Archive of SID

تامین نیازهای تغذیه‌ای دام و انسان از فانوس‌ماهیان

امیررضا شویک‌لو[1*]، یزدان مرادی[2]

*shaviklo@gmail.com

۱- موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

چکیده

در یک قرن گذشته، از فرآورده‌هایی مانند پودر و روغن ماهی، سیلاژ ماهی و غیره در خوراک دام استفاده شده است. کشور ما از چند دهه گذشته از واردکنندگان پودر ماهی بوده و هست و برای افزایش تولید داخلی و کاهش واردات، تلاش‌های بسیاری انجام شده است. مطالعات گسترده برای استفاده از ماهیان میان‌زی ریز (فانوس‌ماهیان) در دریای عمان از جمله‌ی این کوشش‌ها بوده است. فانوس‌ماهیان از ذخایر بکر و دست نخورده‌ای هستند که برای استفاده از آن‌ها جهت مصرف انسانی و خوراک‌دام پژوهش‌های زیادی انجام شده است. توسعه نیافتن صید و فرآوری فانوس‌ماهیان در ایران- با توجه به حجم سرمایه‌گذاری‌های انجام شده- دلایل مختلفی از جمله شناخت ناکافی از این ماهیان دارد. این مقاله با مرور آخرین یافته‌های پژوهشی، ضمن معرفی این آبزی و بیان ویژگی‌های پروتئین و چربی آن، به ضرورت استفاده از آن در خوراک دام و مصرف انسانی می‌پردازد.

واژگان کلیدی: فانوس‌ماهیان، میکتوفیده، پودرماهی، مصرف انسانی

*نویسنده مسئول

www.SID.ir

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466]
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466]
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

مقدمه

کمبود پروتئین در جیره غذایی و در نتیجه سوءتغذیه یکی از مهم‌ترین مشکلات کشورهای در حال توسعه است. بسیاری از پروتئین‌های گیاهی فاقد تعدادی از اسید آمینه‌های ضروری هستند و به همین منظور کمبودهای مربوط، با استفاده از سایر منابع پروتئینی جبران می‌شود. از این دیدگاه پروتئین‌های دامی جایگاه برتری نسبت به پروتئین‌های گیاهی دارند ولی قیمت بالاتر آنها، مصرف چنین موادی را با چالشی بزرگ همراه کرده است (Shaviklo, 2016). آبزیان پروتئین‌های مرغوب‌تری نسبت به سایر منابع دامی دارند. از آن گذشته دارای اسیدهای چرب با زنجیره بلند (C20 و بالاتر) امگا-۳ هستند که در سلامتی انسان و دام، نقش مهمی ایفاء می‌کنند (Belitze *et al.*, 2009). از اینرو، بسیاری از کشورها برای تامین نیازهای تغذیه‌ای انسان و دام بهره‌برداری از منابع کمتر استفاده شده یا پسماند (باقیمانده مواد خام) فرآوری آبزیان را در دستور کار خود قرار داده اند (شویک‌لو، ۱۳۹۶).

فانوس‌ماهیان[1] (میکتوفیده[2]) دارای ۲۳۵ گونه و ۲۳ جنس هستند و در همه اقیانوس‌ها تا عمق ۱۲۰۰ متری زیست می‌کنند (Balu and Menon, 2006). فانوس‌ماهیان حدود ۷۵ درصد از کل صید ماهیان میان‌زی ریز را بخود اختصاص می‌دهند (FAO, 1997). مقدار ذخایر فانوس‌ماهیان در اقیانوس‌های جهان ۶۰۰ میلیون تن برآورد شده (Gjosaeter and Kawaguchi, 1980) و گونه بنتوزوماتروتوم[3] بزرگ‌ترین ذخیره فانوس‌ماهیان به مقدار ۱۰۰ میلیون تن در دریای عرب شناخته شده است (GLOBEC, 1993).

فانوس‌ماهیان دریای عمان از جمله ذخایر بکر و دست نخورده‌ای هستند که مطالعات مربوط به ارزیابی ذخایر و ویژگی‌های زیستی آن در طول سال‌های گذشته توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام شده است. فانوس‌ماهیان (گونه‌ی بنتوزوماتروتوم) دارای رنگ متمایل به قهوه‌ای، خاکستری یا نقره‌ای با چشمانی درشت بوده و به علت وجود اندامک‌های نوری روی بدنشان به این نام خوانده می‌شوند (شکل ۱). اندازه این ماهیان ۵-۱ سانتی‌متر است و دارای وزنی حدود ۶-۱ گرم می‌باشند (Shaviklo, 2012a). تولید مثل این ماهی‌ها نسبتاً سریع و زیاد است بطوریه ۷ ماه پس از تولد بالغ گشته و توانایی تخم‌ریزی پیدا می‌کنند. زیستگاه این نوع ماهیان آبهای گرم و نیمه گرم و مناطق استوایی می‌باشد. به علت حساسیتی که به نور دارند در اعماق ۳۰۰ – ۱۰ متری درحال جابجایی هستند بطوریکه شب‌ها در نزدیکی سطح آب و روزها در اعماق دریا بسر می‌برند (ولی نسب و حسینی شکرابی، ۱۳۹۰). تراکم این ماهیان در طول روز بیشتر از تراکم آنها در شب می‌باشد. از اینرو، روزها بهترین زمان برای صید این ماهیان است (Valinassab, 2005).

شکل ۱: فانوس‌ماهی(گونه‌ی بنتوسماتروتوم)

Figure 1: A close-up of the lanternfish *Benthosema pterotum*.

گونه بنتوزوماتروتوم دارای اندازه‌ی بسیار کوچک (۵۰-۳۰ میلی‌متر) و چرخه زندگی کمتر از ۱ سال بوده و گونه غالب در آبهای ایران است. این گونه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری اقیانوس هند بویژه دریای عمان و غرب اقیانوس آرام پراکنده است. فانوس‌ماهیان در سواحل ایرانی دریای مکران در عمق بالای ۱۰۰ متر مشاهده می‌شوند و بیشترین تراکم صید در منطقه جاسک است و زی‌توده گزارش شده برای این منطقه بر پایه مطالعات انجام شده به طور میانگین ۲/۳ میلیون تن برآورده شده است (Valinassab *et al.*, 2007).

مروری بر منابع

ترکیب شیمیایی فانوس‌ماهیان

ترکیب شیمیایی فانوس‌ماهیان به دلیل تنوع گونه‌ای و تفاوت محیطی، بسیار متغیر است. در این ماهیان مقدار رطوبت ۷۹/۲-۵۷/۵ درصد، مقدار پروتئین ۱۶/۵-۱۱/۵ درصد، مقدار چربی ۲۸/۵-۳/۴ درصد و مقدار خاکستر ۳/۵-۱/۸ درصد متغیر است (جدول ۱). فانوس‌ماهیان منبع خوبی از سدیم، پتاسیم و کلسیم هستند. گونه بنتوزوماتروتوم دارای ۱۶/۱ درصد پروتئین، ۳/۴ درصد چربی، ۳/۵ درصد خاکستر و ۷۷/۲ درصد رطوبت است (شویک‌لو و رفیع‌پور، ۱۳۹۰). در این گونه مقدار

[1] Lanternfish
[2] Myctophid
[3] *Benthosema pterotum*

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

سدیم ۱۸۴/۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم، پتاسیم ۱۳۷/۴ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم و کلسیم ۱۳۷/۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تَر گزارش شده است (Gopakumar *et al.*, 1983).

