوله، به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. سپس لوله از حمام آب جوش خارج گردید تا در دمای محیط، خنک شود. در این مرحله ۲/۲ میلی‌لیتر محلول $BF_3$ متانولی ۲۰٪ به محتویات لوله افزوده شد و مجددا لوله به‌مدت ۵ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از خارج کردن لوله از آب جوش و قرار دادن در محیط به‌منظور خنک شدن آن، ۱میلی‌لیتر هگزان به آن افزوده شد و پس از بستن درب لوله، به‌شدت تکان داده شد. بعد از این عمل ۱ میلی‌لیتر کلریدسدیم اشباع (۳۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به لوله افزوده شد تا محلول ۲ فاز گردد، سپس به اندازه نوک اسپاتول سولفات سدیم $Na_2SO_4$ از محلول عبور داده شد تا آب موجود در هگزان را جذب کند. در پایان فاز بالایی که حاوی اسیدهای چرب متیله شده محلول در هگزان بود، به لوله‌ای دیگر انتقال داده شد. سرانجام ۱ میکرولیتر از این محلول به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مدل HP-6820 تزریق گردید (AOAC, 2005).

جهت شناسایی اسیدهای چرب در هر نمونه، از مخلوط ۳۷ تایی اسیدهای چرب متیله شرکت Supelco که غلظت تک‌تک اجزای آن مشخص است استفاده شد. به‌منظور تعیین فاکتور پاسخ ($R_F$: Response Factor) آشکارساز به اسیدهای چرب، یک مقدار مشخص از استاندارد داخلی متیله‌شده (C19:0 متیله‌شده) در حدود غلظت بقیه اسیدهای چرب به مخلوط ۳۷ تایی اسیدهای چرب متیله، اضافه شد.

$$R_F = Area_{FA\ in\ mix} * W_{IS\ in\ mix} / Area_{IS\ in\ mix} * W_{FA\ in\ mix}$$

پس از تعیین فاکتور پاسخ، تک تک اسیدهای چرب با روش ذیل، غلظت اسیدهای چرب به‌صورت میلی‌گرم اسید چرب به گرم نمونه (mg/g) تعیین شد:

$$W\ (mg/g) = Area_{FA\ in\ sample} * W_{IS\ added\ to\ sample\ (mg)} * 1.0067 / Area_{IS\ in\ sample} * W_{sample\ (g)} * R_F$$

کلیه مواد شیمیایی و واکنش‌گرهای مورد استفاده در این تحقیق از قبیل کلروفرم، متانول، هگزان، سدیم کلراید، تری فلوئورید بور ($BF_3$) و سدیم سولفات از شرکت مرک (Merch) آلمان خریداری شدند. همچنین مخلوط ۳۷ تایی اسیدهای چرب متیله (استاندارد مورد استفاده) از شرکت Supelco تهیه گردید. اطلاعات این تحقیق در قالب روش آماری ANOVA و با استفاده از نرم افزار Excel و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین مقایسه میانگین دادها از طریق آزمون دانکن در سطح خطای $p \leq 0.5$ مورد مقایسه قرار گرفت.

## ۳. نتایج

جدول ۱ نتایج ترکیب اسیدهای چرب را در دو گونه ساردین سند *Sardinella sindensis* و فانوس ماهی *Benthosema pterotum* نمونه‌برداری شده قبل از فصل صید مانسون در دریای عمان نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست آمده اسید پالمیتیک (C16:0) اسید مریستیک (C14:0) و اسید استئاریک (C18:0) مهم‌ترین اسیدهای چرب در این دو گونه بودند. اسیدهای چرب در گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* دارای پراکنش

