



Original Research Paper

Growth parameters and Mortality rates of Skinnycheek Lanternfish *Benthoosema pterotum* (Alcock, 1890) in the Iranian waters of Oman Sea

Sasan Sadeghi Mazidi ¹, Ehsan Kamrani ^{1*}, Ali Salarpouri ², Mohammad Momeni ², Reza Abbaspour Naderi ³

¹Department of Fisheries, Faculty of Marine Science Technology and Atmospheric, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

²Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran

³Iranian Fisheries Organization, Tehran, Iran

Key Words

Benthoosema pterotum
Population Dynamics
Iranian waters of Oman Sea
Skinnycheek Lanternfish

Abstract

Introduction: In this research, the population dynamics of Skinnycheek Lanternfish *Benthoosema pterotum* (Alcock, 1890), in the Iranian waters of Oman Sea of were investigated.

Materials & Methods: This research with using monthly longitudinal frequency analysis from April 2019 to March 2020 was studied. A total of 2893 individuals were sampled and used for analysis.

Results: Total length ranged from 21-60 mm and the average length was 39.4 mm. More than 84% of the samples were between 33-45 mm TL. The length-weight relationship was obtained $TW=0.00008TL^{2.379}$ and shown negative allometric growth. The asymptotic length (L_{∞}) and growth constant (K) were estimated at 63 mm and 1.6 yr⁻¹ respectively. Also, t_{max} and t_0 were calculated 1/73 and -0/15 yr⁻¹ respectively. VBGE was calculated $L_t=6.3(1-e^{-1.6(t+0.15)})$. The coefficients of total mortality (Z), instantaneous natural mortality (M), and fishing mortality (F) were estimated as 6/65 yr⁻¹, 2/62 yr⁻¹, and 4/03 yr⁻¹ respectively. Size at first capture (L_c) was estimated at 35.67 mm (TL). The exploitation rate (E) was estimated as 0/60 yr⁻¹.

Conclusion: According to the obtained exploitation coefficient and the ratio of fishing to natural mortality, it is suggested to reduce the current exploitation rate.

* Corresponding Author's email: eza47@yahoo.com

Received: 20 January 2021; Reviewed: 22 February 2021; Revised: 25 April 2021; Accepted: 1 June 2021

(DOI): [10.22034/AEJ.2021.257452.2512](https://doi.org/10.22034/AEJ.2021.257452.2512)

مقاله پژوهشی

تعیین پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر فانوس ماهی *Benthoosema pterotum* (Alcock, 1890) در آب‌های ایرانی دریای عمان

ساسان صادقی مزیدی^۱، احسان کامرانی^{۱*}، علی سالارپوری^۲، محمد مومنی^۳، رضا عباسپورنادری^۳

^۱ گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

^۲ پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

^۳ سازمان شیلات ایران، تهران، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: در این تحقیق، پویایی جمعیت فانوس ماهی *Benthoosema pterotum* در آب‌های ایرانی دریای عمان مورد بررسی قرار گرفت. **مواد و روش‌ها:** این تحقیق با استفاده از آنالیز فراوانی طولی ماهانه از فروردین تا اسفند ۱۳۹۸ انجام شد. نمونه برداری از صید تجاری و به روش ترال کف صورت گرفت.

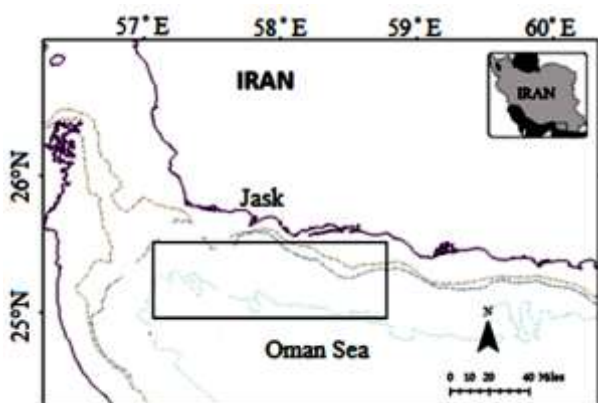
پویایی جمعیت
فانوس ماهی
دریای عمان
ایران

نتایج: در مجموع اندازه‌های طولی ۲۸۹۳ قطعه فانوس ماهی زیست‌سنجی شدند. دامنه طول کل ماهیان زیست‌سنجی شده بین ۲۱ تا ۶۰ میلی‌متر و میانگین آن $4/64 \pm 39/4$ میلی‌متر به دست آمد. بیش از ۸۴ درصد ماهیان در دامنه طولی ۳۳ تا ۴۵ میلی‌متر قرار داشتند. رابطه طول و وزن برای این ماهی به صورت $TW = 0/0008 TL^{2/38}$ به دست آمد و رشد آلومتریک را در این گونه نشان داد. طول مجانب (L_{∞}) و ثابت رشد (K) به ترتیب ۶۳ میلی‌متر و $1/6$ در سال به دست آمدند. مقدار سن در طول صفر (t_0) برابر با $-0/15$ و مقدار بیشینه سن برابر با $1/73$ سال تعیین گردید. ضرایب مرگ‌ومیر کل (Z)، مرگ‌ومیر طبیعی (M) و مرگ‌ومیر صیادی به ترتیب $6/65$ ، $2/62$ و $4/03$ در سال محاسبه شد. طول صید (L_c) برای این ماهی $35/67$ میلی‌متر محاسبه شد. میزان نرخ بهره‌برداری (E) برابر با $0/60$ در سال به دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به ضریب بهره‌برداری به دست آمده و نسبت مرگ و میر صیادی به طبیعی پیشنهاد می‌گردد از میزان بهره‌برداری فعلی کاسته گردد.

مقدمه

فروردین تا اسفند ۱۳۹۸ به صورت ماهیانه انجام شد. منطقه مورد بررسی شامل صیدگاه فانوس ماهیان در آب‌های شمال غرب دریای عمان از ۵۷°۰۰ تا ۵۸°۴۵ نصف النهار شرقی در اعماق بالاتر از ۲۰۰ متر و ۱۲ مایل فاصله از خط مبدا ساحل قرار داشت (شکل ۱). به طور متوسط در هر ماه ۲۴۰ قطعه فانوس ماهی به صورت تصادفی انتخاب و مورد اندازه‌گیری طولی قرار گرفتند و هم‌چنین به طور هم‌زمان ۲۰۶ قطعه نیز اندازه‌گیری طول-وزن شدند. طول ماهی با دقت یک میلی‌متر توسط خط‌کش زیست‌سنجی و وزن کل با دقت ۰/۰۱ گرم توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و ثبت شدند.



