

(OPEN ACCESS)

Investigating the gladius and cuttlebone of some cephalopods of I.R. Iran for age determination

Reza Badali¹, Seyyed Yousef Paighambari^{*2}, Parviz Zare³,
Reza Abbaspour Naderi⁴

1. Ph.D. Graduate of Aquatics Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rezabadali407@yahoo.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Aquatics Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: sypaighambari@gau.ac.ir
3. Assistant Prof., Dept. of Aquatics Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: parvizzare58@yahoo.com
4. Expert of Capture and Fishery Office, Iranian Fisheries Organization, Tehran, Iran. E-mail: r_naderimail@yahoo.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 05.31.2024

Revised: 06.19.2024

Accepted: 06.20.2024

Keywords:

Age determination,
Cuttlefish,
Growth increment element,
Hard structure,
Squid

ABSTRACT

Background and Objectives: A large number of aquatic animals, such as species of cephalopods, crustaceans and bivalves, are among the data-limited stocks. Certainly, in order to evaluate, manage and exploit them favorably, optimally and appropriately, the fisheries community should increase its knowledge of these stocks in order to achieve this important goal. Finding data and information on the life cycle of aquatic animals has always helped to improve estimates of their resources, so that more accurate decisions can be made regarding the management of these resources. The hard structures of cephalopods provide good information about the life of these aquatic animals, such as age. In fact, there are many hard structures and combinations in the body of cephalopods, and by evaluating the growth increment elements of their structures, the age of this valuable aquatic animal can be determined. Therefore, the study of the hard structures of gladius (pen) and cuttlebone of a number of cephalopods in the southern waters of Iran was put on the agenda.

Materials and Methods: The hard structures of cephalopods are fragile and their transfer to the laboratory requires high precision. After maintaining and preparing of mentioned structures and showing growth increment elements on them, elements were counted. In order to reveal the elements of growth increment, multi-stage processes were implemented for each of the existing structures. Most of each growth increment element in gladius and cuttlebone is equivalent to one or more days of aquatic life, respectively.

Results: In this study the largest specimen examined, observed and studied of *Acanthosepion pharaonis* (30.8 cm), *Acanthosepion stelliferum* (9.6 cm), *Sepia saya* (7.4 cm), *Rhombosipion prashadi* (12 cm), *Rhombosipion omani* (10 cm), *Uroteuthis (Photololigo) edulis* (15/1), and *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii* (11/5) had 255, 135, 92, 142, 168, 100 and 98 elements of growth increment, respectively.

Conclusion: Given the lack of research on the hard structures of Iranian cephalopods, there is a strong need to study them to determine the age and

life history of these organisms in order to help assess cephalopod stocks. In fact, this study is one of the first studies to examine the hard structures of cuttlebone and gladius in order to determine the age of Iranian cephalopods and will contribute to the progress and development of aquatic age determination in Iran. Using gladius (pen) and cuttlebone to achieve the goals of age, growth, and lifespan research is suitable, low-cost, and relatively easy for squids and cuttlefishes. Therefore, it is recommended that researchers take advantage of these practical and useful structures in the field of determining the age and growth of these aquatic animals.

Cite this article: Badali, Reza, Paighambari, Seyyed Yousef, Zare, Parviz, Abbaspour Naderi, Reza. 2025. Investigating the gladius and cuttlebone of some cephalopods of I.R. Iran for age determination. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 14 (2), 277-295.



© The Author(s).

Doi: 10.22069/japu.2024.22495.1879

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی گلادیوس و کاتلبون برخی سرپایان ایران جهت تعیین سن

رضا بدلی^۱، سید یوسف پیغمبری^{۲*}، پرویز زارع^۳، رضا عباس‌پور نادری^۴

۱. دانش‌آموخته دکتری تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: rezabadali407@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: sypaighambari@gu.ac.ir
۳. استادیار گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: parvizzare58@yahoo.com
۴. کارشناس دفتر امور صید و صیادی، سازمان شیلات ایران، تهران، ایران. رایانامه: r_naderimail@yahoo.com

چکیده	اطلاعات مقاله
نوع مقاله: سابقه و هدف: تعداد زیادی از آبزیان هم‌چون گونه‌هایی از سرپایان، سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها جزو ذخایر کم‌تر شناخته شده هستند. یقیناً به منظور ارزیابی، مدیریت و بهره‌برداری مطلوب، بهینه و مناسب باید شناخت جامعه شیلاتی از ذخایر مذکور بیش‌تر گردیده تا به این مهم صورت پذیرد. یافتن داده‌ها و اطلاعات در زمینه چرخه و دوره حیات و زیست آبزیان همواره به بهبود برآوردها از منابع آن‌ها کمک کرده تا نهایتاً تصمیمات دقیق‌تری در خصوص مدیریت این منابع گرفته شود. ساختارهای سخت سرپایان اطلاعات مفیدی از حیات این آبزیان همانند سن را تامین می‌کنند. در واقع ساختارهای سخت و ترکیب‌های متعددی در بدن سرپایان وجود داشته که به واسطه ارزیابی المان‌های افزایش رشد ساختارهای آن‌ها می‌توان تعیین سن این آبزیان با ارزش را انجام داد. بنابراین مطالعه ساختارهای سخت گلادیوس (قلم) و کاتلبون (استخوان مرکب) تعدادی از سرپایان پهنه‌های آبی جنوب کشور در دستور کار قرار گرفت.	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۱ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۳۱
واژه‌های کلیدی: اسکوئید، المان افزایش رشد، تعیین سن، ساختار سخت، ماهی مرکب	
مواد و روش‌ها: ساختارهای سخت سرپایان شکننده بوده و انتقال آن‌ها به آزمایشگاه نیازمند دقت بالایی است. پس از نگهداری و آماده‌سازی ساختارهای مذکور و نمایان شدن المان‌های افزایش رشد موجود بر آن‌ها، تعداد المان‌ها شمارش گردید. جهت نمایان شدن المان‌های افزایش رشد فرآیندهایی چندمرحله‌ای برای هرکدام از ساختارهای موجود اجرا گردید. اغلب هر المان افزایش رشد موجود در گلادیوس‌ها و کاتلبون‌ها به‌ترتیب برابر با یک یا بیش از یک روز از حیات آبی می‌باشد.	