یکنواختی بوده ولی در گونه ساردین سند *Sardinella sindensis* برخی از انواع اسیدهای چرب توسط دستگاه شناسایی نگردید. مهم‌ترین اسیدهای چرب چند زنجیره غیر اشباع در دو گونه مورد بررسی شامل دیکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) (C22:6n3) و ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA) (C20:5n3) بودند. از سوی دیگر مهم‌ترین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع اسید اولئیک (C18:l1n9c) و اسید پالمیتیک (C16:1) در این دو گونه اندازه‌گیری گردیدند. غلظت کمی از اسید لینولئیک ( ALA, C18:3n3) نیز در نمونه‌های بافتی آنالیز شده در این دو گونه وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱: درصد ترکیب اسیدهای چرب در دو گونه فانوس ماهی و ساردین سند در آب‌های دریای عمان

| *Benthosema pterotum* | *Sardinella sindensis* | |
|---|---|---|
| C10:0 | ۰/۰۲±۰/۰۲ | ۰/۰۱±۰ |
| C11:0 | - | - |
| C12:0 | ۰/۰۲±۰ | - |
| C13:0 | ۰/۰۲±۰ | - |
| C14:0 | ۱/۳۸±۱ | ۰/۰۶±۰ |
| C14:1 | ۰/۰۱±۰ | ۰/۰۲±۰ |
| C15:0 | ۰/۲۴±۰/۱۳ | ۰/۰۲±۰ |
| C15:1 | ۱/۰۱±۰ | - |
| C16:0 | ۵/۱۶±۱/۵۷ | ۰/۹۴±۰ |
| C16:1 | ۰/۹۳±۰/۴۲ | ۰/۰۶±۰/۰۳ |
| C17:0 | ۰/۲۵±۰/۰۸ | ۰/۰۴±۰ |
| C17:1 | ۰/۰۶±۰/۰۱ | - |
| C18:0 | ۱/۲۹±۰/۸۹ | ۰/۳۱±۰/۰۶ |
| C18:1n9t | ۰/۰۷±۰ | - |
| C18:1n9c | ۱/۸۶±۰/۰۸ | ۰/۰۳±۰ |
| C18:1n11c | ۰/۴۱±۰/۰۲ | ۰/۰۸±۰/۰۶ |
| C18:1n12c | - | - |
| C18:2n6c | ۰/۰۲±۰/۰۳ | - |
| C20:0 | ۰/۳۴±۰/۱۲ | ۰/۰۶±۰ |
| C18:3n6 | ۰/۱۹±۰ | ۰/۱۲±۰ |
| C20:1 | ۰/۰۳±۰/۰۹ | - |
| C18:3n3 | ۰/۳۱±۰ | ۰/۳۱±۰/۰۷ |
| C21:0 | ۰/۱۳±۰/۰۷ | ۰/۰۲±۰/۰۱ |
| C20:2 | ۰/۰۱±۰ | - |
| C20:3n6 | ۰/۲۲±۰ | ۰/۰۱±۰ |
| C22:0 | ۰/۰۵±۰/۰۷ | ۰/۰۱±۰ |
| C20:3n3 | ۰/۰۸±۰/۰۴ | ۰/۰۱±۰/۰۲ |
| C22:1n9 | ۰/۰۲±۰ | ۰/۰۱±۰ |
| C20:4n6 | ۰/۴۸±۰/۰۶ | - |
| C23:0 | ۰/۲۱±۰ | ۰/۱۹±۰/۰۱ |
| C22:2 | ۰/۰۲±۰ | - |
| C20:5n3 | ۰/۰۸±۰/۰۲ | ۰/۰۱±۰ |
| C24:0 | ۰/۸۳±۰ | ۰/۱۹±۰/۰۱ |
| C24:1 | ۰/۱±۰ | ۰/۰۵±۰/۰۱ |
| C22:6n3 | ۰/۲۵±۰/۰۸ | ۰/۰۸±۰/۰۵ |