شکل ۱: نقشه صیدگاه‌های فانوس ماهیان و منطقه نمونه برداری در آب‌های دریای عمان (محدوده جمهوری اسلامی ایران)

پویایی‌شناسی جمعیت

رابطه وزن کل - طول کل: رابطه بین وزن کل و طول کل که بیانگر تغییرات میانگین وزن در ارتباط با طول بدن است از رابطه نمایی زیر به دست آمد (۲۳):

$$TW = a \cdot TL^b$$

TW: وزن کل به گرم، a: ضریب ثابت در رابطه نمایی، TL: طول کل به میلی‌متر و b: مقدار توان در رابطه نمایی، چنانچه مقدار b به دست آمده حاصل از رابطه توانی، با عدد ۳ اختلاف معنی‌داری داشته باشد، رشد آبی ناهمگون و چنانچه این اختلاف وجود نداشته باشد رشد آن همگون است. از آزمون t-student جهت معنی‌دار بودن تفاوت مقدار b به دست آمده با ۳ استفاده شد (۲۴):

$$t = \frac{s.d(\ln L)}{s.d(\ln W)} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$$

s.d(lnL): انحراف از معیار لگاریتم طبیعی طول‌های کل، s.d(lnW): انحراف از معیار لگاریتم طبیعی وزن‌های کل، t: ضریب تشخیص بین طول کل و وزن کل در رابطه نمایی، b: توان در رابطه بین طول کل و وزن کل، n: تعداد نمونه‌ها

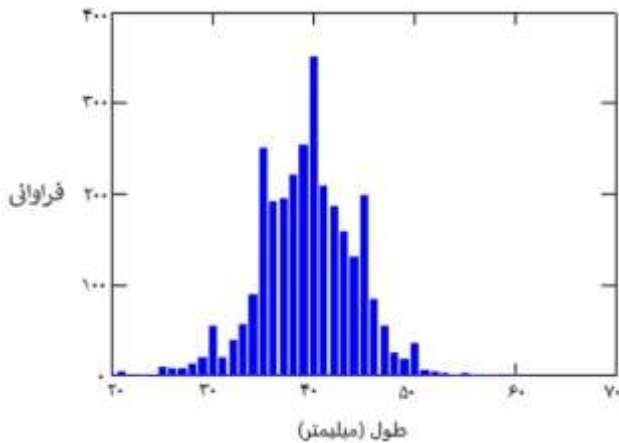
محاسبه پیراسنجه‌های رشد L_{∞} و K: اندازه‌های طولی در نرم‌افزار Excell 2013 پردازش و در طبقات ۳ میلی‌متر براساس قاعده

مدیریت صید با استفاده از مدل‌های ارزیابی ذخایر مبتنی بر پیراسنجه‌های پویایی جمعیت و داده‌های صید و صیادی می‌تواند یکی از راه‌های معمول آنالیز وضعیت ذخایر موجود آن گونه باشد. پیراسنجه‌های رشد و نرخ مرگ‌ومیر پایه اصلی در محاسبات ارزیابی ذخایر آبیان محسوب می‌شوند. این شاخص‌ها به خوبی تغییرات در ذخایر را نشان می‌دهند. توده زنده یک ذخیره آبی توسط رشد افزایش یافته و هم‌زمان با مرگ‌ومیر طبیعی و صیادی کاهش می‌یابد (۱). فانوس‌ماهیان (Myctophids) یکی از فراوان‌ترین و پراکنده‌ترین ماهیان مزوپلاژیک (Mesopelagic) در آب‌های جهان هستند که به جز شمالگان در همه آب‌های جهان دیده می‌شوند. به علت تراکم بسیار زیاد این ماهیان در اجتماعات و توده زنده قابل توجه و اهمیت تغذیه‌ای آن‌ها به عنوان آیتم غذایی برای سایر جانوران، به عنوان مولفه کلیدی در اکوسیستم‌های اقیانوسی حائز اهمیت فراوانند (۲). توده زنده فانوس‌ماهیان در دینامیک جمعیت ماهیان در سال مناطق شیب‌قاره تأثیر زیادی دارند (۳). گونه *Benthosema pterotum* به صورت گسترده‌ای در آب‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری منطقه Indo-west pacific و به ویژه در نزدیکی منطقه فلات قاره پراکنش دارد (۴، ۵) و فراوان‌ترین گونه فانوس‌ماهیان با بالاترین حجم از ماهیان مزوپلاژیک در سرتاسر دریای عمان گزارش شده است (۵). اندازه این ماهیان کوچک و بیشینه طول استاندارد آن ۵۵ میلی‌متر و دوره زندگی یک‌ساله دارند (۴، ۶). این ماهی به مقادیر انبوهی توسط ماهیان پلاژیک نظیر هورر مسقطی و زرده که از خانواده تون‌ماهیان هستند مصرف می‌شود (۷، ۸)، هم‌چنین در طول روز آیتم اصلی غذای ماهیان دمرسالی نظیر ماهیان یال‌اسبی و شبه شوریده و حسون است (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲). آگاهی از جنبه‌های کمی یکی از ابزارهای مهم برای مطالعات بیولوژی ماهیان است علی‌الخصوص وقتی این گونه در قاعده هرم غذایی قرار داشته باشد (۱۳). توزیع طولی شماری از ماهیان مزوپلاژیک گزارش شده است (۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹). مطالعات در مورد این گونه در دریای عمان به چند گزارش در خصوص اهمیت تجاری و زیستی آن محدود شده است (۵، ۲۰، ۲۱). در خصوص مطالعات پویایی جمعیت این گونه به جز یک مورد که در دریای عرب انجام گرفته است اطلاعاتی وجود ندارد (۲۲).