یافته‌ها: بزرگ‌ترین نمونه مورد بررسی، مشاهده و مطالعه ماهی مرکب ببری (*Acanthosepion* *pharaonis*، ۳۰/۸ سانتی‌متر)، ماهی مرکب ستاره‌ای (*Acanthosepion stelliferum*، ۹/۶ سانتی‌متر)، ماهی مرکب سایا (*Sepia saya*، ۷/۴ سانتی‌متر)، ماهی مرکب کلاه‌دار (*Rhombosepion prashadi*، ۱۲ سانتی‌متر)، ماهی مرکب عمانی (*Rhombosepion omani*، ۱۰ سانتی‌متر)، اسکوئید نوک‌شمشیری (*Uroteuthis (Photololigo) edulis*، ۱۵/۱ سانتی‌متر) و اسکوئید هندی (*Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii*، ۱۱/۵ سانتی‌متر) در این مطالعه به ترتیب ۲۵۵، ۱۳۵، ۹۲، ۱۴۲، ۱۶۸، ۱۰۰ و ۹۸ المان افزایش رشد داشتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به کمبود پژوهش‌های صورت گرفته بر ساختارهای سخت سرپایان ایران، نیاز به بررسی آن‌ها جهت تعیین سن و تاریخچه حیات این جانداران در راستای کمک به ارزیابی ذخایر سرپایان به شدت احساس می‌گردد. در حقیقت این مطالعه جزو نخستین مطالعات بررسی ساختارهای سخت کاتلبون و گلا دیوس در راستای تعیین سن سرپایان ایران بوده و سبب پیشرفت و توسعه امر تعیین سن آبزیان در ایران خواهد شد. باید توجه داشت که بهره‌گیری از گلا دیوس و کاتلبون جهت رسید به اهداف پژوهش‌های سن، رشد و طول عمر برای اسکوئیدها و ماهی‌های مرکب مناسب، کم‌هزینه و نسبتاً آسان است. از این‌رو توصیه می‌گردد پژوهش‌گران به بهره بردن از این ساختارهای کاربردی و مفید در زمینه تعیین سن و رشد این آبزیان اهتمام ورزند.

استناد: بدلی، رضا، پیغمبری، سید یوسف، زارع، پرویز، عباس‌پور نادری، رضا (۱۴۰۴). بررسی گلا دیوس و کاتلبون برخی سرپایان ایران جهت تعیین سن. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۴ (۲)، ۲۷۷-۲۹۵.

Doi: 10.22069/japu.2024.22495.1879



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

تعداد زیادی از آبزیان هم چون گونه هایی از سرپایان، سخت پوستان و دو کفه ای ها جزو ذخایر کم تر شناخته شده^۱ هستند (۱). گرچه سرپایانی همانند ماهی مرکب معمولی *Sepia officinalis* نیز وجود دارند که به صورت تجاری و انبوه در مقیاس جهانی صید شده (۲) و حیات آن ها در ابعاد گوناگون همانند تعیین سن و طول عمر^۲ مورد بررسی قرار گرفته است. هم چنان گونه هایی از سرپایان با محدودیت داده روبه رو هستند (۱)؛ در حالی که براساس مطالعات پیشین اگر ذخایر فاقد ارزیابی کامل، مشمول ارزیابی صحیح و مدیریت مناسب باشند، پتانسیل بهبود فراوانی و محصول آن ها در مقیاس جهانی وجود دارد (۳).

از این رو پژوهش در زمینه یافتن اطلاعات حیاتی این آبزیان همانند سن، رشد، طول عمر و سایر موارد بسیار دارای اهمیت بوده و نتایج آن به ارزیابی ذخایر صحیح تر و نهایتاً مدیریت بهتر صید آن ها منجر خواهد شد. زیرا این یافته ها می توانند ورودی بسیاری از مدل های ارزیابی ذخایر آبزیان باشند (۴). ساختارهای سخت و ترکیب های متعددی در بدن سرپایان وجود داشته که به واسطه ارزیابی المان های افزایش رشد ساختارهای آن ها می توان تعیین سن این آبزیان با ارزش را انجام داد؛ در واقع رنگدانه لیپوفوسین^۳، لنزهای کریستالی چشم^۴، منقار^۵، استاتولیت^۶، دشنه هشت پایان^۷، گلا دیوس اسکوئیدها^۸ و کاتلبون ماهی مرکب^۹ همان ساختارها هستند (۵ و ۶). تنها مورد قابل ذکر از ارزیابی ساختارهای سخت سرپایان در ایران، تعیین سن ماهی مرکب ببری با استفاده از

استاتولیت است. به همین جهت پژوهش حاضر به مطالعه و بررسی المان های افزایش رشد موجود در گلا دیوس و کاتلبون تعدادی از سرپایان پهنه آبی جنوب ایران پرداخته است. بررسی المان های افزایش رشد ساختارهای موجود در اجزاء مذکور می تواند در تعیین سن سرپایان اثرگذار باشد.

مواد و روش ها

مجموعاً بین یک تا پنج کاتلبون و یا گلا دیوس، از سرپایان صید شده توسط ناوگان ترال کف سیستان و بلوچستان در اواخر تابستان ۱۳۹۹، به آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. در حقیقت کاتلبون و گلا دیوس به ترتیب صدف داخلی ماهی های مرکب و اسکوئیدها بوده که در جبهه آن ها قرار دارد. گونه های مورد بررسی ماهی مرکب ببری (*Acanthosepion pharaonis*)، ماهی مرکب ستاره ای (*Acanthosepion stelliferum*)، ماهی مرکب سایا (*Sepia saya*)، ماهی مرکب کلاه دار (*Rhombosipion prashadi*)، ماهی مرکب عمانی (*Rhombosipion omani*)، اسکوئید نوک شمشیری (*Uroteuthis (Photololigo) edulis*) و اسکوئید هندی (*Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii*) بودند. هر چند نمونه هایی معدود از کاتلبون مرکب متعلق به ناوگان مذکور نبودند (مثل تهیه تعدادی کاتلبون ماهی مرکب ببری از بازار).

جهت بررسی و شمارش المان های افزایش رشد کاتلبون دستورالعمل ذیل اجرا گردید (۷):

الف) خشک کردن کاتلبون در دمای اتاق و علامت گذاری آن در فواصل یک سانتی متری (در صورت لزوم).

ب) برش فرامسین^{۱۰} شکمی دارای بافت نرم در امتداد محور طولی بدن، توسط اسکالپل، تا رسیدن به هیپوستراکم^{۱۱} یا سطح شکمی سپر پشتی^{۱۲}.

1- Data-limited stocks

2- Longevity

3- Lipofuscin

4- Crystalline lens

5- Beak

6- Statolith

7- Stylet

8- Gladius=pen

9- Cuttlebone

10- Phragmocene

11- Hypostracum

12- Dorsal shield

از آن‌ها به وسیله میکروسکوپ‌های نوری^۵ و تشریح^۶ مجهز به دوربین و نمایشگر^۷ از دوربین‌های با وضوح بالا (مانند ۶۴ مگاپیکسل) امروزی نیز استفاده گردید. قابل ذکر است که در مجموع تاباندن نور مصنوعی سفید سبب دیده شدن بهتر نمونه‌های آزمایشگاهی با چشم غیرمسلح یا حتی هنگام تصویربرداری شد (چراغ قوه دستی مدل XPE+COB Light).