میزان مجموع اسیدهای چرب در گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* به مقدار ۱۹/۷۲ میلی‌گرم بر میلی لیتر اندازه‌گیری شد. اختلاف معنی‌داری بین مجموع اسیدهای چرب در دو گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* و ساردین سند *Sardinella sindensis* وجود داشت (P<۰/۰۵). مقادیر معنی‌دار بالاتری از MUFA، SFA و PUFA در نمونه‌های آنالیز شده گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول ۲: ترکیب اسیدهای چرب در دو گونه فانوس ماهی و ساردین سند در دریای عمان (میلی گرم بر می لیتر) (داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است).

| mg/ml | *Benthosema pterotum* | *Sardinella sindensis* |
|---|---|---|
| ∑ SFAa | ۷/۷۶±۰/۸۲ | ۵/۳۲±۰/۶۲ |
| ∑ MUFAb | ۶/۵۲±۰/۲۴ | ۴/۰۳±۰/۵۴ |
| ∑ PUFAc | ۵/۴۴±۰/۳۶ | ۳/۱۶±۰/۳۶ |
| ∑ PUFA/ ∑SFA | ۰/۷±۰/۰۴ | ۰/۵۹±۰/۰۶ |
| ∑ MUFA/ ∑SFA | ۰/۸۴±۰/۰۷ | ۰/۷۵±۰/۰۴ |
| ∑ PUFA/ ∑MUFA | ۰/۸۳±۰/۰۷ | ۰/۷۸±۰/۰۵ |
| ∑ FatyAcidd | ۱۹/۷۲±۰/۲۲ | ۱۲/۵۱±۱/۲ |
| ∑PUFA n3e | ۳/۲۴±۰/۲۴ | ۱/۳۸±۰/۰۴ |
| ∑PUFA n6f | ۰/۶۵±۰/۰۴ | ۰/۲۵±۰/۰۷ |
| n3/n6 | ۴/۹۸±۰/۴ | ۵/۵۲±۱/۲ |
| EPAg+DHAh | ۳/۹±۰/۷ | ۱/۳۴±۰/۰۴ |
| DHA/EPA | ۲/۷۲±۰/۳ | ۶/۰۵±۰/۰۹ |

[a]∑ SFA: C10:0+ C11:0+ C12:0+ C13:0+ C14:0+ C15:0+ C16:0+ C17:0+ C18:0+ C20:0+ C21:0+ C22:0+ C23:0+ C24:0
[b]∑ MUFA: C14:1+ C15:1+ C16:1+ C17:1+ C18:1n9t+ C18:1n9c+ C18:1n11c+ C18:1n12c+ C20:1+ C22:1n9+ C24:1
[c]∑ PUFA: C18:2n6t+ C18:2n6c+ C18:3n6+ C18:3n3+ C20:2+ C20:3n6+ C20:3n3+ C20:4n6+ C22:2+ C20:5n3+ C22:6n3
[d]∑ Faty Acid: ∑ SFA+∑ MUFA+∑ PUFA
[e]∑PUFA n3: C18:3n3+ C20:3n3+ C20:5n3+ C22:6n3
[f]∑PUFA n6: C18:2n6t+ C18:2n6c+ C18:3n6+ C20:3n6+ C20:4n6
[g]EPA: eicosapentaenoic acid
[h]DHA: docosahexaenoic acid

بر اساس نتایج جدول ۲ مقادیر بیشتری از مجموع EPA+DHA در نمونه‌های فانوس ماهی *Benthosema pterotum* اندازه‌گیری شد، به طوری‌که این مقادیر در این گونه به میزان ۳/۰۹ میلی گرم بر میلی لیتر اندازه‌گیری شدند. در حالی‌که مقادیر این شاخص در گونه ساردین سند *Sardinella sindensis* به میزان ۱/۳۴ میلی گرم بر میلی لیتر محاسبه گردید که این مقادیر دارای اختلاف معنی‌داری در سطح (P<۰/۰۵) با یکدیگر بودند. اختلاف معنی‌داری بین مقادیر مجموع اسیدهای چرب (∑SFA، ∑MUFA و ∑PUFA) وجود داشت (P<۰/۰۵). بررسی ترکیب اسیدهای چرب در بافت ماهیچه در هر دو گونه مورد بررسی موید این مطلب است که میزان اسیدهای چرب غیر اشباع بیش از مقادیر اسیدهای چرب اشباع است (جدول ۳).