مواد و روش‌ها

ناحیه و زمان نمونه‌برداری: نمونه‌برداری از صید تجاری فانوس‌ماهیان، به روش ترال کف با اندازه چشمه ۹ میلی‌متر در ساک تور از

ماهیان زیست‌سنجی شده بین ۲۱ تا ۶۰ میلی‌متر و میانگین آن ۳۹/۴ میلی‌متر به‌دست آمد. بیش از ۸۴ درصد ماهیان در دامنه طولی ۳۳ تا ۴۵ میلی‌متری قرار داشتند (شکل ۲). تغییرات ماهانه طول کل فانوس ماهی نشان داد که ماه‌های مهر و بهمن به‌ترتیب ۳۱/۳۵ و ۴۳/۴۱ میلی‌متر کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین طول را داشتند (جدول ۱).



شکل ۲: توزیع فراوانی طول کل فانوس ماهی *Benthosema pterotum* در آب‌های دریای عمان (استان هرمزگان ۱۳۹۸)

جدول ۱: آمار توصیفی اندازه‌های طول کل فانوس ماهی *Benthosema pterotum* در آب‌های دریای عمان (استان هرمزگان ۱۳۹۸)

ماه	تعداد	دامنه طولی (میلی‌متر)	میانگین (میلی‌متر)	انحراف معیار	خطای استاندارد
فروردین	۲۵۰	۲۱-۵۳	۴۰/۳۱	۴/۱۳	۰/۲۴
اردیبهشت	۲۴۹	۲۳-۵۱	۳۹/۹۳	۴/۲۱	۰/۲۴
خرداد	۳۰۰	۲۵-۵۰	۳۸/۶۲	۴/۳۴	۰/۲۵
تیر	۳۰۰	۲۵-۵۰	۳۹/۱۴	۴/۴۱	۰/۲۵
مرداد	۱۷۳	۲۵-۵۲	۳۹/۱۶	۵/۴۶	۰/۶۴
شهریور	۱۸۶	۲۵-۴۶	۳۷/۴۲	۴/۲۸	۰/۴۶
مهر	۲۰۱	۲۷-۴۵	۳۵/۳۱	۴/۰۰	۰/۳۸
آبان	۲۵۰	۳۰-۴۹	۴۰/۱۵	۳/۲۹	۰/۱۹
آذر	۲۲۹	۲۵-۶۰	۴۱/۰۶	۶/۱۹	۰/۴۱
دی	۲۴۵	۲۵-۵۰	۳۹/۶۵	۴/۹۶	۰/۲۹
بهمن	۲۶۰	۳۲-۵۷	۴۱/۴۳	۳/۹۱	۰/۲۳
اسفند	۲۵۰	۲۱-۴۷	۳۷/۲۸	۴/۰۹	۰/۲۴
کل دوره	۲۸۹۴	۲۱-۶۰	۳۹/۴۴	۴/۶۴	۰/۰۹

پویایی‌شناسی جمعیت

رابطه طول کل و وزن کل: در مجموع از ۲۰۶ قطعه ماهی که به‌طور هم‌زمان از لحاظ طولی و وزنی زیست‌سنجی شده بودند، مقادیر a و b رابطه‌ی نمایی به‌ترتیب برابر با $۰/۰۰۰۰۸$ و $۲/۳۸$ به‌دست آمدند. ضریب تشخیص این رابطه $۰/۸۹۵$ محاسبه گردید (شکل ۲). مقدار τ

Sturges دسته‌بندی شدند (۲۵). برآورد طول مجانب از معادله $L_{\infty} = L_{\max}/0.95$ در نرم‌افزار FiSAT II محاسبه شد. ضریب K از روش الفان در برنامه نرم‌افزاری FiSAT II محاسبه شد (۲۶). تعیین ارتباط بین طول و سن از رابطه رشد غیرفصلی ون برتالانفی به‌صورت زیر استفاده شد (۲۷):

$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$
 L_t : طول کل در سن برحسب سانتی‌متر، L_{∞} : طول بی‌نهایت برحسب میلی‌متر، K : ثابت رشد بر سال (Year)، t_0 : سن صفر ماهی برحسب سال، t : سن آیزی برحسب سال، میزان بهینه t_0 از طریق فرمول تجربی پائولی محاسبه شد (۲۴):

$\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}(L_{\infty}) - 1.038 \text{Log}(K)$
 جهت مقایسه پیراسنجه‌های رشد L_{∞} و K به‌دست‌آمده از ماهی مورد مطالعه با سایر مطالعات رشد این ماهی و همچنین ارزیابی صحت محاسبات از رابطه فی پرایم مونرو (۲۸) به‌کار برده شد:

$$\hat{\theta} = \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L_{\infty}$$

بیشینه سن با استفاده از معادله زیر به‌دست آمد (۲۴):

$$t_{\max} = t_0 + (3/K)$$

محاسبه نرخ مرگ و میر: در محاسبه مرگ و میر کل از روش منحنی صید استفاده شد (۲۹). مقدار نرخ مرگ‌ومیر کل با حدود اطمینان ۹۵ درصد مورد محاسبه قرار گرفت: $n[N/dt] = a - Zt$
 Z : نرخ مرگ‌ومیر کل بر سال، N : تعداد در فراوانی طولی، dt : تغییرات زمانی، a : عرض از مبدأ معادله خطی و t : سن نسبی

در محاسبه نرخ مرگ‌ومیر طبیعی از رابطه زیر استفاده گردید. این رابطه که براساس آزمون رگرسیون پیراسنجه‌های رشد و میانگین درجه حرارت محیطی آب و مرگ‌ومیر طبیعی ۱۷۵ گونه آیزی است، به‌عنوان یک مدل از طرف پائولی ارائه شده است که با توجه به گله‌ای بودن شیوه زندگی این ماهی در ضریب $۰/۸$ اعمال گردید (۳۰):

$$\log(M) = -0.0066 - 0.279 \log(L_{\infty}) + 0.6543 \log(K) + 0.4634 \log(T)$$

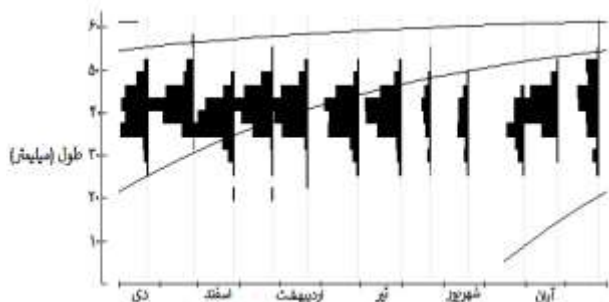
T : میانگین سالانه درجه حرارت محیط (درجه حرارت عمق آب برای فانوس ماهیان) براساس درجه سانتی‌گراد، L_{∞} : طول کل بی‌نهایت بر حسب سانتی‌متر. درجه حرارت عمق آب دریای عمان در استان هرمزگان ۲۱ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است (۳۱). برای محاسبه نرخ مرگ‌ومیر صیادی، نرخ مرگ طبیعی از نرخ مرگ‌ومیر کل کم شد ($F=Z-M$) و نسبت بهره‌برداری با تقسیم نرخ مرگ‌ومیر صیادی بر نرخ مرگ‌ومیر کل به‌دست آمد (۲۹): $E=F/Z$