پس از بررسی المان‌های افزایش رشد موجود بر کاتلبون و گلا دیوس نمونه‌های حاضر از سرپایان مورد مطالعه، تعداد آن‌ها ثبت گردید. برخلاف گلا دیوس که هر المان افزایش رشد آن عموماً ۱ روز از سن آبری را نشان می‌دهد (۹)، ممکن است هر المان افزایش رشد کاتلبون «به صورت میانگین» نمایانگر بیش از یک روز از سن ماهی مرکب نیز باشد (۷ و ۹). به همین جهت در این مطالعه هر المان افزایش رشد موجود بر کاتلبون ماهی‌های مرکب «به صورت میانگین» برابر با ۲ روز از سن آبری قلمداد شد (توضیحات بیش‌تر پیرامون این موارد در بخش بحث مقاله آورده شده است). البته براساس یک مدل ریاضیاتی مستخرج از یک پژوهش آزمایشگاهی پیش‌فرض ۰/۹۲۱ روز نیز برای ماهی مرکب ببری وجود داشت (۱۰). درحالی‌که در اکوسیستم‌های طبیعی به دلیل رقابت، تغییرات دمایی و نرخ رشد متفاوت هر کوهورت (و جمعیت)، احتمالاً این مقدار بیش‌تر باشد. باید توجه داشت که مقدار ۲ روز «به صورت میانگین» فرض این پژوهش بوده درحالی‌که چالش‌هایی مانند فصل صید محدود، فعالیت ناوگان شیلاتی در محدوده دور از ساحل و لزوم نمونه‌برداری میدانی از یک شناور صید صنعتی وجود داشت؛ از این‌رو توصیه می‌گردد سایر پژوهش‌گران در مطالعات بعدی با نمونه‌برداری از

(ج) ظهور خط‌های مشخص روی سطح هیپوستراکم قدیمی بر اثر برداشتن سپتا^۱.

(د) تعیین فاصله بین دو باقی‌مانده سپتا متوالی یا عرض یک محفظه کامل به عنوان یک المان افزایش رشد^۲.

(ه) تصویربرداری دیجیتال و شمارش تمامی المان‌های افزایش رشد موجود بر کاتلبون^۳.

هم‌چنین جهت بررسی و شمارش المان‌های افزایش رشد گلا دیوس دستورالعمل ذیل اجرا گردید (۸):

(الف) نگهداری در فرمالین ۴ درصد (می‌تواند در حفظ ساختار سخت مفید باشد).

(ب) گذاشتن گلا دیوس در آب گرم صابونی (حاوی ماده شوینده ملایم) قبل از مشاهده زیر میکروسکوپ.

(ج) علامت‌گذاری گلا دیوس با خودکار در فواصل یک سانتی‌متری پس از کمی خشک شدن.

(د) شمارش المان‌های افزایش رشد نمایان بر گلا دیوس، از ابتدا تا انتهای آن، به وسیله میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۱۶-۵۷ (عمدتاً بزرگنمایی ۱۰ تا ۴۰). در ساقه انتهایی شمارش کمی دشوار شده و بیش‌تر خارهای جانبی هر المان مدنظر بودند.

(ه) برای شمارش المان‌های افزایش رشد غیرقابل دیدن در قسمت‌هایی از ساقه گلا دیوس^۴، اندازه قسمت‌های غیرقابل شمارش ضربدر میانگین تعداد المان‌های افزایش رشد در ۱ سانتی‌متر شده و حاصل ضرب بخش بر فاصله ۱ سانتی‌متری شده است.

در صورتی‌که یک محقق به دنبال بررسی رشد و نرخ آن باشد، یکی دو مرحله به مراحل فوق اضافه می‌گردد. جهت اطلاع بیش‌تر به منابع مذکور مراجعه گردد. ضمن این‌که علاوه بر مشاهده المان‌های افزایش رشد توسط میکروسکوپ نوری همین‌طور تصویربرداری

5- TMNikon
6- TMOptimal
7- TMTFT

1- Septa
2- Growth increment element
3- Increments Number (IncNo)
4- Rachis

جدول ۱ آورده شده است. المان‌های افزایش رشد موجود بر یکی از نمونه‌های کاتلبون ماهی مرکب ببری همین‌طور گلا دیوس اسکوتید هندی به عنوان دو نمونه تیپیک و شاخص در شکل‌های ۱ و ۲ و جزئیات بررسی المان‌های افزایش رشد آن‌ها در جدول‌های ۲ و ۳ آورده شده است.

جمعیت‌ها و کوهورت‌های ماهی‌های مرکب در مقاطع زمانی گوناگون به فرض دقیق‌تری دست یابند.

نتایج و بحث

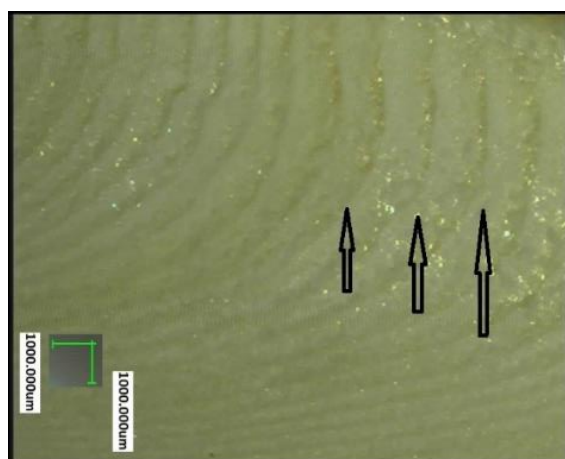
تعداد المان‌های افزایش رشد تشکیل شده بر گلا دیوس و کاتلبون بزرگ‌ترین نمونه‌های سرپایان این مطالعه، مطابق بررسی‌های صورت گرفته در

جدول ۱- نتایج ارزیابی المان‌های افزایش رشد موجود در ساختارهای سخت بزرگ‌ترین نمونه از هر گونه (طول جبه به سانتی‌متر).
Table 1. Results of the evaluation of present growth increment elements in the hard structures of the biggest specimen of each species (mantle length in centimeters).

میانگین روزهای تشکیل المان افزایش رشد mean days of element formation	تعداد المان افزایش رشد بزرگ‌ترین نمونه biggest specimen's elements No.	طول جبه بزرگ‌ترین نمونه (سانتی‌متر) biggest specimen's mantle length	نوع ساختار سخت hard structure type	آبزی Aquatic
فرض ۲ روز و پیش‌فرض ۰/۹۲۱ روز* (Assume 2 days and default 0.921 days*)	255	30.8	کاتلبون (Cuttlebone)	ماهی مرکب ببری (<i>Acanthosepion pharaonis</i>)
فرض ۲ روز (Assume 2 days)	135	9.6	کاتلبون (Cuttlebone)	ماهی مرکب ستاره‌ای (<i>Acanthosepion stelliferum</i>)
فرض ۲ روز (Assume 2 days)	168	10	کاتلبون (Cuttlebone)	ماهی مرکب عمانی (<i>Rhombosipion omani</i>)
فرض ۲ روز (Assume 2 days)	142	12	کاتلبون (Cuttlebone)	ماهی مرکب کلاه‌دار (<i>Rhombosipion prashadi</i>)
فرض ۲ روز (Assume 2 days)	92	7.4	کاتلبون (Cuttlebone)	ماهی مرکب سایا (<i>Sepia saya</i>)
فرض ۱ روز (Assume 1 days)	98	11.5	گلا دیوس (Gladius)	اسکوتید هندی (<i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>)
فرض ۱ روز (Assume 1 days)	100	15.1	گلا دیوس (Gladius)	اسکوتید نوک‌شمشیری (<i>Uroteuthis (Photololigo) edulis</i>)