جدول ۳: میزان (درصد) MUFA، SFA و PUFA در دو گونه فانوس ماهی و ساردین سند در دریای عمان

| % | *Benthosema pterotum* | *Sardinella sindensis* |
|---|---|---|
| ∑ SFA | ۳۹/۳۵ | ۴۲/۵۲ |
| ∑ MUFA | ۳۳/۰۶ | ۳۲/۲۱ |
| ∑ PUFA | ۲۷/۵۸ | ۲۵/۲۵ |

میزان اسیدهای چرب امگا در دو گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* و ساردین سند *Sardinella sindensis*

در جدول ۴ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری در میزان مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ (ω-3) بین دو گونه مشاهده نگردید (P>۰/۰۵)، چراکه مقادیر ω-3 در گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum*، ۴/۵۱ میلی گرم بر میلی لیتر و در ساردین سند *Sardinella sindensis*، ۴/۳۸ میلی گرم بر میلی لیتر اندازه‌گیری گردید. این در حالی‌است که مقادیر ω-6 در دو گونه اختلاف معنی‌داری با هم داشتند، به‌طوری‌که مقادیر ω-6 در گونه فانوس ماهی به میزان ۵/۹۱ میلی گرم بر میلی لیتر اندازه‌گیری شد (P<۰/۰۵). همچنین اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) در مقادیر ω-9 در دو گونه فانوس ماهی *Benthosema petrotum* (۱۲/۹۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و ساردین سند *Sardinella sindensis* (۱۲/۳۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مشاهده گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، نسبت شاخص ω3/ω6 در گونه ساردین سند *Sardinella sindensis* بالاتر از فانوس ماهی *Benthosema petrotum* بوده است.

جدول ۴: میزان (درصد) ω3 ، ω6 و ω9 در دو گونه فانوس ماهی و ساردین سند در دریای عمان

| % | *Benthosema pterotum* | *Sardinella sindensis* |
|---|---|---|
| ω3 | ۴/۵۱ | ۴/۳۸ |
| ω6 | ۵/۹۱ | ۱/۱۹ |
| ω9 | ۱۲/۹۵ | ۱۲/۳۵۲ |

## ۴. بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های گذشته به‌دلیل افزایش تقاضای صید آبزیان و کاهش ذخایر آبزیان دریایی، توجه به ذخایر کمتر بهره برداری شده جهت جایگزین نمودن منابع آبزی تجاری در دسترس، بیشتر شده است. بنابراین بین گونه های جدید با سایر گونه های تجاری موجود در صنعت صید و صیادی در خصوص مزه و ارزش غذایی رقابت به‌وجود آمده است. با توجه به اینکه گونه *Benthosema pterotum* دارای اندازه بسیار کوچک بین ۵۰-۳۰ میلی‌متر و چرخه زندگی کمتر از یک‌سال بوده (Gjosaeter, 1981) و در هنگام صید نیز به‌دلیل فشار ناشی از تراکم صید از عمق بیش از ۲۰۰ متر نمونه‌های صید شده دچار له شدگی گردیده بودند، لذا از داده‌های زیست‌سنجی طول استفاده نگردید.