احتمال صید در گروه‌های طولی: با استفاده از نرخ مرگ‌ومیر کل، احتمال صید در نرم‌افزار FiSAT II به‌دست آمد (۲۶).

نتایج

در مجموع تعداد ۲۸۹۳ قطعه فانوس ماهی جهت دستیابی به پیراسنجه‌های رشد مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. دامنه طول کل

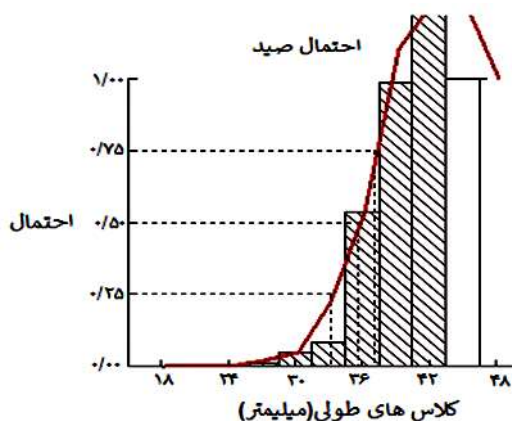
به ترتیب ۲۱/۶، ۳۵/۲ و ۴۴/۴ میلی‌متر در ماه به دست آمد. شاخص فی پرایم مونرو برای پیراسنجه‌های رشد تخمین زده شده برابر با ۳/۸ به دست آمد.



شکل ۵: منحنی رشد گروه‌های مختلف طولی فانوس ماهی *Benthosema pterotum* در آب‌های دریای عمان (استان هرمزگان ۱۳۹۸)

نرخ مرگ‌ومیر: مرگ‌ومیر کل فانوس ماهی در زمان بررسی، با حدود اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۶/۶۵ بر سال به دست آمد. مقدار نرخ مرگ‌ومیر طبیعی برابر با ۲/۶۲ بر سال تخمین زده شد. مقدار نرخ مرگ‌ومیر صیادی برابر با ۴/۰۳ بر سال به دست آمد. نرخ بهینه ضریب مرگ‌ومیر صیادی ۱/۳۱ بر سال به دست آمد. نسبت بهره‌برداری برابر با ۰/۶۰ محاسبه شد.

منحنی احتمال صید: منحنی احتمال صید مقادیر L_{25} ، L_{50} و L_{75} به ترتیب برابر با ۳۳/۲۶، ۳۵/۶۷ و ۳۷/۱۵ میلی‌متر محاسبه شدند (شکل ۵).

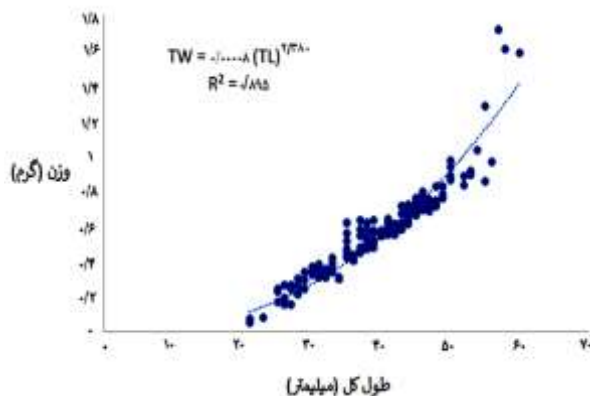


شکل ۶: منحنی احتمال صید فانوس ماهی *Benthosema pterotum* در آب‌های دریای عمان (استان هرمزگان ۱۳۹۸)

بحث

Hoeing و همکاران، کمیت نمونه‌برداری براساس یک دوره و به منظور ارزیابی ذخایر و تخمین پیراسنجه‌های رشد و مرگ‌ومیر ماهیان

محاسباتی برابر با ۱۰/۹۴ و میزان عدد جدول T برابر با ۱/۹۶ می‌باشد که به طور محسوسی کم‌تر از عدد محاسباتی (۱۰/۹۴) است ($p < 0.05$) که نشان‌دهنده رشد آلومتریک این گونه است.

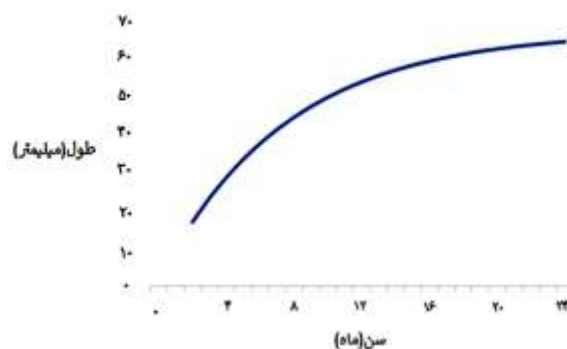


شکل ۳: نمودار رابطه نمایی طول کل - وزن کل فانوس ماهی *Benthosema pterotum* در آب‌های دریای عمان (استان هرمزگان ۱۳۹۸)

پیراسنجه‌های رشد: دامنه طول بی‌نهایت برابر با ۶۳ میلی‌متر محاسبه گردید. با در نظر گرفتن طول بی‌نهایت به دست آمده، ثابت رشد K برابر با ۱/۶ بر سال به دست آمد. مقدار سن در طول صفر (t_0) برابر با -۰/۱۵ و مقدار بیشینه سن برابر با ۱/۷۳ سال تعیین گردید، از این رو معادله رشد ون برتالانفی فانوس ماهی *B. pterotum* به صورت زیر به دست آمد:

$$L_t = 6.3 (1 - e^{-1.6(t+0.15)})$$

با استفاده از معادله به دست آمده منحنی ارتباط طول کل با سن ماهی رسم شد (شکل ۳).