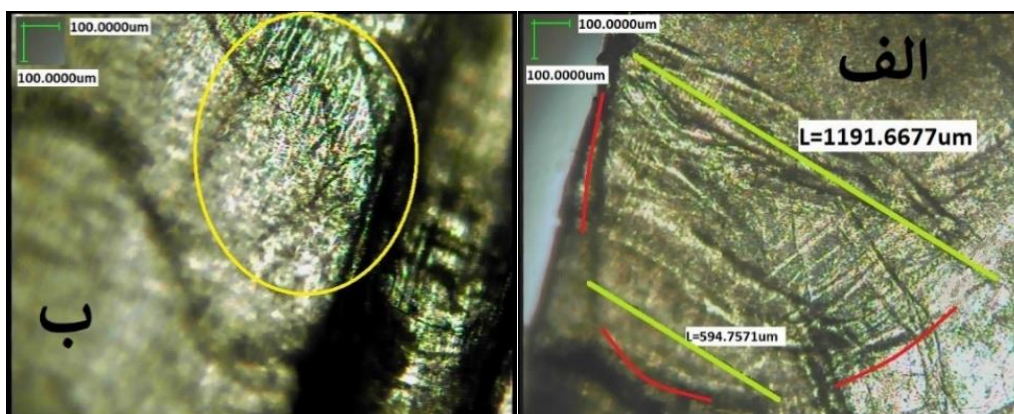
* از گونه‌های فوق تنها ماهی مرکب ببری دارای مطالعه قبلی درباره میانگین شبانه‌روز لازم جهت تشکیل المان‌های افزایش رشد بر کاتلبون می‌باشد (Nabhitabhata و همکاران (۱۰))

* Of the above species, only the *Acanthosepion pharaonis* has a previous study on the average daily time required to form growth increment elements on the cuttlebone (Nabhitabhata et al. (10))



شکل ۱- کانلبون ماهی مرکب بیری با طول جبهه ۶/۵ سانتی‌متر و المان‌های افزایش رشد آن (بزرگنمایی سه‌برابر، مقیاس ۱۰۰۰ میکرومتر).

Figure 1. Cuttlebone of an *Acanthosepion pharaonis* with a mantle length of 6.5 cm and its growth increment elements (3x magnification, scale 1000 μ m).



شکل ۲- گلادیوس اسکوئید هندی با طول جبهه ۱۱/۵ سانتی‌متر (بزرگنمایی چهار برابر، مقیاس ۱۰۰ میکرومتر):

تصویر سمت راست، الف) یک المان افزایش رشد موجود بر ساقه گلادیوس در ابتدا (کمان قرمز): تصویر سمت چپ،

ب) دو المان افزایش رشد متوالی نمایان شده در حاشیه ساقه گلادیوس در انتها (ناحیه داخل دایره زردرنگ).

Figure 2. *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii* gladius with a mantle length of 11.5 cm (4x magnification, scale bar 100 μ m); right image, a) one growth increment element on the gladius stem at the beginning (red arc); left image, b) two successive growth increment elements on the margin of the gladius stem at the end (yellow circled area).

جدول ۲- شمارش تعداد المان افزایش رشد موجود بر کانلبون ماهی مرکب بیری با طول جبهه ۶/۵ سانتی‌متر.

Table 2. Counting the number of growth increment elements on the cuttlebone of an *Acanthosepion pharaonis* with a mantle length of 6.5 cm.

with a mantle length of 6.5 cm.							
پارامتر/سانتی متر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	تا ۶/۵
CM/Parameter	1	2	3	4	5	6	to 6.5
المان‌های افزایش رشد (تجمعی)	10	21	34	48	65	80	90
Growth increment elements (Cumulative)							
توضیحات	از ۵ تا ۶ سانتی متر مقداری براساس میانگین تعداد المان در هر سانتی متر بخش بر دو به علاوه چند المان (به دلیل عدم قابلیت دید).						
Description	From 5 to 6 centimeters, some of the path was not very clear (Based on the average number of elements per centimeter divide by two, plus a few elements (due to lack of visibility))						

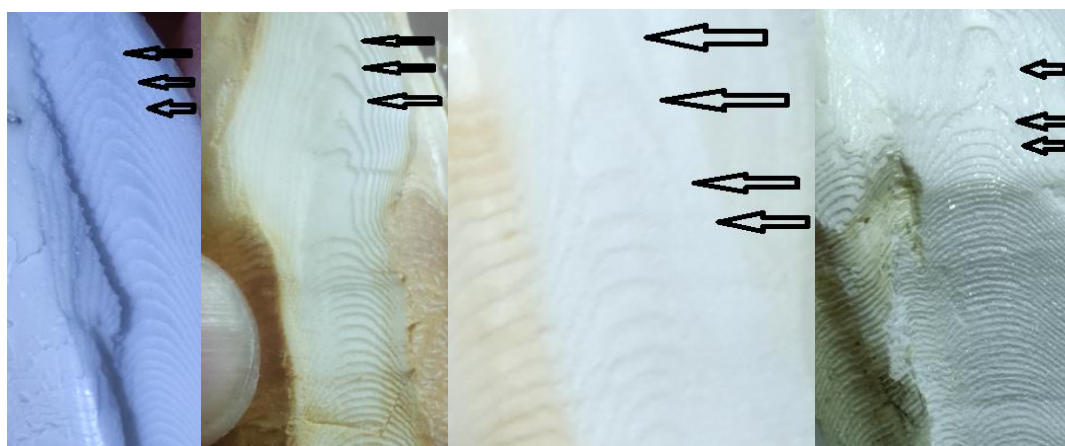
جدول ۳- شمارش تعداد المان افزایش رشد موجود بر گلا دیوس اسکوئید هندی با طول جبهه ۱۱/۵ سانتی متر.

Table 3. Counting the number of growth increment elements on the gladius of an *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii* with a mantle length of 11.5 cm.

پارامتر/سانتی متر CM/Parameter	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	تا ۱۱/۵ to 11.5
المان های افزایش رشد (تجمعی) Growth increment elements (Cumulative)	6	14	20	30	41	50	59	68	74	81	94	98
توضیحات Description					از ۴ تا ۵ سانت یک سوم مسیر خیلی واضح نبود. (From 4 to 5 centimeters, a third of the way was not very clear)				از ۸ سانت تا انتها اغلب شمارش خارج ساقه میان مد نظر بود. (From 8 cm to the end, the number of thorns outside the middle stem was often considered)			بر اساس میانگین تعداد حلقه در هر سانت بخش بر دو (به دلیل شکستن گلا دیوس). (Based on the average number of elements per centimeter divide by two, (due to hurt))

عمانی در شکل ۳ آورده شده است. و همان طور که مشخص است المان های افزایش رشد هر گونه تفاوت های کوچکی با سایرین دارد.