نتایج مطالعه حاضر نشان‌دهنده وجود مقادیر قابل توجه از اسیدهای چرب اشباع SFA نسبت به اسیدهای چرب تک زنجیره غیراشباع MUFA و اسیدهای چرب چند زنجیره غیراشباع PUFA در نمونه‌های مورد بررسی بوده است. افزایش مقادیر اسیدهای چرب اشباع به خاطر فراوانی اسید پالمیتیک (C16:0) به‌خصوص در گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* بوده است. این نتایج با یافته‌های Sebastine و همکاران (۲۰۱۱) در خصوص گونه‌ایی از فانوس‌ماهیان با نام علمی *Diaphus watasei* مطابقت دارد. اما احتمالا این ترکیب تحت تاثیر رژیم غذایی نیست. افزایش مقادیر اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع MUFA در گونه‌های ماهیان دریایی به دلیل وجود اسید سیس اولئیک (C18:1n9c) است که این اسید چرب در گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* بیشتر بوده است. این یافته‌ها نیز با نتایج Ackman (1982) مطابقت دارد. بر اساس مطالعه Seo و همکاران (۱۹۹۶) اسید پالمیتیک و اسید DHA از مهم‌ترین اسیدهای چرب در خانواده فانوس‌ماهیان است. همچنین اسید پالمیتیک و اسید اولئیک به‌عنوان اسیدهای چرب غالب در گونه‌های مناطق گرمسیری محسوب می‌شوند. اسید اولئیک به‌عنوان بخش عمده میزان چربی در فانوس‌ماهیان است (Seo et al., 1996).

مقادیر اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع PUFA به‌خصوص ایکوزا پنتانوئیک اسید EPA و دیکوزا هگزانوئیک اسید DHA در گونه‌های مورد بررسی به‌خصوص فانوس ماهی بالاتر بوده است. اگرچه این اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تک زنجیره در گونه‌های ماهی مناطق گرم و یا معتدل بیشتر بوده، ولی مقادیر اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع PUFA در گونه‌های مناطق سردسیری بالاتر است (Dey at al., 1993).

علاوه بر این شاخص ω3/ω6 در گونه فانوس ماهی *Benthosema pterotum* به‌طور معنی‌داری بالاتر از مقادیر این شاخص در گونه دیگر محاسبه گردید. مقادیر این شاخص در این دو گونه به ترتیب ۴/۹ و ۵/۵ محاسبه گردید (جداول ۳ و ۴). نتایج به‌دست آمده از این مطالعه نشان دهنده این موضوع است که اگرچه گونه‌های مورد بررسی دارای ترکیب مناسب چربی‌ها و اسیدهای چرب بوده و دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی هستند، ولی باید این نکته را متذکر شد که میزان مقادیر ω3 و ω6 به‌دلیل پایین بودن مقـــادیر چربی در بافت این گونه‌ها کمتر بوده است. اگرچه توازن ایده‌آل و مورد قبول نسبت ω3/ω6 از نظر Simopoulos (2002) بین نسبت‌های ۱/۱ و ۱/۴ است. نسبت ω3/ω6 به‌عنوان شاخص مورد استفاده برای بیان ارزش تغذیه‌ای گوشت ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Takour et al., 2006). شاخص

ω3/ω6 به نسبت ۱/۱ به‌عنوان شاخص کاملا ایده‌آل و مورد قبول با اهداف تغذیه‌ای به‌خصوص زمانی‌که اسیدهای چرب امگا-۳ شامل ایکوزا پنتانوئیک اسید EPA و دیکوزا هگزانوئیک اسید DHA هستند (Simopoulos, 1989). اما امروزه تعادل این نسبت در رژیم غذایی معمولی بیشتر به سمت اسیدهای چرب امگا-۶ متمایل شده و از میزان اسیدهای چرب امگا-۳ کاسته شده است (Loukas et al., 2010). تفاوت در مقادیر نسبت ω3/ω6 در بین گونه‌های مختلف ماهیان دریایی را می‌توان با تفاوت در میزان روغن موجود در بافت ماهیچه‌ای گونه‌های ماهیان توضیح داد که البته این مقادیر وابسته به گونه، جنسیت، فصل، سن، اندازه، دوره تولید مثل و ترکیب اسیدهای چرب موجود در رژیم غذایی یک گونه خاص است (Afkhami et al., 2012).