شکل ۴: نمودار رابطه طول کل - سن فانوس ماهی *Benthosema pterotum* در آب‌های دریای عمان (استان هرمزگان ۱۳۹۸)

با استفاده از رابطه طول-سن، متوسط رشد ماهانه فانوس ماهی به تفکیک دوره زندگی به دست آمد. این نتایج نشان داد که این ماهی در چند ماه اول زندگی از رشد بالایی برخوردار است. در مجموع میانگین رشد این ماهی تا سن سه ماهگی، شش ماهگی و نه ماهگی

این ماهیان در آب‌های دریای عمان انجام دادند میانگین طول و وزن ماهیان صید شده را $37/8$ میلی‌متر و $0/43$ گرم با دامنه ۱۰ تا ۵۸ میلی‌متر و $0/03$ تا $0/94$ گرم گزارش کردند (۴۶). آن‌ها بیش‌ترین میانگین طول را $42/7$ میلی‌متر و هم‌زمان با فصل تخم‌ریزی این ماهی ثبت کردند. هم‌چنین ضریب a و b معادله طول وزن این‌گونه را به‌ترتیب $0/000059$ و $3/05$ به‌دست آوردند. در این پژوهش مقدار b برابر با $2/37$ محاسبه گردید. این مقادیر ممکن است بین ذخایر گوناگون و نواحی مختلف تفاوت‌هایی داشته باشد. تفاوت در مقادیر a و b می‌تواند به تغییرات شرایط محیطی، فیزیولوژی ماهی، پیشرفت غدد جنسی، زمان و روش نمونه‌برداری، جنسیت و البته منطقه بررسی بستگی داشته باشد (۴۷). Vizvari و همکاران، رابطه طول و وزن فانوس ماهی دریای عمان را بررسی و بیان کردند رشد این ماهی در دوره جوانی آلومتریک و در ماهیان بالغ ایزومتریک است، آنان گزارش کردند وقتی طول کل ماهی از $4/6$ سانتی‌متر بیش‌تر شود ضریب b معادله طول و وزن به شکل چشمگیری افزایش می‌یابد. نتیجه مطالعه حاضر رشد این ماهی را آلومتریک نشان داد. معادله رشد ون برتالانفی براساس مفهوم رشد پایه‌ریزی شده است به‌نحوی که فرآیندهایی که سبب افزایش در بیوماس و نیز کاهش در آن می‌شود منحنی رشد طولی را ارائه می‌دهد که مقدار رشد گونه‌های زیادی از آبریان با آن منطبق می‌شود (۴۹). تخمین طول بی‌نهایت در یک گونه به‌شدت تحت تأثیر بزرگ‌ترین طول یافت شده در جمعیت مورد بررسی است (۵۰)، به‌نحوی که بیش‌ترین طول مشاهداتی در ماهیان صیدشده غالباً 95% طول بی‌نهایت آن جمعیت ارزیابی می‌شود (۱). تغییرات محیط‌زیست و میزان غذای در دسترس بر طول بی‌نهایت اثر مستقیم دارند اما دمای آب از میزان طول بی‌نهایت می‌کاهد (۵۱). ثابت رشد K برای این ماهیان از طریق معادله ون برتالانفی به‌دست آمده است. مقدار K برای ماهیان مزوپلاژیک غیر گرمسیری از $0/11$ تا $1/05$ و میزان طول مجانب L_{∞} برای این ماهیان از 49 تا 119 میلی‌متر گزارش شده است. Blindheim و Gjoseret، از یک روش کار متفاوت برای تعیین سن ماهیان مزوپلاژیک استفاده کردند. منحنی رشد براساس این روش جدید مقدار K را از $1/8$ تا $5/62$ و میزان طول مجانب را از 68 تا 77 میلی‌متر نشان داد که در این پژوهش این مقادیر به‌ترتیب $1/6$ و 63 میلی‌متر به‌دست آمدند. کاربرد شاخص رشد برای مقایسه ضرایب رشد ماهیان هم‌شکل است (۲۶). علت تفاوت در پیراسنجه‌های رشد مطالعات مختلف می‌تواند به‌علت آن باشد که نمونه‌برداری‌های انجام‌شده در مناطق مختلف با روش‌های صید متفاوت انجام شده باشد و یا این که این اختلافات نتیجه آنالیز داده‌های حاصل از روش‌های متفاوت باشد (۵۳). Dudley و همکاران، تفاوت در شاخص‌های رشد را تا میزان زیادی به طبقه‌بندی طول‌های زیست‌سنجی