علاوه بر گونه های شاخص ماهی مرکب ببری و اسکوئید هندی، تصاویری از المان های افزایش رشد نمونه های سایر گونه ها هم چون ماهی مرکب ستاره ای، ماهی مرکب کلاه دار، ماهی مرکب سایا و ماهی مرکب



شکل ۳- کاتلبون ماهی مرکب ستاره ای (طول جبهه ۱۰ سانتی متر)، ماهی مرکب سایا (طول جبهه ۷/۱ سانتی متر)، ماهی مرکب کلاه دار (طول جبهه ۱۲ سانتی متر) و ماهی مرکب عمانی (طول جبهه ۵/۶ سانتی متر) همراه المان های افزایش رشد آن (به ترتیب از راست به چپ).

Figure 3. Cuttlebone of *Acanthosipion stelliferum* (10 cm mantle length), *Sepia saya* (7.1 cm mantle length), *Rhombosipion prashadi* (12 cm mantle length), and *Rhombosipion omani* (5.6 cm mantle length) with their growth increment elements (from right to left, respectively).

بزرگ‌ترین نمونه‌های موجود در مطالعه حاضر، گاهاً با بزرگ‌ترین نمونه ثبت شده در جهان تفاوت داشتند. از این‌رو طول جبه بزرگ‌ترین نمونه ثبت شده از هر گونه در جهان نیز در جدول ۴ آورده شده است؛ به‌طوری‌که در صورت نیاز با استفاده از رگرسیون یا تناسب (از مقادیر المان‌های افزایش رشد تمام نمونه‌های موجود از یک گونه)، تعداد المان‌های افزایش رشد بزرگ‌ترین فرد ممکن هر گونه برآورد گشته سپس سن هر گونه محاسبه گردد (جدول ۴).

جدول ۴- تعیین سن برای بزرگ‌ترین اندازه در جهان، با استفاده از تعداد المان‌های افزایش رشد تخمین زده شده برای آن.

Table 4. Age determination for the biggest size in the world, using the number of growth increment elements estimated for it.

سن تخمین زده شده (سال) Estimated age (years)	تخمین المان‌های افزایش رشد بزرگ‌ترین نمونه آبزی در جهان Estimated growth increment elements for the biggest specimen of the world	بزرگ‌ترین طول جبه (سانتی‌متر) آبزی در جهان (منبع) The biggest mantle length (centimeters) in the world (reference)	آبزی Aquatic
1.813/0.835*	331	46 (11)	ماهی مرکب ببری (<i>Acanthosepion pharaonis</i>)
0.969	177	12.9 (12)	ماهی مرکب ستاره‌ای (<i>Acanthosepion stelliferum</i>)
1.024	187	11.2 (12)	ماهی مرکب عمانی (<i>Rhombosipion omani</i>)
1.375	251	21.2 (13)	ماهی مرکب کلاه‌دار (<i>Rhombosipion prashadi</i>)
0.652	119	9 (14)	ماهی مرکب سایا (<i>Sepia saya</i>)
0.780	285	33.5 (15)	اسکوئید هندی (<i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>)
0.912	333	50.3 (16)	اسکوئید نوک‌شمشیری (<i>Uroteuthis (Photololigo) edulis</i>)

تعداد المان‌های افزایش رشد بزرگ‌ترین طول جبه در جهان با لحاظ کردن تعداد المان‌های افزایش رشد تمام نمونه‌های موجود از هر گونه در مطالعه حاضر سپس بهره‌گیری از تناسب و یا رگرسیون ساده برآورد شد.

* مقدار کم‌تر متعلق به پیش‌فرض ۰/۹۲۱ روز بوده و مقدار بیش‌تر متعلق به فرض ۲ روز می‌باشد (در ماهی مرکب ببری).

The number of growth increment elements for the biggest mantle length in the world was estimated by considering the number of growth increment elements for all available specimens of each species in the present study then using simple fit or regression

* The lower value corresponds to the assumption of 0.921 days and the higher value corresponds to the assumption of 2 days (for *Acanthosepion pharaonis*)

در میان ساختارهای سخت مورد استفاده در مطالعات تعیین سن و طول عمر سرپایان (ذکر شده در مقدمه)، استفاده از استاتولیت شناخته‌شده‌تر بوده و نسبتاً قدمت زیادی نیز دارد. گرچه بررسی استاتولیت یکی از راهکارهای شناخته شده و قدیمی در امر تعیین سن سرپایان است (۱۷)؛ اما برای برخی سرپایان (مثل ماهی‌های مرکب) مطلوب‌ترین گزینه نیست (۷). با در نظر داشتن اندازه درشت گلائیوس و کاتلبون نسبت به سایر ساختارهای سخت سرپایان، احتمالاً قرائت و ارزیابی المان‌های افزایش رشد آن‌ها

سهل تر و آسان تر است. در مطالعه حاضر تراکم المان های افزایش رشد برخی ماهی های مرکب هم چون عمانی و ستاره ای بیش تر بوده و در برخی همانند ماهی مرکب ببری این ویژگی برعکس بود (شکل ۳) در اسکویدها نیز هندی المان های افزایش رشد متراکم تری نسبت به نوک شمشیری داشت (به طول جبه و تعداد المان مشاهده شده هر گونه در جدول ۱ توجه شود). تراکم بیش تر بیانگر فاصله کم تر بین دو المان افزایش رشد بوده و این خصیصه می تواند به فیزیولوژی و مورفولوژی هر گونه، خصوصیات جمعیتی هر گونه هم چون نرخ رشد، و عوامل بیرونی همانند دمای کنام اکولوژیکی هر گونه بستگی داشته باشد. نباید این نکته را فراموش کرد که برخلاف المان های افزایش رشد موجود بر گلا دیوس اسکویدها که غالباً آن ها را روزانه دانسته اند (۹) و در برخی اسکویدها همبستگی کم و در برخی همبستگی بالایی با نتایج تعیین سن به روش استاتولیت داشته است (همانند اسکوئید پشت ارغوانی یا *Sthenoteuthis oualaniensis* (۸))، یافتن الگوی دقیق تشکیل هر المان افزایش رشد بر روی کاتلبون ماهی های مرکب یا هر رگه^۱ که هر کدام طی چند روز تشکیل شده اند، شرایط خاص خود را دارد. به عنوان مثال یافتن نمونه هایی از یک کوهورت در بازه های زمانی متفاوت از نمونه برداری اولیه و یا پرورش یک تا چند عدد از آن ها در محیط آزمایشگاهی شاید کمک کننده باشد. اصولاً اصطلاح رگه برای تعیین رخنمون سطحی لایه های بخش زیرین کاتلبون یا همان لاملا^۲ استفاده می گردد.