جدول ۱: ترکیب شیمیایی فانوس‌ماهیان (درصد)
Table 1: Proximate analysis (%) of myctophids

نام گونه	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر
Diaphus gigas	۷۳/۲	۱۵/۷	۷/۳	۲/۹
Diaphus theta	۷۹/۲	۱۳/۳	۴/۹	۳/۱
Lampanyctus jordani	۷۵/۲	۱۳/۴	۹/۳	۲/۴
Ceratoscopelus warmingii	۶۴/۹	۱۱/۵	۲۰/۶	۲/۳
Lampadenalu minosa	۶۶/۶	۱۱/۵	۱۹/۸	۱/۸
Notoscopelus japonicus	۵۸/۴	۱۳/۵	۲۶/۲	۱/۹
Symbolophorus californiensis	۵۷/۵	۱۲/۳	۲۸/۵	۲/۰
Stenobrachius leucopsarus	۶۵/۹	۱۲/۸	۱۹/۵	۲/۰
Lampanyctus regalis	۷۳/۱	۱۲/۱	۱۳/۴	۱/۹
Stenobrachius nannochir	۶۷/۲	۱۲/۵	۱۸/۰	۱/۹
Benthosema pterotum	۷۷/۲	۱۶/۱	۳/۴	۳/۵

برگرفته از شویک‌لوو رفیع‌پور (۱۳۹۰)، Gopakumar *et al.*, (1083) and Noguchi (2004)

پروتئین و اسیدهای آمینه

فانوس‌ماهیان مشابه سایر ماهیان، غنی از اسیدهای آمینه ضروری هستند (جدول ۲). مقدار اسیدهای آمینه‌ی ضروری در میکتوفیده مشابه ساردین روغنی[1] و خرچنگ‌آبی[2] بوده و از شاه‌میگوی آبهای عمیق[3]، میگوی سفید هندی[4] و کاد[5] بیش‌تر است (جدول ۳).

ترکیب اسید آمینه‌های پودرماهی گونه بنتوزوماتروتوم در جدول ۴ ارائه شده است. از داده‌های ارائه شده چنین نتیجه‌گیری می‌شود که کیفیت پودر ماهی گونه بنتوزوماتروتوم مشابه پودر ماهی آنچووی است، فقط مقدار اسید آمینه هیستیدین آن (۱۴/۴ گرم بر کیلوگرم) کم‌تر از پودر ماهی آنچووی (۲۱/۴ گرم بر کیلوگرم) است (El-Mowafi *et al.*, 2010). همچنین کیفیت پودر ماهی میکتوفیده (تروتوم) با کیفیت پودر ماهی کپلین[6] برابری می‌کند (Haque *et al.*, 1981). از اینرو، استفاده از پودر ماهی میکتوفیده برای فرمولاسیون جیره‌های طیور، آبزیان و دام به عنوان مکمل پروتئینی مرغوب توصیه شده است (Haque *et al.*, 1981; Nair *et al.*, 1983).

چربی و اسیدهای چرب

چربی سومین ترکیب عمده گوشت ماهی است که تغییرات کمّی آن بیشتر از پروتئین است. مقدار چربی در بیشتر گونه‌های فانوس‌ماهیان بجز بتوزوماتروتوم (۳/۴٪) بالاست. تری‌گلیسریدها عمده‌ترین چربی‌ها هستند. در برخی از گونه‌ها چربی‌های غیرمعمول مانند استرهای مومی (واکس)[7] مشاهده می‌شود. برخی از گونه‌ها مانند *Lampanyctus regalis*, *Stenobrachius leucopsarus* و *Stenobrachius nannochir* و غنی از موم هستند (Saito & Murata, 1996).

نوع چربی‌های گونه بنتوزوماتروتوم در جدول ۵ ارائه شده است. ۲۶ درصد از مقدار چربی‌های این گونه، فسفولیپید است و این مقدار در فرآیند تولید پودر ماهی کاهش می‌یابد. فسفاتیدیل‌کولین، فسفولیپید غالب در چربی بنتوزوماتروتوم (۱۳ درصد کل چربی) است. مقدار تری‌گلیسریدها در چربی بنتوزوماتروتوم ۴۴/۳ درصد و مقدار کلسترول و اسیدهای چرب آزاد بترتیب ۱۴/۳ و ۱۲/۱ درصد است. مقدار استرهای مومی در این گونه کمتر از ۱ درصد است (جدول ۵).

ترکیب اسیدهای چرب روغن تولیدی از گونه بنتوزوماتروتوم (جدول ۶) مشابه سایر روغن‌های تولیدی از گونه‌های دیگر ماهی است (Nair *et al.*, 1983). استرهای مومی در این گونه و در نتیجه در پودر و روغن تولیدی مشاهده نشده است (Chai *et al.*, 2012). در چربی بنتوزوماتروتوم مقدار اسیدهای چرب اشباع ۴۰/۳ درصد، مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباعی ۲۳/۱ درصد، مقدار اسیدهای چرب امگا-۶، ۴/۴ درصد و مقدار اسیدهای چرب امگا-۳، ۳۰/۶ درصد است.

[1] Oil sardine
[2] Blue crab
[3] Deep sea lobster
[4] Indian white shrimp
[5] Reef cod
[6] Caplin
[7] Wax esters

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

جدول ۲: ترکیب اسید آمینه‌های فانوس‌ماهیان (g/100g of protein)

Table2: Amino acid profiles of the myctophids (g/100g of protein).