به‌روش فراوانی طولی، تعداد بیش از ۱۵۰۰ نمونه در بازه زمانی یک‌ساله را با درجه بسیار عالی ارزیابی کرده‌اند (۳۲) که در این پژوهش تعداد نمونه‌های زیست‌سنجی شده در طول یک‌سال بیش از این مقدار بود. رابطه‌نمایی طول و وزن کمک می‌کند از روی طول یک ماهی بتوان وزن آن را مشخص کرد. معمولاً مقادیر b در رابطه طول و وزن بین ۲ تا ۴ قرار دارد (۳۳). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گونه *Benthosema pterotum* در ابتدا رشد سریع و در مراحل بعد رشد آهسته‌ای دارد که مطابق با الگوی رشد معمول در اکثر فانوس ماهیان است (۳۴، ۳۵). مقدار t_0 منفی در مطالعه حاضر به این اشاره دارد که رشد این ماهی در دوران جوانی بسیار زیاد است (۳۶). دامنه طول کل در این مطالعه از ۲۱ تا ۶۰ میلی‌متر گزارش شد در صورتی که Vipin و همکاران، دامنه طولی برای گونه *B. fibulatum* را ۴۸ تا ۸۵ میلی‌متر گزارش کردند (۳۷). حداکثر طول *Benthosema pterotum* در آب‌های شرق دریای عرب ۵۶ میلی‌متر گزارش شد (۱۶). Hussain حداکثر طول گونه *B. Fibulatum* را ۱۰۲ میلی‌متر در شمال دریای عرب گزارش نموده است (۳۸). در این مطالعه حداکثر سن محاسبه شده برای این‌گونه تقریباً ۲ سال محاسبه شد که براساس یافته‌های پائولی مینی بر $3/K$ است (۳۹). Vipin و همکاران، حداکثر سن برای گونه *B. fibulatum* را ۶ سال گزارش کردند (۳۷). هم‌چنین برای گونه *B. glaciale* ۴ تا ۸ سال گزارش شده است (۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳). Vipin و همکاران، میزان طول مجانب برای گونه *B. fibulatum* را $83/06$ میلی‌متر (۳۷) و بالاتر از میزانی که Gjosaeter گزارش کرده بود (۷۵ میلی‌متر) گزارش کردند (۴۴، ۴۱). میزان K برای گونه *B. glaciale* و *B. fibulatum* به‌ترتیب $0/460$ و $0/640$ گزارش شده است (۴۴). در مطالعه حاضر میزان ثابت رشد K برابر با $1/6$ در سال محاسبه گردید. علت این اختلاف مربوط به سکونت دو گونه مزبور در آب‌های سرد است لذا به‌علت دمای پایین محیط میزان ثابت رشد بسیار کم‌تر از آب‌های گرمسیری خواهد بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که رشد در طول تا سن ۷ ماهگی بسیار سریع حاصل می‌گردد و پس از آن از سرعت رشد کاسته می‌گردد. رشد گونه‌های آب‌های عمیق تغییرات فصلی زیادی نشان نمی‌دهد زیرا این‌گونه‌ها در مقابل گونه‌های آب کم‌عمق کم‌تر تحت تأثیر تغییرات هیدروگرافی نظیر دما و در دسترس بودن غذا قرار می‌گیرند (۴۵). طول صید برای گونه *B. fibulatum* $84/62$ میلی‌متر گزارش شده است (۳۷) که تقریباً در ۲ سالگی به این طول می‌رسد. نتایج مطالعه حاضر طول صید را برای گونه *B. pterotum* برابر با $35/67$ میلی‌متر محاسبه کرد که برای رسیدن به این طول ماهی به ۶ ماه زمان نیاز دارد. میزان Z برای گونه *B. fibulatum برابر با $0/51$ در سال و برای گونه *B. glaciale* $0/74$ گزارش شده است (۴۴، ۳۷). در مطالعاتی که Johannesson و Valinasab، بر روی جمعیت*

رشد را در گونه‌های مختلف بین ۱/۵ تا ۲/۵ تخمین زدند (۵۱). در این مطالعه این مقدار برای گونه *Benthoosema pterotum* برابر با ۱/۶۳ به دست آمد که نشان‌دهنده مقدار نرمال برای این گونه است. به‌طور معمول میزان مرگ‌ومیر طبیعی در یک منطقه مشخص در سال‌های مختلف از روند ثابتی پیروی کرده و اگر تغییرات محیطی شدیدی اتفاق نیفتد معمولاً این میزان یکسان باقی می‌ماند (۵۸). میزان ضریب بهره‌برداری و نرخ بهره‌برداری در جمعیت نایستی بیش از ۰/۵ و یا مرگ‌ومیر صیادی بیش از مرگ‌ومیر طبیعی باشد زیرا نشان‌دهنده صید بی‌رویه است. ضریب بهره‌برداری نشان‌دهنده تحت فشار بودن ذخیره مورد مطالعه است و برای رسیدن به حداکثر محصول پایدار بایستی مقداری از میزان بهره‌برداری از ذخیره کاهش یابد لذا با توجه به ضریب بهره‌برداری به دست آمده باید از میزان بهره‌برداری فعلی کاسته گردد.

منابع

1. King, M., 2010. Fisheries biology assessment and management fishing. Second Edition. Blackwell publishing Ltd. 382 p.
2. Gjosaeter, J. and Kawaguchi, K., 1980. A review of the world resource of mesopelagic fish. FAO Fish Tech Pap. 193 p.
3. Brodeur, R.D. and Yamamura, O., 2005. Micronekton of the North Pacific. PICES Sci Rep. 30: 1-15.
4. Gjosaeter, J., 1984. Mesoplagic fish, a large potential resource in the Arabian sea. Deep-Sea Res A. 31: 1019-1035.
5. Valinassab, T., Pierce, G.J. and Johannesson, K., 2007. Lantern fish (*Benthoosema pterotum*) resources as a target for commercial exploitation in the Oman Sea. J Appl Ichthyol. 23: 573-577.
6. Dalpadado, P., 1998. Reproductive biology of the lanternfish *Benthoosema pterotum* from the Indian Ocean. Mar Biol. 98: 307-316.
7. Chiou, W.D. and Lee, L.K., 2004. Migration of kawakawa *Euthynus affinis* in the waters near Taiwan. Fish Sci. 70: 746-757.
8. Tang, Q., 2006. Chinese exclusive economic zone. Marine biological resource and habit environment. Science Press, Beijing (in Chinese; title translated by C.S.)
9. Mio, S., Tagawa, M., Shinohara, F. and Yamada, U., 1984. Ecological study on the demersal fish associations in the East China Sea and the Yellow Sea, with reference to food relationships. Bull Seikai Reg Fish Res Lab. 61: 1-221. (In Japanese with English abstract)
10. Baeck, G.W. and Huh, S.H., 2003. Feeding habits of juvenile *Lophius litulon* in the coastal waters of Kori, Korea. J Korean Fish Soc. 36: 695-699.
11. Chiou, W.D.U., Chen, C.Y., Wang, C.M. and Chen, C.T., 2006. Food and feeding habits of ribbonfish *Trichiurus lepturus* in coastal waters of south-western Taiwan. Fish Sci. 72: 373-381.