مطابق منابع پیشین، المان های رشد استاتولیت ماهی های مرکب به صورت مناسبی شکل نگرفته (۹) و بیان و تفسیر آن ها به دلایلی هم چون رسوب نامنظم و

متحدالمرکز کریستال های آراگونیت^۳ همین طور درصد کم مواد آلی دشوار می باشد (۷). بنابراین تعیین سن ماهی های مرکب با استاتولیت توسط سایر پژوهشگران چندان موفقیت آمیز نبوده است (۷). می توان گفت تقریباً در تعیین سن گونه ماهی مرکب معمولی *Sepia officinalis*، این شیوه با موفقیت نسبی اجرا شده است (۷، ۹ و ۱۸). برای حل این مسأله، در کنار ارزیابی گلا دیوس اسکویدها، بهره گیری از کاتلبون ماهی های مرکب به جای استاتولیت در دستور کار قرار گرفت. در دو نمونه از شاخص ترین مطالعات این حوزه که بر روی دو ماهی مرکب بزرگ جثه ماهی مرکب معمولی و ماهی مرکب غول پیکر استرالیایی *Ascarosepion apama* صورت پذیرفتند، علاوه بر نمایان کردن چند کوهورت در جمعیت این گونه ها، مشخص شد که «به صورت میانگین» تقریباً بین ۲ تا ۶ روز زمان می برد تا یک المان افزایش رشد بر روی کاتلبون این گونه ها تشکیل گردد. در حالی که حدود ۲-۳ روز به طور میانگین برای ماهی مرکب استرالیایی و ۴-۶ روز به طور میانگین برای ماهی مرکب معمولی مشاهده شده است. هر چند در اختلاف دمای زیاد زیستگاه اعداد ۸ و ۱/۵ روز هم برای شکل گیری یک المان افزایش رشد در کاتلبون ماهی مرکب معمولی نیز مشاهده شده است. در مجموع زمان تشکیل در هر گونه بسته به دما و کوهورت متفاوت است (۷ و ۱۹). با توجه به موارد فوق ذکر دو نکته ضروری است، یکی این که ماهی مرکب معمولی عموماً به صورت میانگین الگوی تشکیل المان افزایش رشد بزرگ تر مثلاً ۴-۶ روز و ماهی مرکب غول پیکر استرالیایی عموماً الگوی تشکیل المان افزایش رشد کوچک تر مثلاً ۲-۴ روز را در بر داشته و میان کوهورت های هر کدام حدوداً تا سقف ۱/۵ روز اختلاف وجود دارد؛ دیگری این که در حالی که به نظر می رسد برای برخی

1- Streak

2- Lamellae

3- Aragonite

گونه‌ها مانند ماهی مرکب معمولی تنها با دانستن تاریخچه حرارتی و دما می‌توان به سن آبی دست پیدا کرد، مطالعاتی نیز وجود دارند که تأیید می‌کنند در برخی گونه‌ها مانند ماهی مرکب طلایی *Acanthosepion esculentum* تشکیل المان افزایش رشد وابسته به دما نبوده و درواقع ممکن است سن آبی را مشخص کند (۹). البته در سالیان اخیر لی و همکاران (۲۰) اثر معنی‌دار نوسانات دما بر تشکیل المان افزایش رشد ماهی مرکب طلایی را در شرایط کنترل شده نشان دادند که یک مطالعه آزمایشگاهی محسوب می‌شود. البته اخیراً مطالعه‌ای منتشر گردید که در آن پژوهش‌گران در محیط آزمایشگاهی معادله بین تعداد المان‌های افزایش رشد و سن (روز) ماهی مرکب ببری را به دست آورده و هر المان افزایش رشد را برابر با $0/921$ روز از سن آبی به صورت میانگین دانسته‌اند (۱۰)؛ اگر چه به احتمال قریب به یقین در زیستگاه طبیعی با وجود رقابت، تغییرات دمایی و بسته به سرعت رشد متفاوت کوهورت‌های متفاوت، این میزان افزایش پیدا می‌کند. به همین خاطر در پژوهش حاضر برای ماهی مرکب ببری پیشفرض $0/921$ روز و فرض ۲ روز به ازای هر المان افزایش رشد موجود بر کاتلبون به صورت توامان برقرار بود. مطابق مطالعات پیشین، ماهی مرکب ببری نابالغ الگوی روزانه رشد لاملا را ندارد (۲۱). هر چند شاید در شرایطی که دما و تغذیه کنترل شده باشد شاهد الگوی روزانه تشکیل المان افزایش رشد در برخی از گونه‌های ماهی‌های مرکب باشیم (۹). اما در هر حال، از طرفی مبنای قرار دادن الگوی روزانه افزایش رشد برای نمونه‌های نابالغ خارج از تصور بوده و ایجاد هر المان افزایش رشد اغلب دقیقاً یک روز زمان نمی‌برد و از طرف دیگر پژوهش‌هایی که رشد ماهی‌های مرکب بالغ را بر مبنای کاتلبون مورد ارزیابی قرار داده‌اند، تقریباً در تمامی مطالعات الگوی بیش از یک

روز برای هر المان افزایش رشد را مشخص کرده‌اند. دست‌کم مشخص است که باید الگوی ظاهر شدن المان افزایش رشد بر روی کاتلبون ماهی‌های مرکب بالغ را بیش از یک روز در نظر گرفت. یکی از بهترین نمونه‌های تحقیقاتی در خصوص ارزیابی المان‌های افزایش رشد موجود بر گلا دیوس اسکوئیدها مطالعه بیسکاو (۸) بود. مطابق مطالعه مذکور، از مزایای بهره بردن از گلا دیوس اسکوئیدها می‌توان سهولت استفاده همین‌طور قابلیت بررسی در شناور حین گشت تحقیقاتی (به خصوص برای گونه‌های بزرگ‌تر) می‌باشند. او گونه درشت جثه‌ای همچون اسکوئید پشت ارغوانی را مورد بررسی قرار داد که در هر سانتی‌متر از نمونه‌های ماده جمعیت‌های استوایی آن بین ۵ تا ۱۳ المان افزایش رشد قابل مشاهده بوده است. همچنین در مطالعه فوق‌الذکر فرض تشکیل تقریبی هر المان افزایش رشد طی ۱ روز برقرار بود. پژوهش نهیتاباتا و همکاران (۱۰) شاید تنها مورد قابل‌ذکر از بررسی المان‌های افزایش رشد بر گلا دیوس و کاتلبون گونه‌های موجود در مطالعه حاضر بود. در پژوهش آن‌ها پس از پرورش آزمایشگاهی چندین ماهی مرکب ببری نهایتاً بزرگ‌ترین نمونه با حدود ۱۲ سانتی‌متر طول جبه و ۱۸۰ المان افزایش رشد بر کاتلبون، تقریباً $0/45$ سال سن داشت.

هرچند ممکن است برخی گونه‌های قطبی سرپایان حداقل ۶ سال به حیات خود ادامه دهند (۲۲)، در مجموع سرپایان چرخه زیست کوتاهی داشته و اغلب بین ۶ ماه تا ۲ سال سن می‌کنند؛ حتی مشاهده شده است که برخی از آن‌ها سیستم تولیدمثل تک‌حلقه‌ای دارند (۲۳ و ۲۴). مطابق نتایج جدول ۴ در میان ماهی‌های مرکب (با پیشفرض یکسان)، ماهی مرکب ببری بیش‌ترین و ماهی مرکب سایا کم‌ترین سن را داشته و در اسکوئیدها به ترتیب اسکوئید

نوک شمشیری و اسکوتید هندی با اختلاف ناچیزی قرار می گیرند. ضمن این که تنها سه گونه ماهی مرکب ببری، ماهی مرکب کلاه دار و ماهی مرکب عمانی برآورد سن بیش از ۱ سال داشتند. دامنه منابع پیشین در خصوص تعیین سن گونه های حاضر در این مطالعه با استفاده از ساختارهای سخت موجود در بدن آبی محدود بوده است. هرچند با بهره گیری از سایر شیوه ها تعیین سن گونه های فوق الذکر صورت پذیرفته است (جدول ۵).