نام گونه	تیروزین	هیستیدین	فنیل‌آلانین	لیزین	لوسین	ایزولوسین	متیونین	والین	آرژینین	ترئونین
Diaphus perspiciilatus	۱/۳	۳/۱	۳/۴	۷/۷	۶/۸	۳/۶	۲/۸	۴/۴	۵/۸	۳/۹
Myctophum asperum	۱/۲	۲/۹	۳/۷	۷/۹	۷/۱	۱/۴	۳/۲	۴/۷	۷/۳	۳/۹
Diaphus jenseni	۱/۰	۳/۱	۴/۰	۷/۵	۶/۷	۳/۶	۲/۹	۴/۲	۶/۴	۴/۵
Hygophum evermani	۱/۲	۳/۰	۳/۸	۸/۰	۷/۱	۱/۴	۳/۳	۴/۹	۷/۷	۱/۴
Diaphus brachycephalus	۱/۳	۳/۱	۳/۸	۷/۳	۶/۶	۳/۵	۲/۸	۴/۲	۷/۰	۴/۶
Myctophum obtusirostre	۱/۴	۳/۱	۳/۶	۸/۰	۷/۳	۳/۴	۲/۰	۴/۵	۴/۸	۳/۴
Diaphus theta	۱/۳	۳/۰	۴/۸	۸/۱	۷/۷	۴/۴	۳/۳	۴/۷	۵/۴	۴/۰
Stenobrachius nannochir	۱/۲	۳/۳	۵/۳	۷/۷	۷/۳	۴/۲	۱/۵	۴/۰	۵/۰	۳/۶
Steriobrachius Ieucopsarus	۱/۳	۲/۹	۴/۷	۷/۹	۷/۴	۴/۰	۳/۰	۴/۵	۵/۹	۴/۱
Benthosema pterotum	۱/۳	۳/۰	۳/۴	۸/۱	۶/۶	۳/۵	۲/۸	۴/۱	۵/۶	۶/۳

برگرفته از : Seo *et al.* (1998)

جدول ۳: مقایسه کل اسید آمینه‌های ضروری (g/100g of protein) فانوس‌ماهیان با سایر گونه‌های مهم آبزیان تجاری

Table 3: Comparison of the total essential amino acids (g/100g of protein) of myctophids with other important commercial seafoods

نام گونه	کل اسید آمینه‌های ضروری
گونه‌های میکتوفیده	
Diaphus theta	۴۶/۷
Hygophum evermani	۴۷/۲
Benthosema pterotum	۴۹/۲
Myctophum asperum	۴۶/۰
سایر گونه‌های ماهی و سخت پوستان دریایی	
ماهی کاد (*Epinepheius areolatus*)	۳۶/۷
شاه‌میگوی آب‌های عمیق (*Puerulus sewelli*)	۲۶/۷
میگویی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*)	۳۶/۸
خرچنگ آبی Blue crab (*Callinectes sapidus*)	۴۵/۰
ساردین (*Sardineila longiceps*)	۴۹/۵

برگرفته از : Gopakumar (1997); Aygul and Mehmet (2008)

اسید پالمتیک (C16:0)، اسید چرب غالب (۲۵/۶ درصد) در میان اسیدهای چرب اشباع بوده و اسید میریستیک (C14:0)، در جایگاه بعدی قرار دارد (۶/۱ درصد). بین اسیدهای چرب تک‌غیراشباعی اسید اولئیک (C18: 1n9) با ۱۱/۴ درصد و اسید پالمیتولئیک (C16: 1n9) با ۶/۷ درصد بیش‌ترین مقدار اسیدهای چرب هستند. دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) به ترتیب ۱۶/۸ و ۸/۶ درصد از کل اسیدهای چرب گونه‌ی بنتوزوماتروتوم هستند.

در جدول ۷ برآورد مجموع انواع اسیدهای چرب بنتوزوماتروتوم در مقایسه با ۳ گونه ماهی داخلی ارائه شده است. مجموع اسیدهای چرب اشباع گونه بنتوزوماتروتوم بیش‌تر از اسیدهای چرب موتو ماهی، ساردین و کیلکاست. مجموع اسیدهای چرب

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

تک‌غیراشباعی این گونه با کیلکا برابر بوده و از ساردین و موتو ماهی کمتر گزارش شده است.

جدول ۴: ترکیب اسید آمینه‌های پودرماهی گونه‌ی بنتوزوماتروتوم (g/kg) و پودر ماهی بلووایتینگ و آنچووی

Table 4: Amino acid compositions (g/kg) of fish meals developed from *Benthosema pterotum*, anchovy and blue whiting.

اسیدهای	پودر ماهی	پودر	پودر ماهی
متیونین	۱۸/۵	۱۸/۶	۲۰/۲
سیستین	۹/۵	۶/۱	۷/۸
لیزین	۵۱/۹	۵۳/۳	۵۷/۶
تریپتوفان	۶/۹	-	۷/۳
ترئونین	۲۸/۳	۲۸/۳	۲۹/۰
ایزولوسین	۲۴/۷	۳۰/۲	۳۰/۵
هیستیدین	۱۴/۴	۲۱/۴	۱۳/۸
والین	۳۰/۲	۳۵/۵	۳۶/۰
لوسین	۴۷/۷	۵۰/۰	۵۲/۰
آرژینین	۳۷/۵	۳۷/۹	۴۲/۶
فنیل‌آلانین	۲۵/۵	۲۶/۶	۲۷/۱
تیروزین	۲۱/۰	۲۰/۸	۲۲/۰
اسید	۶۰/۸	-	-
اسید	۹۰/۸	۸۷/۸	۱۰۰/۳
گلیسین	۳۵/۲	۴۱/۲	۴۴/۹
هیدروکسی	۳/۴	۴/۹	۴/۵
اورنتین	<۰/۱	<۰/۱	۰/۳
پرولین	۲۵/۳	۲۷/۸	۲۷/۴
سرین	۲۸/۲	۲۶/۶	۳۱/۲
آلانین	۴۰/۷	۴۳/۰	۴۴/۰

برگرفته از : El-Mowafi *et al.* (2010)

مجموع اسیدهای چرب چندغیراشباعی (EPA+DHA) در بنتوزوماتروتوم و کیلکا یکسان بوده و از موتو ماهی بیش‌تر و از ساردین کمتر است. مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ در بنتوزوماتروتوم، کیلکا و ساردین برابر بوده و در موتو ماهی بیش‌ترین مقدار است. مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ در بنتوزوماتروتوم مشابه کیلکا، بیشتر از موتوماهی و کمتر از ساردین است. مقدار EPA[1]+DHA[2] در روغن فانوس‌ماهی بنتوزوماتروتوم بیش‌تر از روغن ساردین گونه سند[3] گزارش شده است (بحری و همکاران ۱۳۹۴). در این گونه مقدار تری‌گلیسریدها ۵۱/۵٪، فسفولیپید ۲۷/۹٪ و کلسترول ۱۸/۳٪ است (Chai *et al.*, 2012). روغن ماهی نقش مهمی در تغذیه‌ی دام و انسان می‌تواند داشته باشد و این مورد بستگی به طبیعت و ماهیت اسیدهای چرب آن دارد. اسیدهای چرب به ۳ دسته اشباع شده، تک‌غیراشباعی و چندغیراشباعی[4] طبقه‌بندی می‌شوند. روغن ماهی حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب چندغیراشباعی (PUFAs) مانند ایکوزاپنتانوئیک اسید[5] (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید[6] (DHA)، اسید آراشیدونیک و اسید لینولنیک است. مقدار اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه[7] در گونه‌هایی که غنی از استرمومی هستند ۸۷/۷-۶۵/۴ درصد متغیر است.

جدول ۵: انواع چربی در گونه‌ی بنتوزوماتروتوم

Table 5: Lipids in *Benthosema pterotum*.