مقادیر پایین اسید آراشیدونیک اندازه‌گیری شده در گونه‌های بررسی شده این مطالعه می‌تواند به‌دلیل پایین بودن درصد امگا-۶ نسبت داد. به طوری‌که مقادیر امگا-۳ نسبت به امگا-۶ بالاتر بوده و این ویژگی خاص گونه‌های ماهیان دریایی است (Green and Selivonchik, 1987). ایکوزا پنتانوئیک اسید EPA و به دنبال آن دیکوزا هگزانوئیک اسید DHA به‌عنوان فراوان‌ترین اسیدهای چرب در ماهیان دریایی هستند (Afkhami et al., 2012).

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه گونه‌های فانوس ماهی *Benthosema petrotum* و ساردین سند *Sardinella sindensis* دارای مقادیر قابل قبولی از اسیدهای چرب به‌خصوص ایکوزا پنتانوئیک اسید EPA و به دنبال آن دیکوزا هگزانوئیک اسید DHA بوده و از نظر اسیدهای چرب امگا-۳ غنی هستند. لذا می‌توانند به‌عنوان منابع تامین‌کننده پروتئینی مناسب و با ارزش غذایی بالا در سلامت انسان‌ها نقش مهمی داشته باشند. ترکیبات اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع PUFA در گونه‌های مورد بررسی قابل توجه بوده و می‌توانند به‌عنوان گزینه‌های مناسب در مصارف تولید داروهای خوراکی و صنایع عمل‌آوری غذایی کاربرد داشته باشند.

همچنین این گونه‌ها می‌توانند به‌عنوان منابع مناسب در تولید غذاهای غنی شده با امگا-۳ مورد استفاده و توجه قرار گیرند. همچنین با توجه به این که فانوس‌ماهیان دارای مصرف مستقیم انسانی نیستند، لذا می‌توان در استخراج اسیدهای چرب امگا-۳ مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین با توجه به اهمیت و جایگاه این دو گونه مطالعه شده و وجود ذخایر در دسترس قابل توجه در دریای عمان لزوم انجام مطالعات تکمیلی در خصوص ترکیب اسیدهای چرب در فصول مختلف و تاثیر نگهداری و عمل‌آوری در این گونه‌ها باید با جدیت دنبال شود. هم اکنون اغلب ساردین ماهیان و تمام فانوس‌ماهیان صید شده در آب‌های دریای عمان به مصرف کارخانجات آرد ماهی می‌رسد. لذا با توجه به وجود مقادیر و ترکیب اسیدهای چرب در گونه‌های مورد بررسی می‌توان ضمن خالص سازی نسبت به استخراج و تولید فرآورده‌های غنی شده با اسیدهای چرب در صنایع جنبی این صنعت ضمن ایجاد اشتغال نسبت به ارز آوری نیز اقدام نمود.

## ۵. سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از ریاست محترم و معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس به‌خاطر حمایت‌های بی‌دریغشان تشکر نمایند. این مطالعه بر اساس طرح تحقیقاتی و با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس اجرا گردیده است.

## منابع

سالارپور، ع.؛ درویشی، م.، ۱۳۸۵. زیست شناسی تولید مثل ساردین سند (*Saradinella sindensis*) در آب‌های ساحلی منطقه جاسک. پژوهش و سازندگی ۱۹(۱ (پی آیند ۷۰) در امور دام و آبزیان): ۶۴-۵۹.

Ackman, R.G., 1982. Fatty acid composition of fish oils, in nutritional evaluation of long chain fatty acids in fish oil (Barlow, S.M., and Stansby, M.E., eds.) 25–88 pp., Academic Press Inc., London.

Ackman, R.G., 2005. Marin lipids and omega-3 fatty acids. In: Akon, C.C. (ed.), Handbook of Functional Lipids, pp: 311–24 pp. Taylor and Francis Group, New York, USA.