جدول ۵- تعیین سن گونه های حاضر در مطالعه در پژوهش سایر پژوهشگران.

Table 5. Determination of the age of the species in this study in the research of other researchers.

توضیحات Description	منبع Reference	سن برآورد شده آن Estimated age	حداکثر طول جبه Maximum mantle length	شیوه تعیین سن Age determination method	آبی Aquatic
- براساس آنالیز شیمیایی کاتلبون تحت ترکیب ایزوتوپی اکسیژن در پژوهشی موازی با بررسی خصوصیات زیست شناختی ماهی مرکب ببری توسط تیم تحقیقاتی فرض ۲ سال پیشنهاد شده است. - Based on the chemical analysis of the cuttlebone under the oxygen isotopic composition in a parallel study with the study of the biological characteristics of the <i>Acanthosepion pharaonis</i> by the research team, a 2-year hypothesis has been proposed.	(25)	2	40	کاتلبون (Cuttlebone)	ماهی مرکب ببری (<i>Acanthosepion pharaonis</i>)
- بازه تولید مثل آبی را ۶-۹ ماه برآورد کرده و این احتمال را دادند که این بازه برابر با ۵۰ تا ۶۶ درصد از سن آبی باشد. - They estimated the reproductive period of aquatic animals to be 6-9 months and gave the probability that this period is equal to 50 to 66% of the age of the aquatic animal.	(26)	0.75-1.5	24	خصوصیات زیست شناختی هم چون تولید مثل (Biological characteristics such as reproduction)	
- سن نسبی. - Relative age. - با وجود نمونه های ۱، ۲ و ۳ سال، دو فرض یک و دو سال به صورت میانگین را در نظر داشته و بیان نمودند که تحلیل های زیست شناختی ناکافی بوده است. - Despite the 1, 2, and 3 year samples, they considered the two assumptions of one and two years as averages and acknowledged that the biological analyses were inadequate.	(25)	1/2	40	خصوصیات زیست شناختی هم چون فراوانی طولی* (Biological characteristics such as length frequency)*	
- دو کوهورت پیش و پس از مانسون برای هر جنس لحاظ شدند. - Two cohorts, pre- and post-monsoon, were included for each gender.	(27)	Female: 2.1/2.6 Male: 2.3/2.8	41	فراوانی طولی (Length frequency)	

ادامه جدول ۵-

Continue Table 5.

توضیحات Description	منبع Reference	سن برآورد شده آن Estimated age	حداکثر طول جبهه Maximum mantle length	شیوه تعیین سن Age determination method	آبزی Aquatic
- دو کوهورت پیش و پس از مانسون برای هر جنس لحاظ شدند. - Two cohorts, pre- and post-monsoon, were included for each gender.	(27)	Female: 2.1/2.6 Male: 2.3/2.8	41	فراوانی طولی (Length frequency)	
- سن نسبی. - Relative age.	(28)	5	44	فراوانی طولی (Length frequency)	
- تعیین سن ماهی مرکب ببری با استاتولیت نیاز به بررسی‌های بیش‌تر دارد. - Determining the age of <i>Acanthosepion pharaonis</i> using statolith requires further investigation. - مطابق رابطه تعداد حلقه رشد و طول جبهه در منبع مذکور، سن برای جبهه ۴۶ سانتی‌متر ۳/۷ سال می‌باشد. - According to the relationship between the number of growth rings and the mantle length in the aforementioned reference, the age for a mantle of 46 cm is 3.7 years.	(29)	3	32.5	استاتولیت (Statolith)	
- سن نسبی. - Relative age.	(30)	1.5	12.5	فراوانی طولی (Length frequency)	ماهی مرکب کلاه‌دار (<i>Rhombosepion prashadi</i>)
- سن نسبی. - Relative age.	(13)	2	21.2	فراوانی طولی (Length frequency)	
-	-	-	-	-	ماهی مرکب ستاره‌ای (<i>Acanthosepion stelliferum</i>)
-	-	-	-	-	ماهی مرکب عمانی (<i>Rhombosepion omani</i>)
-	-	-	-	-	ماهی مرکب سایا (<i>Sepia saya</i>)
- کاتالوگ گونه‌های اهداف شیلاتی منتشر شده از سازمان خواربار جهانی؛ جلد دوم سرپایان. - Catalogue of fisheries target species published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations; second volume of Cephalopods.	(31)	1	-	استاتولیت (Statolith)	اسکوئید هندی (<i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>)
- سن نسبی. - Relative age.	(32)	3.15	33.2	فراوانی طولی (Length frequency)	
- سن نسبی. - Relative age.	(15)	3.2	33.5	فراوانی طولی (Length frequency)	

ادامه جدول ۵-

Continue Table 5.

توضیحات Description	منبع Reference	سن برآورد شده آن Estimated age	حداکثر طول جبهه Maximum mantle length	شیوه تعیین سن Age determination method	آبزی Aquatic
- براساس استاتولیت با طول جبهه ۲۷/۴ سانتی متر. - Based on a Statolith with a mantle length of 27.4 cm. - البته بزرگترین نمونه مطالعه آن‌ها با ۴۰/۵ سانتی متر طول جبهه ۲۰۰ المان افزایش رشد داشت. - Of course, the biggest specimen in their study, with a mantle length of 40.5 centimeters, had 200 growth increment elements.	(33)	0.71	-	استاتولیت (Statolith)	اسکوئید نوک شمشیری (<i>Uroteuthis</i> (<i>Photololigo</i>) <i>edulis</i>)
- براساس استاتولیت با طول جبهه ۱۸/۷ سانتی متر. (نر). - Based on a Statolith with a mantle length of 18.7 cm (male). - البته بزرگترین نمونه مطالعه آن‌ها ۲۱/۳ سانتی متر طول جبهه ماده بود. - Of course, the biggest specimen in their study, with a mantle length of 21.3 centimeters, was female.	(34)	0.81	-	استاتولیت (Statolith)	
- براساس استاتولیت با طول جبهه ۲۴/۱ سانتی متر. - Based on a Statolith with a mantle length of 24.1 cm.	(35)	0.54	24.1	استاتولیت (Statolith)	
- براساس استاتولیت با طول جبهه ۴۳/۳ سانتی متر. - Based on a Statolith with a mantle length of 43.3 cm.	(36)	0.73	43.3	استاتولیت (Statolith)	
- براساس استاتولیت با طول جبهه ۴۲/۵ سانتی متر. - Based on a Statolith with a mantle length of 42.5 cm.	(37)	< 1 (0.95)	42.5	استاتولیت (Statolith)	