نوع چربی	درصد کل چربی
لیزوفسفاتیدیل‌کولین[8]	۱/۱
اسفنگومیلین[9]	۲/۵
فسفاتیدیل‌کولین[10]	۱۳/۲
فسفاتیدیل‌سرین/	۱/۷
فسفاتیدیل اتانول‌آمین[12]	۷/۴
کل چربی‌های قطبی	۲۵/۹
کلسترول	۱۴/۳
اسیدهای چرب آزاد	۱۲/۱
تری‌گلیسریدها	۴۴/۳
استرهای مومی	۰/۹
استرهای کلسترول	۲/۶
کل چربی‌های خنثا	۷۴/۱
کل	**۱۰۰**

برگرفته از: (El-Mowafi *et al.*, 2010)

در حالیکه این مورد در گونه‌های غنی از تری‌گلیسریدها ۶۶/۵-۴۲/۱ درصد کل اسیدهای چرب متغیر می‌باشد. فانوس‌ماهیانی که غنی از استرمومی یا تری‌گلیسرید هستند، حاوی مقدار کمتری از اسیدهای چرب چندغیراشباعی مانند EPA (20:5n-

[1] Eicosapentaenoic acid
[2] Docosahexaenoic acid
[3] Sardinella sindensis

[4] Saturated, monounsaturated and polyunsaturated
[5] Eicosapentaenoic acid
[6] Docosahexaenoic acid
[7] Monoene fatty acid
[8] Lysophosphatidylcholine
[9] Sphingomyelin
[10] Phosphatidylcholine
[11] Phosphatidylserine/ Phosphatidylinositol
[12] Phosphatidylethanolamine

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466]
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

(3 و(22:6n3) DHA می‌باشند. همچنین اسیدهای چرب ضروری مانند 20:5n-3 و22:6n-3 در گونه‌های غنی از تری‌گلیسرید کمی بیش‌تر از سایر گونه‌هاست (Lea *et al.*, 2002; Phleger *et al.*, 1997; Phleger *et al.*, 1999; Saito & Murata, 1996, 1998; Seo *et al.*, 1996).

جدول ۶: ترکیب اسیدهای چرب گونه‌ی بنتوزوماتروتوم

Table 6: Fatty acid profiles of *Benthosema pterotum*

نام اسید چرب	طول زنجیره اسید چرب	مقدار وزنی (٪)
Myristic Acid	$C_{14:0}$	۶/۱
Pentadecanoic Acid	$C_{15:0}$	۱/۰
Palmitic Acid	$C_{16:0}$	۲۵/۶
Margaric Acid	$C_{17:0}$	۰/۰
Stearic Acid	$C_{18:0}$	۷/۰
Arachidic Acid	$C_{20:0}$	۰/۶
Behenic Acid	$C_{22:0}$	۰/۱
Tetracosanoic Acid	$C_{24:0}$	۰/۰
	کل اسیدهای چرب اشباع	۴۰/۳
Cis-7 Hexadecenoic Acid	$C_{16:1n9}$	۶/۷
Palmitoleic Acid	$C_{16:1n7}$	۰/۲
Oleic Acid	$C_{18:1n9}$	۱۱/۴
Cis-Vaccenic Acid	$C_{18:1n7}$	۲/۷
Gadoleic Acid	$C_{20:1n11}$	۰/۰
Eicosenoic Acid	$C_{20:1n9}$	۰/۹
Paullinic Acid	$C_{20:1n7}$	۰/۲
Cetoleic Acid	$C_{22:1n11}$	۰/۱
Erucic Acid	$C_{22:1n9}$	۰/۰
Nervonic Acid	$C_{24:1n9}$	۱/۰
	کل اسیدهای چرب تک‌غیراشباعی	۲۳/۱
Linoleic Acid	$C_{18:2n6}$	۱/۸
Gamma-Linolenic Acid	$C_{18:3n6}$	۰/۳
Eicosadienoic Acid	$C_{20:2n6}$	۰/۳
Dihomo-Gamma-Linolenic Acid	$C_{20:3n6}$	۰/۲
Arachidonic Acid	$C_{20:4n6}$	۱/۷
Docosapentaenoic Acid	$C_{22:5n6}$	۰/۲
	کل اسیدهای چرب امگا-۶	۴/۴
Linolenic Acid	$C_{18:3n3}$	۱/۱
Octadecatetraenoic Acid	$C_{18:4n3}$	۱/۷
Eicosatrienoic Acid	$C_{20:3n3}$	۰/۱
Eicosatetraenoic Acid	$C_{20:4n3}$	۰/۷
Eicosapentaenoic Acid (EPA)	$C_{20:5n3}$	۸/۶
Docosapentaenoic Acid (DPA)	$C_{22:5n3}$	۱/۷
Docosahexaenoic Acid (DHA)	$C_{22:6n3}$	۱۶/۸
	کل اسیدهای چرب امگا-۳	۳۰/۶
Hexadecadienoic Acid	$C_{16:2n}$	۰/۹
Hexadecatrienoic Acid	$C_{16:3n}$	۰/۲
Hexadecatetraenoic Acid	$C_{16:4n}$	۰/۵
	کل اسیدهای چرب چندغیراشباعی	۳۶/۶
	کل	۱۰۰

برگرفته از : (E;-Mowafi *et al.*, 2010)

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466]
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع امگا-۳ به امگا-۶ یکی از شاخص‌های ارزش‌گذاری تغذیه‌یی ماهی است. این نسبت در ماهیان دریایی ۴/۷-۱۴/۴ متغیر بوده و نسبت ۱:۱ تا ۱:۵ برای تغذیه انسان مناسب است. این شاخص در روغن بنتوزوماتروتوم ۶/۹ محاسبه شد که مشابه روغن کیلکا بوده و از موتو ماهی بیشتر و از ساردین کمتر است. نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع امگا-۶ به امگا-۳ در بنتوزوماتروتوم مشابه کیلکا و ساردین بوده و از موتو ماهی کمتر است. این شاخص بسیار کمتر از سطح بحرانی توصیه شده (حداکثر ۴) است. مقدار بالاتر موجب بروز بیماری‌های قلب و رگ‌ها می‌شود (Moreira *et al.*, 2001).

جدول ۷: برآورد مجموع انواع اسیدهای چرب بنتوزوماتروتوم با ۳ گونه ماهی داخلی

Table 7: Estimation of total fatty acid composition of *Benthosema pterotum* with three local fish species.