Afkhami, M.; Ehsanpour, M.; Mokhlesi, A.; Kamrani, E.; Khoshnood, R.; Javadi, A., 2012. Fatty acid composition in wild and cultured fish species, *Epinephelus coioides* and *Sparidentex hasta*, Hormozgan, Iran. Marine Biodiversity Records, 5, e111 doi: 10.1017/S1755267212001017.

AOAC., 2005. Association of official analytical chemists; Official methods of analysis, ed. H.K. (Ed.). 2005:

S., 2009. Ethyleicosapentaenoic acid for the treatment of psychological distress and depressive symptoms in middle-aged women: a double-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. American Journal of Clinical Nutrition, 89: 641–665.

Nafpaktitis, B.G.; Nafpaktitis, M., 1969. Lantern fishes (Family: Myctophide) collected during cruises 3 and 6 of the R / V ''Anton Bruun'' in the Indian Ocean. Bulletion of the Los Angeles County Museum of Natural History. Science, 5: 1–79.

Sebastine, M.; Chakraborty, K.; Bineesh, K.K.; Pillai, N.G.K.; Abdusamad, E.M.; Vijayan, K.K., 2011. Proximate composition and fatty acid profile of the myctophid *Diaphus watasei* Jordan & Starks, 1904 from the Arabian Sea. Indian Journal of Fisheries. 58(1): 103-107.

Seo, H.S.; Endo, Y.; Fujimoto, K.; Watanabe, H.; Kawaguchi, K., 1996. Characterization of lipids in myctophid fish in the subartic and tropical Pacific Ocean. Fisheries Science, 62(3): 447 - 453.

Simopoulos, A.P., 1989. Summary of NATO advanced research workshop on dietary N-3 and N-6 fatty acids: biological effects and nutritional essentiality. Journal of Nutrition, 199: 512– 528.

Simopoulos, A.P., 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy, 56: 365–379.

Tokur, B.; Ozkutuk, S.; Atici, E.; Ozyurtm, G.; Ozyurt, C.E., 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage. Food Chemistry, 99: 335–341.

Valinassab, T.; Pierce, G.J.; Johannesson, K., 2007. Lantern fish (*Benthosema pterotum*) resources as a target for commercial exploitation in the Oman Sea. Journal of Applied Ichthyology, 2: 573-577.

Arlington, VA, USA.

Bligh, E.G.; Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37: 911–917.

Cherian, G.; Sim, J.S., 1991. Effect of feeding full fat ax and canola seeds to lying hens on the fatty acid composition of eggs, enbryos and newly hached chicks. poultion. Science, 70: 917-922.

Dey, I.; Buda, C.; Wiik, H.; Halver, J.E.; Farkas, T., 1993. Molecular and structural composition of phospholipid membranes in livers of marine and freshwater fish in relation to temperature. Proceedings of the National Academy of Sciences. USA, 90: 7498–7502.

Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G.H., 1957. A Simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues, Journal of Biological Chemistry, 226: 497-509.

Gjosaeter, J.; Tilseth, S., 1983. Survey on mesopelagic fish resources in the Gulf of Oman. February 1983. Reports on surveys with R.V._Dr. Fridtjof Nansen_ Institute of Marine Research, Bergen NORAD / FAO / UNDP project GLO / 82 / 001, 1–28.

Green, D.H.S.; Selivonchick, D.P., 1987. Lipid metabolism in fish. Progress in Lipid Research, 26: 53–85.

Hedayatifard, M.; Moeini, S., 2007. Loss of Omega-3 fatty acids of Sturgeon *Acipenser stellatus* During cold storage. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 9: 598–601.

Johannesson, K., 1991. Stock assessment of myctophid resources in the Sultanate of Oman waters of the Oman Sea. Final Report (Ministry of Agriculture and Fisheries).

Kinsella, J.E.B.; Lokesh, S.; Broughton, Whelan, 1990. Dietary polyunsaturated fatty acids and eicosanoids: Potential effects on the modulation of inflammatory and immune cells: An overview. Nutrition.

Lucas, M.; Asselin, G.; Merette, C.; Poulin, M.J.; Dodin,