شده معطوف می‌دانند (۵۴). رشد سریع در اوایل دوره زندگی در موجودات آبی در واقع نوعی استراتژی در مقابله با خطر شکار شدن توسط شکارچیان بزرگ‌تر است (۵۵). با توجه به این نکته ضریب رشد نسبتاً بالا در فانوس ماهیان و از آن جمله گونه *Benthoosema pterotum* به علت فرار از شکار شدن توسط سایر آبزیان و رسیدن زود هنگام به بلوغ جنسی است. معمولاً ماهیان مزوپلاژیک آب‌های سرد slow-growing هستند اما ماهیان مزوپلاژیک آب‌های گرم رشد سریعی دارند و بیش‌تر آن‌ها احتمالاً در یک یا کم‌تر از یک سال به حداکثر اندازه خودشان می‌رسند. البته در برخی گونه‌ها نظیر *Naurolicus muelleri*, *Diaphus suborbital* به نظر می‌رسد تا زمانی که به بلوغ جنسی برسند دارای رشد سریع‌تری باشند و بعد از آن رشدشان بسیار آهسته می‌گردد (۵۶، ۵۷). تغییرات فصلی در نرخ رشد بعضی از گونه‌های فانوس ماهیان مثل *Benthoosema glaciale* (۴۴) و هم‌چنین گونه *Diaphus suborbitalis* مشاهده شده است (۵۶). این ماهیان در زمستان رشدشان سریع‌تر بوده و در تابستان کندتر می‌شود. تفاوت در نرخ رشد مشابه به فاکتورهای هیدروگرافی مربوط می‌شود. بیش‌تر فانوس ماهیان منطقه گرمسیری و گنوستوماتیدها به نظر می‌رسد یک چرخه زندگی یک‌ساله داشته باشند (۱۸، ۱۹). رایج‌ترین روش محاسبه مرگ‌ومیر کل در آبزیان استفاده از منحنی صید است. در این روش داده‌های طولی به سن تبدیل می‌شوند. البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که سن و طول باید از یکدیگر تبعیت کنند. این ارتباط در آبزیان با سنین پایین‌تر بیش‌تر از آبزیان با سنین بالاتر است. فرآیندهای زیستی در دماهای بالا با سرعت بیش‌تری انجام می‌شوند و این دمای بالای محیط میزان نرخ مرگ و میر را بالا می‌برد (۲۹). براساس روش کار متفاوتی که Gjosaeter و Blindheim برای تخمین سن گونه از فانوس ماهیان *Benthoosema* *Blindheim*، *B. pterotum* و *B. fibulatum* به کار بردند همه این ماهیان نرخ‌های مرگ‌ومیر لحظه‌ای ۵ و متناظر با آن مرگ‌ومیر سالانه بیش از ۹۹٪ داشته‌اند (۵۲). ماهیان مزوپلاژیک آب‌های سردتر چرخه زندگی بلندتری دارند اما فقط تعداد معدودی مطالعه در خصوص تعیین نرخ‌های مرگ و میر این ماهیان انجام شده است. Gjosaeter مرگ و میر فانوس ماهیان *Benthoosema glaciale* و *Notoscopelus* *Maurolicus muelleri* و *kroeyeri* را به ترتیب ۰/۷ و ۰/۸ و ۱/۸ محاسبه کرد (۴۴، ۵۷). ماهیانی که دارای عمر کوتاه هستند غالباً در اندازه‌های طولی کوچک بوده و به وسیله آبزیان گوناگونی شکار می‌گردند. از طرف دیگر این نوع از آبزیان دارای مقادیر ثابت رشد (*K*) بیش‌تری هستند. این نکته استنتاج می‌گردد که مقدار بالای ثابت رشد در یک آبی منجر به افزایش در ضریب مرگ و میر (*M*) آن آبی گردد. Holt و Beverton، مقدار تقریبی نسبت مرگ‌ومیر طبیعی به ثابت