اسیدهای چرب	بنتوزوماتروتوم*	کیلکا**	ساردین**	موتوماهی**
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۴۰/۳	۲۶/۱	۲۶/۶	۲۷/۲
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع	۲۳/۱	۲۲/۸	۲۴/۵	۲۵/۱
مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع	۳۶/۶	۳۶/۴	۴۰/۱	۳۳/۱
EPA+DHA	۲۵/۴	۳۰/۹	۳۴/۸	۲۶/۶
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۶	۴/۴	۴/۶	۴/۵	۵/۶
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳	۳۰/۶	۳۱/۸	۳۵/۶	۲۷/۶
نسبت امگا-۳ به امگا-۶	۶/۹	۷/۰	۸/۰	۵/۰
نسبت امگا-۶ به امگا-۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۲

برگرفته از :* (El-Mowafi *et al.*, 2010) ، **سرحدی و همکاران (۱۳۹۲)

مخاطره‌های احتمالی در مصرف فانوس‌ماهیان برای خوراک دام و انسان

مطالعات انجام شده بر سمیت استرهای مومی برای مصرف خوراک دام (Haquea *et al.*, 1981) و انسان (Balue and Menon, 2006) تاکید دارند. استفاده از روغن فانوس‌ماهیان غنی از استرهای مومی (۵۰ درصد کل چربی‌ها) در جیره ماهیان پرورشی، موجب کاهش رشد ماهی می‌شود (Oxley *et al.*, 2009). استرهای مومی در صورت مصرف زیاد در دام نیز موجب بیماری‌های گوارشی می‌شود (Lekshmy *et al.*, 1983). از اینرو، گزارش‌های اندکی برای مصرف محدود فانوس‌ماهیان به صورت خشک شده، پودر ماهی، روغن ماهی و سیلاژ ماهی وجود دارد (Phleger *et al.*, 1997; Saito and Murata, 1996). خوشبختانه گونه بنتوزوماتروتوم فاقد موم و فلزات سنگین مانند سرب، جیوه، کادمیم و ارسنیک است (Teutscher, 2001) و مقدار آلاینده‌های آلی آن مانند PCB و PCDD کم‌تر از حد استاندارد اروپاست (El-Mowafi *et al.*, 2010). برپایه مطالعات انجام شده، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند کلی‌فرم‌ها، استرپتوکوکوس مدفوعی و استرپتوکوکوس کواگولاز مثبت در فانوس‌ماهیان شناسایی نشده است (Gopakumar *et al.*, 1983). ماندگاری این ماهیان در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد حداکثر ۸ ساعت و در صورت نگهداری در کنار یخ ۱۲ ساعت گزارش شده است (Moradi, 2001).

سابقه مصرف و تولید فرآورده از فانوس‌ماهیان

از آنجایی که بیش‌تر گونه‌های فانوس‌ماهیان حاوی مقدار زیادی استر مومی هستند، ازاینرو برای مصرف مستقیم انسانی مناسب نیستند (Shaviklo, 2017) . Koizumi و همکاران (۲۰۱۴) ۳ گونه خوراکی فانوس‌ماهیان را *Diaphus watasei*, *Diaphus subortitalis*, و *Benthosema pterotum* برشمرده‌اند. آنان روغن بنتوزوماترتوم را نیز غنی از اسیدهای چرب EPA و DHA اعلام کرده و آن را به عنوان منبع جدید تامین کننده این اسیدهای چرب معرفی کرده‌اند. به رغم وجود مقدار زیاد موم در این ماهیان، تولید پودر ماهی از میکتوفیده به طور موفقیت‌آمیزی گزارش شده است (Nair *et al.*, 1983). تنها واحد تولید تجاری پودر ماهی از میکتوفیده گونه بنتوزوماتروتوم با حمایت‌های وزارت جهاد کشاورزی (سازمان شیلات ایران و موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور) در سال ۱۳۸۰ در جزیره قشم ساخته شده و به بهره‌برداری رسیده است.

در طول دهه‌های اخیر در کشورهای مختلف از جمله ایران، تلاش‌هایی برای بهره‌برداری از فانوس‌ماهیان برای مصرف انسان و نیز خوراک دام انجام شده است که به آنها اشاره می‌شود:

- دودی کردن گونه‌های *Gymnoscopelus bolini* و *Gymnoscopelus*برای مصرف انسانی (Balu and Menon, 2006).

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

- تولید ماهی خشک شده از فانوس‌ماهیان برای مصرف انسانی با ماندگاری بیش از ۶ ماه هنگام نگهداری در دمای محیط (۲±۲۸ درجه سانتی‌گراد) (Nair *et al.*, 1983)
- ساخت پروتئین هیدرولیز شده[1] (Nair *et al.*, 1983; Chai *et al.*, 2012).
- تولید پودرماهی از گونه‌ی بنتوزوماتروتوم با بازده ۲۰٪ و ماندگاری ۱۲ ماه در دمای محیط (۲±۲۸ درجه سانتی‌گراد)(Haque *et al.*, 1981; Nair *et al.*, 1983)
- ساخت خمیرماهی[2](سوریمی) (Noguchi, 2004; Shaviklo and Rafipour, 2013)
- تولید محصولات تخمیری مانند سس ماهی[3] و سیلاژ[4] (Teutscher, 2001)
- تولید خوراک ماهی از گونه‌های *Diaphus theta* و *Stenobrachius nannochir*با ۲٪ موم (Noguchi, 2004)
- تولید روغن برای مصارف صنعتی (روان‌کننده و...) (Noguchi, 2004)
- محصولات طعم‌دارشده[5] از گونه‌ی *Stenobrachius nannochir* (Noguchi, 2004)
- تولید ایزوله‌ی پروتئین[6] از گونه‌ی بنتوزوماتروتوم به روش تغییر pH (شویک‌لو و رفیع‌پور، ۱۳۹۰؛ اولیائی و همکاران، ۱۳۹۴).
- تولید پودر طعم‌دهنده از گونه‌ی بنتوزوماتروتوم (Shaviklo, 2012a).
- تولید پودر پروتئین[7] مصرف انسانی از گونه‌ی بنتوزوماتروتوم با استفاده از فرآیندهای خشک‌کن پاششی[8] و خشک‌کن انجمادی[9] با ماندگاری بیش از ۶ ماه (Shaviklo, 2012b).
- غنی‌سازی سوسیس گوشت قرمز با استفاده از ایزوله‌ی پروتئین فانوس ماهی (Moosavi-Nasab *et al.*, 2018).

نتایج پژوهش‌های انجام شده در ایران

در طول بیش از ۴ دهه گذشته مطالعات پراکنده و متعددی توسط دانشمندان نروژی، کُره‌ای و ایرانی روی فانوس‌ماهیان دریای عمان صورت گرفته و بیش‌تر این مطالعات از دیدگاه برآورد ذخایر و مطالعات زیستی بوده و کمتر به ساخت فرآورده از این ماهی پرداخته شده است. با این‌حال در ادامه به نتایج پژوهش‌های منتشره اشاره می‌شود.

کیفیت پودر و روغن فانوس‌ماهی

پودر ماهی در کشور ما به طور عمده از ماهی کیلکای صید شده در دریای مازندران، پسماند کارخانجات کنسرو ماهی و فانوس‌ماهیان صید شده در آبهای جنوب تهیه می‌شود. میزان پروتئین در پودر ماهی کیلکا (۷۲ ٪)، ساردین (۶۰ ٪)، موتو ماهیان (۷۰ ٪) و پسماند فرآوری آبزیان (۵۳ ٪) گزارش شده‌است (عادلی و بقایی، ۱۳۹۵). به دلیل رشد دامپروری و پرورش آبزیان و کمبود مواد اولیه و کیفیت پودر کارخانجات پودر ماهی این تقاضا روز به روز افزایش داشته و زمینه وابستگی به واردات را افزایش می‌دهد. بنابراین، تنها راه افزایش تولید پودر ماهی در کشور بهره‌برداری پایدار از ذخایر فانوس‌ماهیان در جنوب کشور است (شویک‌لو، ۱۳۷۳؛ عادلی و بقایی، ۱۳۹۵).

بر پایه مطالعات انجام شده هنگام عملیات تحقیقاتی کشتی فردوس ۱، بازده تولید پورد ماهی از فانوس‌ماهیان ۲۰ درصد اعلام شده که این مهم با گزارش منتشره توسط (Haque *et al.*, 1981) در منطقه و با همکاری کشور عمان مطابقت داشته (ولی‌نسب و آفتابسوار، ۱۳۷۸) و مشابه بازده تولید پودر از سایر ماهیان است (شویک‌لو، ۱۳۷۳). در بررسی مطالعات انجام شده در مورد بهره‌برداری از میکتوفیده ۵ گزارش در خصوص ساخت پور ماهی از گونه بنتوزوماتروتوم توسط پژوهشگران مختلف داخلی و خارجی بچشم می‌خورد. آنالیز تقریبی پودر تولیدی در جدول ۸ ارائه شده است. به طور میانگین آنالیز تقریبی پودر فانوس‌ماهی با ۶۶/۱ درصد پروتئین، ۶/۷ درصد چربی، ۱۷/۴ درصد خاکستر و ۹ درصد رطوبت با پودر ماهی کیلکا و آنچووی مشابهت دارد (جدول ۹).

برای تعیین کیفیت پودر فانوس‌ماهیان نیز مطالعه‌ای مقایسه‌ای بین پودر فانوس‌ماهی با پودر ماهی آنچووی وارداتی از کشور پرو از طریق آزمایش با موجود زنده انجام شد. از نتایج بدست آمده در این بررسی چنین استنباط می‌شود که می‌توان در جیره ماکیان گوشتی، پودر فانوس‌ماهی را جایگزین پودر ماهی وارداتی کرد (کیایی و همکاران ۱۳۸۰).

[1] Fish protein hydrolysate
[2] Surimi
[3] Fish sauce
[4] Fish silage
[5] Seasoning products
[6] Fish protein isolate
[7] Fish protein powder
[8] Spray drying
[9] Freeze drying

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

جدول۸: آنالیز تقریبی پور ماهی تولیدی از گونه بنتوزوماتروتوم گزارش شده توسط منابع مختلف

Table 8: Proximate analysis of *Benthosema pterotum* fishmeal reported by different sources.

منبع	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	رطوبت (٪)	محل آزمایش
Nair *et al.* (1983)	۶۸/۵	۶/۲	۱۷/۹	۶/۱	نروژ
Haque *et al.* (1981)	۶۴/۹	۸/۳	۱۴/۸	۱۲	نروژ
Johannesson and Valinasab (1994)	۶۵/۲	۱۰/۶	۲۱/۴	۲/۸	ایران
آفتاب‌سوار (۱۳۷۴)	۶۴/۸	۴/۹	۱۷/۲	۱۲/۳	ایران
شویک‌لو (۱۳۷۳)	۶۶/۵	۳/۵	۱۵/۸	۱۲/۸	کره

جدول ۹: آنالیز تقریبی پور ماهی تولیدی از چند گونه‌ی تجاری

Table 9: Proximate analysis of some commercial fish meals.

نوع پودر ماهی	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	رطوبت (٪)	منبع
پودر ماهی کیلکا	۶۴/۰	۷/۸	۱۳/۳	۷/۲	عظیمی و همکاران (۱۳۹۰)
پودر ماهی هرینگ[1]	۷۲/۰	۹/۰	۱۰/۰	۸/۰	FAO, (1986)
پودر ماهی بلووایتینگ[2]	۶۸/۸	۸/۸	۱۶/۰	۸/۸	El-Mowafi *et al.* (2010)
پودر ماهی آنچووی[3]	۶۶/۷	۱۱/۱	۱۶/۳	۷/۷	El-Mowafi *et al.* (2010)
پودر ماهی کپلین[4]	۶۹/۶	۱۱/۶	۹/۱	۷/۰	Ariyawansa (2000)

[1.]Herring; [2.] Blue whiting; [3.] Anchovy; [4.] Capelin

همچنین بحری و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی اسیدهای چرب فانوس‌ماهی و ساردین سند دریای عمان به این نتیجه رسیدند که هر دو گونه از نظر اسیدهای چرب اسید پالمیتیک (C16:0) اسید او ولئیک (C18:1n9c) غنی هستند. مهم‌ترین اسیدهای چرب غیراشباع در دو گونه‌ی مورد بررسی شامل دیکوزا هگزانوئیک اسید(C22:6n3) (DHA) و ایکوزا پنتانوئیک اسید (C20:5n3) (EPA) بوده است. بر اساس نتایج بدست 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، روغن فانوس‌ماهی می‌تواند به عنوان منابع مناسبی جهت استفاده در صنایع غذایی و تولید داروهای غنی شده امگا- ۳ مورد استفاده قرار گیرد.

ساخت فرآورده‌های خوراکی از فانوس‌ماهیان

امکان‌پذیری ساخت فرآورده‌های مصرف انسانی از فانوس‌ماهیان شامل اسنک ماهی، ادویه ماهی، استخراج پروتئین، برگر سوخاری و غیره با حمایت‌های سازمان شیلات ایران و موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور از سال ۱۳۹۰ آغاز شد. هدف از ساخت این فرآورده‌ها ایجاد ارزش افزوده در فانوس‌ماهیان و در نتیجه افزایش صید این ماهیان و رونق اقتصادی صنعت ماهیگیری عنوان شد. نتایج این پژوهش‌ها در سال‌های اخیر در مجله‌های معتبر علمی-پژوهشی و یا همایش‌های جهانی منتشر شده و مورد توجه قرار گرفته است (شویک‌لو و رفیع‌پور ۱۳۹۰؛ اولیائی و همکاران، ۱۳۹۴ Shaviklo, 2012a,b; Shaviklo and Rafipour, 2013; Shaviklo, 2017; Moosavi-Nassab *et al.*, 2018).