29. Sparre, P and Venema, S.C., 1992. Introduction to tropical fish stock Assessment. Part1- Manual. FAO Rome. Italy. 375 p.
30. Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal Du Conseil international Pour L Exploration De La Mer. 39(2): 175-192.
31. Ebrahimi, M., 2006. Continuous studies of hydrology and hydrobiology of the Persian Gulf and Strait of Hormoz (waters within Hormozgan province). Iranian Fisheries Research Institute. 87 p. (In Persian)
32. Hoing, J.M., Csirke, M.J., Sanders, A., Abella, M.G., Andreoli, D., Levi, S., Ragonese, M., Al-Shoushani, M. and El-musa, M., 1987. Data Acquisition for Length-Based Stock Assessment: Report of Working Group. 4(2): 343-352.
33. Weatherley, A.H., 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press, London. 258 p.
34. Smoker, W. and Percy, W.G., 1970. Growth and reproduction of the lanternfish *Stenobranchius leucopsarus*. Journal of Fisheries Research Board of Canada. 27: 1265-1275.
35. Filin, A.A., 1997. Growth, size and age composition of the *Notoscopelus kroeyerii* (Myctophidae). Journal of Ichthyology. 37: 27-32.
36. Walford, L.A., 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biological Bulletin. 90: 141-147.
37. Vipin, P.M., Harikrishnan, M., Ravi Renju, M.R., Boopendranath, M.P. and Remesan, S., 2018. Population Dynamics of Spinycheek Lanternfish *Benthoosema fibulatum* (Gilbert and Cramer 1897), Caught off the South-west Coast of India. Asian Fisheries Science. 31: 161-171.
38. Hussain, S.M., 1992. The reproductive biology of the lanternfish *Benthoosema fibulatum* from the northern Arabian Sea. Fisheries Research. 13: 381-393.
39. Pauly, D., 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 234. 52 p.
40. Halliday, R.G., 1970. Growth and vertical distribution of the glacier lanternfish, *Benthoosema glaciale*, in the north western Atlantic. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 27: 105-126.
41. Gjosaeter, J., 1981. Growth, production and reproduction of the myctophid fish *Benthoosema glaciale* from western Norway and adjacent seas. Fiskeridirektoratets havforskningsinstitut. 17: 79-108.
42. Albikovskaya, L.K., 1988. Some aspects of the biology and distribution of glacier lanternfish (*Benthoosema glaciale*) over the slopes of Flemish Cap and eastern Grand Bank. NAFO Scientific Council Studies. 12: 37-42.
43. Garcia-Seoane, E., 2013. Ecology of the glacier lanternfish *Benthoosema glaciale* (Reinhardt, 1837) with focus on the Flemish Cap. Ph.D. thesis. The University of Vigo, Galicia, Spain. 164 p.
44. Gjosaeter, J., 1973. Age, growth and mortality of the myctophid fish, *Benthoosema glaciale* (Reinhardt), from western Norway. Sarsia. 52: 1-14.
45. Kawaguchi, K. and Mauchline, J., 1982. Biology of myctophid fishes (Family: Myctophidae) in the Rockall Trough, north-eastern Atlantic Ocean. Biological Oceanography. 1: 337-373.
12. Yamada, U., Tokimura, M., Horikawa, H. and Nakabo, T., 2007. Fishes and fisheries of the east China and Yellow Seas. Tokai University Press, Tokyo (In Japanese)
13. Lizama, M. and Ambrosio, A., 2002. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Parana River floodplain, Brazil. Brazilian Journal of Biology. 62: 113-124.
14. Taning, A.U., 1918. Mediterranean Scopelidae (*Saurus*, *Aulopus*, *Chlorophthalmus* and *Myctophum*). Rep. Dan. Oceanogr. Exped. Mediterr. AM5 (2 Biol.). 154 p.
15. Gibbs, R.H., 1971. *Alepsaurus brevirostris*, a new species of lancet fish from the western north Atlantic. Breviora. (123): 1-14.
16. Krueger, W.H., 1972. Biological studies of the Bermuda Ocean Acre IV. Life history, vertical distribution and sound -scattering in gonostomatid fish *Valenciennellus tripunctulatus* (Esmark). Report to U.S. Navy Underwater system center. Washington, Smithsonian Institution. 67 p.
17. Goodyear, R.H., 1972. Ecology and vertical distribution of Mediterranean midwater fishes. In Mediterranean biological studies final report. Report to U.S. Navy office of Naval Research Contract No. N00014-67-A-399-000-7: 91-229
18. Clarke, T.A., 1973. Some aspect of the ecology of stomiatoid fishes in the Pacific Ocean near Hawaii. Fish. Bull. NOAA. 72(2): 337-351.
19. Clarke, T.A., 1974. Some aspect of the ecology of lanternfishes (Myctophidae) in the Pacific Ocean near Hawaii. Fish. Bull. NOAA. 71(2): 401-434.
20. Hosseini Shekarabi, S.P., Valinassab, T. and Pazira, A., 2009. Study of lanternfish *Benthoosema pterotum* otolith from morphological view. Journal of Animal Environment. 1(4): 33-44. (In Persian)
21. Javadzadeh, N., Vosoghi, Gh., Valinasab, T., Fatemi, S.M. and Abdoli, A., 2012. The first record of myctophidae fish from mesopelagic depth in Oman Sea waters. Journal of Animal Environment. 4(3): 131-136. (In Persian)
22. Karuppasamy, P., George, S. and Menon, N., 2008. Length-weight relationship of *Benthoosema pterotum* (Myctophid) in the deep scattering layer (DSL) of the eastern Arabiab Sea. Indian Journal of Fisheries. 55: 301-303
23. Huxley, L.S., 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. Nature. 114: 859-896
24. Pauly, D., 1984. Fish Population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators, ICLARM Stud. Rev. 8: 325-356.
25. Sturges, H.A., 1926. The Choice of a Class Interval. Journal of the American Statistical Association. 21: 65-66.
26. Gayanilo, F.C. and Pauly, D., 1997. The FAO ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT), User,s guide. (Fisheries). FAO Computerized Information Series. No. 8. ROME. 126 p.
27. Pauly, D., 1987. A review of the Elefan system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. P. 7-34. In Pauly, D. and Morgan, G.R., (eds). Length-based methods in Fisheries research. ICLARM conference proceedings. 13: 468 p.
28. Pauly, D. and Munro, J.L., 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM: International Center for Living Aquatic Resources Management, Fishbyte. 2(1): 21.

46. **Johannesson, K. and Valinassab, T., 1994.** Survey of Mesopelagic Fish Resources Within the Iranian Exclusive Economic Zone of The Oman Sea Final Report. 85 p.
47. **Pitcher, T.J., 2002.** A bumpy old road: Size-base methods in fisheries assessment. In: Hand book of Fish Biology and Fisheries: Vol. 2, (Fisheries. Hart, P.J.B. and Reynolds, J.D.,). Blackwell Publishing, Oxford. 210 p.
48. **Vizvari, F., Noori, A., Sajjadi, M. and Kalvani-Neitali, A., 2017.** Length-weight relationship and condition factor of female skinnycheek lanternfish, *Benthoosema pterotum* (Alcock, 1890), in the Makran Sea (Teleostei: Myctophidae). Iran. J. Ichthyol. 4(2): 181-187.
49. **Biswas, S.P., 1993.** Manual of methods in fish biology, South Asian publishers. 157 p.
50. **Froese, R. and Binohlan, C., 2000.** Empirical relationship to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. Journal of Fish Biology. 56: 758-773.
51. **Beverton, R.J.H. and Holt, S.J., 1959.** A review of the lifespan and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristic. In ciba Foundation Symposium-The Lifespan of Animal (Colloquia on Ageing). John Wiley & Sons, Ltd. 5: 142-180.
52. **Gjosaeter, J. and Blindheim, J., 1972.** Observation on mesopelagic fish off northwest Africa between 16 and 27 N degree. Paper presented to the Symposium on the Canary Current: upwelling and living resources, Las Palmas, 11-14 April. 21 p.
53. **Pillai, P.P., Pillai, N.G., Sathianandan, T.V. and Kesavan Elaythu, M.N.K., 1993.** Fishery Biology and stock assessment of *Scomberomorus commerson* (lacepede) from the south-west coast in india. IPTP Collective. 8: 56-61.
54. **Dudley, R.G., Aghaashinikar, A.P. and Brothers, E.B., 1992.** Management of the Indo-Pacific Spanish Mackerel (*Scomberomorus commerson*) in Oman. Fisheries Research. 15: 17-43.
55. **Begg, G.A. and Sellin, M.J., 1998.** Age and growth of school mackerel (*Scomberomorus commerson*) and spot mackerel (*S. munroi*) in Queensland east-coast waters with implications for stock structure. Marine and Freshwater Research. 49: 109-120.
56. **Go, Y.B., 1977.** Ecologic study on *Diaphus suborbitalis* Weber (Pisces, Myctophidae in Saruga Bay, Japan. 2. Growth patern. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 43(12): 1411-1416.
57. **Gjosaeter, J., 1978.** Resource study of mesopelagic fish. Ph.D. Thesis, University of Bergen, Bergen. 203 p.
58. **Cadima, E.L., 2003.** Fish Stock Assessment Manual. FAO fisheries technical paper No. 393. Rome. 161 p.