نتیجه‌گیری

بر پایه مطالعات گسترده‌ای که تاکنون در باره فرآوری و استفاده از فانوس‌ماهیان برای تامین نیازهای تغذیه‌ای دام و انسان انجام شده است، این ماهیان دارای ارزش تغذیه‌ای و ترکیب شیمیایی مشابه سایر آبزیان هستند و از آنها می‌توان محصولات متنوعی را برای مصرف دام و انسان تولید کرد. بسیاری از گونه‌های میکتوفیده غنی از استرهای مومی هستند، ولی گونه غالب در آبهای ایران (بنتوزوماتروتوم) فاقد این ماده است و بدون هیچ نگرانی می‌توان از آن برای ساخت فرآورده‌های باارزش افزوده استفاده کرد. نتایج نمونه‌سازی‌های اولیه فرآورده‌های با ارزش افزوده، امکان استفاده بهینه از این آبزی برای مصرف انسانی را آشکار ساخت. با این‌حال برای دستیابی به نتایج بهتر، لازم است پژوهش‌های بیشتری با توجه به بازارهای هدف انجام شود.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

منابع

اولیائی، ن.، موسوی‌نسب، م.، قربانی، م.، صادقی ماهونک، ع.، مقصودلو، ی. ۱۳۹۴. بررسی ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های عملکردی پروتئین ایزوله شده از فانوس‌ماهی (*Benthosema pterotum*) با استفاده از روش تغییر pH. مجله علمی شیلات ایران. جلد ۲۴، شماره ۱: ۳۵-۲۵. DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103048

آفتاب سوار، ی.، ۱۳۷۴. آنالیز کمی و کیفی پودر ماهی میکتوفیده، مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان، سازمان آموزش و تحقیقات شیلات، بندرعباس.

بحری، ا.، افخمی م.، احسان‌پور، م.، مخلصی، ا.، ۱۳۹۴. فانوس ماهیان :ذخائر عظیم اسیدهای چرب در دریای عمان. اقیانوس شناسی شماره ۳: ۱۱-۱۷.

سرحدی، ن.، طاهری، ع.، معتمدزادگان، ع.، ۱۳۹۲. بررسی محتوای اسیدهای چرب و مواد معدنی در استخوان ماهی ساردین پهلوطلایی، کیلکای آنچووی و موتو ماهی، شیلات: مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷-۴: ۵۴۵-۵۳۳.

شویک‌لو ا. ۱۳۷۳. وضعیت تولید پودر ماهی در ایران. گزارش فنی معاونت صید و صنایع شیلاتی، شرکت سهامی شیلات ایران، تهران.

شویک‌لو، ا.، ۱۳۹۶. بهینه‌سازی فرآیند تولید و ساخت ایزوله‌ی پروتئین ماهی برای کاربردهای خوراکی. طرح ملی شماره ۹۲۰۴۴۸۴۴. صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران. معاونت علمی و فنی ریاست جمهوری، تهران.

شویک‌لو، ا.، رفیع‌پور، ف.، ۱۳۹۰. بررسی امکان‌پذیری ساخت فرآورده‌های باارزش افزوده از فانوس‌ماهیان (گزارش نمونه‌سازی‌های اولیه) . مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، موسسه‌ی تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

عادلی، ا.، بقایی، ف.، ۱۳۹۵. بررسی تولید و بازار پودر ماهی در توسعه آبزی پروری. نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۰، ۳، ۱۴۹-۱۳۷.

عظیمی، ع.، حسینی، ع.، سوداگر، م.، اصلان پرویز، ح.، ۱۳۹۰. اثر جایگزینی پودر گاماروس با بخشی از پودرماهی کیلکای دریای خزر بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و بقا بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان. مجله علمی شیلات، ۲۰، ۳: ۷۴-۶۳. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008

کیایی، م.، مدیر صانعی، م.، فرخوی، م.، ۱۳۸۰. بررسی ارزش غذایی پودر ماهی حاصله از فانوس‌ماهیان (ماهیان میکتوفیده) دریای عمان و مقایسه آن با پودرهای ماهی وارداتی آنچووی پرو . مجله‌ی علمی چکاوک شماره ۱۰: - ۱۱۸ ۱۲۹ .

ولی نسب، ت.؛ حسینی شکرابی، پ.۱۳۹۰. الگوی رشد و تعیین سن روزانه فانوس ماهی *Benthosema pterotum*در دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران. ۲۰-۱: ۱۶۰-۱۴۷. DOI: 10.22092/ISFJ.2017. 109983

ولی‌نسب، ت.، آفتاب‌سوار، ی.، ۱۳۷۸. امکان‌سنجی صید اقتصادی قانوس ماهیان (میکتوفیده) جهت تولید آرد ماهی و ارزیابی کمی و کیفی آن. مجموعه مقالات سمینار علمی- کاربردی فرآوری آبزیان (میگو، کنسرو، پودرماهی) در دانشگاه تهران. شرکت سهامی شیلات ایران، تهران.

Ariyawansa, S., 2000. The evaluation of functional properties of fish meal. United Nations University-Fisheries Training Programme, Reylyavik, Iceland.

Aygul, K. and Mehmet, C. 2008. Amino acid composition of blue crab (*Callinectes sapidus*) from the north eastern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Biology Science*, 2(1): 39-42.

Balu, S. and Menon, N.G. 2006. Lantern fish-A potential deep sea resource. *Marine Ecosystem*, 5: 3-5.

Belitze, H.D., grosch, W, Schieberle, P. 2009. Food Chemistry, 4th Ed., pp. 211–218, Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Chai, H.J., Chan, Y.L., Li, T.L., Chen, Y.C., Wu, C.H. Shiau, C.Y. and Wu, C.J., 2012. Composition characterization of myctophids (*Benthosema pterotum*): Antioxidation and safety evaluations for myctophids protein hydrolysates. *Food Research International*, 46: 118-126 .DOI:10.1016/j.foodres.2011.12.008.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466]
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

El-Mowafi, A. Nanton, D. and Berntssen, M., 2010. Evaluation of lantern fish (Benthosema Pterotum) as marine source in fish feeds: nutrient composition and contaminants assessment. Proc. of the 3rd Global Fisheries and Aquaculture Research Conference. Foreign Agricultural Relations (FAR), Egypt, 29th Nov. – 1st Dec., (2010) pp. 12 - 23

FAO, 1997. Lanternfishes: a potential fishery in the northern Arabian Sea. Available: http://www.fao.org/ docrep/003/w4248e/ w4248e34.htm. Last visit: September 2008

FAO, 1986. The production of fish meal and oil. Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome, Italy.

Gjosaeter, J. and Kawaguchi, K., 1980. A review of the world resources of mesopelagic fish, FAQ Fisheries Technical Papers, 193, FAO, Rome

GLOBEC, 1993. Implementation Plan and Workshop Report for US GLOBEC Studies in the Arabian Sea, US Global Ocean Ecosystems Dynamics, Report No: 9, US GLOBEC, Davis, CA, USA: 105 p.

Gopakumar, K., 1997. Amino acid composition of muscle proteins of Indian food fish and shellfish, In: Biochemical Composition of Indian Food Fishes (Gopakumar K., Ed.), 2nd edn., p. 9-17, Central Institute of Fisheries Technology, Cochin

Gopakumar, K., Nair, K.G.R., Nair, P.G. V., Nair, A.L., Radhakrishnan, A.G. and Nair, P.R., 1983. Studies on lantern fish *Benthosema pterotum* biochemical and microbiological investigations. *Fisheries Technology*, 20: 17-19.

Haque, A., Peterson, H.A., Larsen, J.T. and Opstvedt, J., 1981. Fish meal and oil from lantern fish (Myctophidae) with special emphasis on protein quality. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 32: 61-70. DOI:10.1002/jsfa.2740320110

Johannesson, K., Valinasab, T. 1994. Stock assessment of demersal resources with Acoustic method in Oman Sea. Technical Report, Iran Fisheries Research Institute.

Koizumi, K., Hiratsuka, S. and Saito, H., 2014. Lipid and fattry acids of three edible myctophids: High levels of icosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Journal of Oleo Science*, 63 (5): 461-470. DOI: 10.5650/jos.ess13224

Lea, M.A., Nichols, P.D. and Wilson, G., 2002. Fatty acid compositions of lipid rich myctophids and mackerel icefish (*Champsocephalus gunnari*) - Southern Ocean food web implications, *Polar Biology*, 25: 843 - 854. DOI:10.1007/s00300-002-0428-1

Lekshmy, N.A., Arul, J. M., Mathew, P.T., Gopakumar, K., 1983. Studies on lantern fish (*Benthosema pterotum*) II. *Nutritional Evaluation, Fisheries Technology*, 20: 17-19.

Moosavi-Nasab, M., Mohammadi, R. and Oliyaei, N., 2018. Physicochemical evaluation of sausages prepared by lantern fish *(Benthosema pterotum*) protein isolate. *Food Science and Nutrition*, 6:617–626. DOI: 10.1002/fsn3.583.

Moradi, G., 2001. Handling and processing of lanternfish, report of the trilateral workshop on lanternfish in the Gulf of Oman, FAQ Fisheries Report No: 665, FAQ, Rome: 8P.

Moreira, A.B., Visentainer, J.V., Souza, N.E. and Matsushita, M., 2001. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 565–574. DOI: 10.1006/jfca.2001.1025.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466]
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

Nair, L.A., Arul, J.M., Mathew, P.T. and Gopakumar, K., 1983. Studies on lanternfish (*Benthosema pterotum*) II. Nutritional evaluation. *Fisheries Science*, 20(1):20–23.

Noguchi, S.F., 2004. Utilisation of the resources of lantern fish as fisheries products, In: More Efficient Utilization of Fish and Fishery Products (Sakaguchi, M., Ed.), pp. 63-66, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Oxley, A., Bogevik, A.S., Henderson, R.J., Waagbo, R., Tocher, D.R. and Olsen, R.E., 2009. Digestibility of *Calanus finmarchicus* wax esters in Atlantic salmon (*Salmo salar*) freshwater presmolts and seawater postsmolts maintained at constant water temperature. *Aquaculture Nutrition*, 15: 459-469. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2008.00611.x.

Phleger, C.F., Nichols, R.D. and Virtue, R., 1997. The lipid, fatty acid and fatty alcohol composition of the myctophid fish Electrona antartica: high level of wax esters and food chain implications. *Antarctic Science*, 9: 258-265. DOI:10.1017/S0954102097000345.

Phleger, C.F., Nelson, M.M., Mooney, B.D. and Nichols, P.D., 1999. Wax esters versus triacylglycerols in myctophid fishes from the Southern Ocean. *Antarctic Science*, 11(4):436–444. DOI:10.1017/S0954102099000565.

Saito, H. and Murata, M., 1996. The high monoene fatty acids in the lipids of some midwater fishes: family Myctophidae, Lipids, 31: 757-763. DOI:10.1007/BF02522892.

Saito, H. and Murata, M., 1998. Origin of the monoene fats in the lipid of midwater fishes: relationship between the lipids of myctophids and those of their prey. *Marine Ecology Progress Series*, 168: 21-33. DOI: 10.3354/meps168021.

Seo, H.S., Endo, Y., Fujimoto, K., Watanabe, H. and Kawaguchi, K., 1996. Characterization of lipids in myctophid fish in the sub-arctic and tropical Pacific Ocean. *Fisheries Science*, 62(3): 447-453. DOI: 10.2331/fishsci.62.447.

Seo, H.S., Endo, Y., Muramoto, K., Fujimoto, K., Moku, K. and Kawaguchi, K., 1998a. Amino acid composition of proteins in myctophid fishes in the subarctic and tropical Pacific Ocean. *Fisheries Science*, 64(4): 652-653. DOI: 10.2331/fishsci.64.652.

Shaviklo, A.R., 2012. Developing value-added products from lantern fish. *INFOFISH International*, 2: 42-46.

Shaviklo, A.R., 2012b. Sensory attributes of wet and dry fish proteins recovered from lanternfishes (myctophids), the European Conference on Sensory and Consumer Research 9-12 September, 2012 Bern, Switzerland (Poster presentation).

Shaviklo, A.R. and Rafipour, F., 2013. Surimi and surimi seafood from whole ungutted myctophid mince. LWT. *Journal of Food Science and Technology*, 54 (2) 463-468. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.06.019.

Shaviklo, A.R., 2017. Myctophid as human food. World Seafood Congress 10-13 Sep. 2017. Reykjavik, Iceland (Oral presentation).

Teutscher, F., 2001. Options for utilization of lanternfish (*Benthosema pterotum*, *Myctophidae*) in the Gulf of Oman, Report of the Trilateral Workshop on Lanternfish in the Gulf of Oman, FAO Fisheries Report 665, FAO, Rome.

Valinassab, T., 2005. Biomass distribution and pattern of myctophids in the Oman Sea. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 4(2):101–110.

Valinassab, T., Pierce, G.J. and Johannesson, K., 2007. Lantern fish (*Benthosema petrotum*)

www.SID.ir

Archive of SID

resources as a target for commercial exploitation in the Oman Sea. Journal of Applied Ichthyology, 23:573–577. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2007.01034.x.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466]
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

www.SID.ir

]
Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119466
Downloaded from isfj.ir at 11:38 +0330 on Sunday September 22nd 2019

Supplying nutritional needs of livestock and humans from lanternfishes

Shaviklo A.R.[1*]; Moradi Y.[2]

[*]shaviklo@gmail.com

1- Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

In the last century, products such as fishmeal, fish oil, and silage, etc. have been used in animal feed. In the past few decades, our country has been importing fishmeal. Therefore, many efforts have been made to increase domestic production and to reduce the imports. Extensive studies have been conducted on the use of small mesoplagic (lanternfish) in the Oman Sea as a part of these efforts. The lanternfishes are untapped resources, which many researchers have been carried out about their application in human foods and animal feeds. Despite of the volume of investments made by the government, the slow development of the catching and processing of the lanternfishes in Iran has various reasons, including inadequate knowledge of this fish. This article, introduces this fish and its protein and fat properties by reviewing the latest research findings, and emphasizes the necessity of using it in animal feed and human food.

Keywords: Lanternfish, Myctophid, Fish meal, Human consumption

[*]Corresponding author

www.SID.ir