طول جبهه به سانتی متر و سن به سال هستند

* فراوانی طولی همواره سن نسبی را به دست می‌آورد و دستخوش تفاسیر محققین است

The mantle length is in centimeters and the age is in years

* Length frequency always shows relative age and depends on the interpretations of the researchers

المان‌های افزایش رشد ماهی مرکب ببری در منبع مذکور، استنباط سن حدود ۴ سال برای این گونه نیاز به بررسی‌های بیش‌تر دارد. همان‌طورکه در جدول فوق نمایان است، سن ماهی مرکب ببری در منابع گذشته برآورد شده است. پژوهش‌گران پیشین در مطالعه‌ای در خصوص این گونه با در نظر داشتن دو فرض و مشاهده سن میانگین ۱ سال و ۲ سال بر مبنای بررسی‌های زیست‌شناختی، اما سن ۲ سال را براساس نتایج آنالیز شیمیایی کاتلبون تحت ترکیب

مطابق جدول ۵ و در مطالعه ثریا و همکاران (۲۹) مشاهده شده است که جهت تفسیر نتایج منبع مذکور به پژوهش تعیین سن یک اسکوئید استناد شده است؛ حال آن‌که فرض بازه ۲ هفته‌ای به‌ازای هر المان افزایش رشد که در پژوهش ثریا و همکاران (۲۹) مطرح شده نیز برای این آبزیان کمی دور از ذهن است. با توجه به سن برآورد شده منبع مذکور، عدم موفقیت‌آمیز بودن قرائت استاتولیت برای اکثر ماهی‌های مرکب و عدم وضوح تصویر گرفته شده از

و گلا دیوس در راستای تعیین سن سرپایان ایران بوده و سبب پیشرفت و توسعه امر تعیین سن آبزیان در ایران خواهد شد. باید توجه داشت که بهره‌گیری از گلا دیوس و کاتلبون به‌ترتیب برای اسکوئیدها و ماهی‌های مرکب جهت رسید به اهداف پژوهش‌های سن، رشد و طول عمر مناسب، کم‌هزینه و نسبتاً آسان است. از این‌رو توصیه می‌گردد پژوهش‌گران به بهره بردن از این ساختارهای کاربردی و مفید در زمینه تعیین سن و رشد آبزیان اهتمام ورزند.

سپاسگزاری

از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، خاصه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه همین‌طور همکاری و راهنمایی‌های سازمان شیلات ایران خاصه اداره‌های کل شیلات استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان تشکر می‌نماییم. به این وسیله از مالک و خدمه کشتی که با صبر و شکیبایی با ما همکاری کردند، قدردانی می‌گردد. هم‌چنین باید از کارشناسان آزمایشگاه‌های شیلات دانشگاه و مهندس باغبان به جهت زحماتشان تشکر به‌عمل آید. از رهنمودهای دکتر چانگ-چنگ لو و دکتر مندی رید در راستای شناسایی آبزیان همین‌طور دکتر گیتا ساسی‌کومار و دکتر کولیل سانیل‌کومار محمد در راستای تعیین سن، بی‌نهایت صمیمانه قدردانی می‌گردد.

ایزوتوپی اکسیژن، پیشنهاد کرده‌اند (۲۵). آنان در مطالعه خود فراوانی طولی، زیست‌شناسی تولیدمثل و برخی خصوصیات زیست‌شناختی دیگر را مورد بررسی قرار داده اما تحلیل‌های زیست‌شناختی را ناکافی دانسته و در مطالعه موازی دیگری، بررسی ایزوتوپی را نیز اجرا کرده بودند (۲۵). البته ساسی‌کومار و همکاران (۲۷ و ۳۸) نیز فرضیه وجود دو کوهورت پیش از مانسون (رشد آهسته و اندازه بزرگ) و پس از مانسون (رشد سریع و اندازه متوسط) ماهی مرکب ببری را در دریای عرب مطرح کردند. مجموعاً مطالعات مذکور با استفاده از فراوانی طولی که همواره سن نسبی را بیان می‌کند نیز نمونه‌ها و کوهورت‌های ۱ تا ۳ ساله را تشخیص دادند. در حال حاضر هر دو ساختار سخت مورد مطالعه در این پژوهش، کاتلبون و گلا دیوس، جهت تعیین شاخصه‌های رشد، الگوهای تاریخیچه حیات همین‌طور تعیین سن آبی در سطح جهانی کارایی داشته و مورد توجه قرار گرفته‌اند (۳۹، ۴۰ و ۴۱).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به کمبود پژوهش‌های صورت گرفته بر ساختارهای سخت سرپایان ایران، نیاز به بررسی آن‌ها جهت تعیین سن و تاریخیچه حیات این جانداران در راستای کمک به ارزیابی ذخایر سرپایان به شدت احساس می‌گردد. در حقیقت این مطالعه جزو نخستین مطالعات بررسی ساختارهای سخت کاتلبون

منابع

1. Lart, W. (2022). Guide to Data-limited Stock assessment. *Seafish Guides*, 27 p.
2. Filippova, J. A., Alekseev, D. O., Bizikov, V. A., & Khromov, D. N. (1997). Commercial and Mass Cephalopods of the World Ocean. A Manual for Identification. *VNIRO Publishing*, 273 p. (In Russian)
3. Costello, C., Ovando, D., Hilborn, R., Gaines, S. D., Deschenes, O., & Lester, S. E. (2012). Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science*, 338 (6106), 517-520. <https://doi.org/10.1126/science.1223389>.
4. Parsamanesh, A. (2000). Fisheries stock assessment (the principles). *Iranian Fisheries Science Research Institute*, 163 p. [In Persian]

5. Ceriola, L., & Milone, N. (2007). Cephalopods Age Determination by Statolith Reading: a Technical Manual. Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. GCP/RER/010/ITA/TD-22. *AdriaMed Technical Documents*, 22, 78.
6. Arkhipkin, A. I., Bizikov, V. A., Doubleday, Z. A., Laptikhovsky, V. V., Lishchenko, F. V., Perales-Raya, C., & Hollyman, P. R. (2018). Techniques for estimating the age and growth of molluscs: Cephalopoda. *Journal of Shellfish Research*, 37(4), 783-792. <https://doi.org/10.2983/035.037.0409>.
7. Hall, K. C., Fowler, A. J., & Geddes, M. C. (2007). Evidence for multiple year classes of the giant Australian cuttlefish *Sepia apama* in northern Spencer Gulf, South Australia. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17 (2), 367-384. <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9045-y>.
8. Bizikov, V. A. (1995). Growth of *Sthenoteuthis oualaniensis*, using a new method based on gladius microstructure. In *ICES Marine Science Symposia* (Vol. 199, 445-458). Copenhagen, Denmark: International Council for the Exploration of the Sea, 1991.
9. Green, B. S., Mapstone, B. D., Carlos, G., & Begg, G. A., eds. (2009). Tropical fish otoliths: information for assessment, management and ecology (Vol. 11). *Springer Science & Business Media*, 326 p.
10. Nabhitabhata, J., Suriyawarakul, J., Yamrungrueng, A., Tongtherm, K., & Tuanapaya, S. (2022). Relationships of growth increments of internal shells and age through entire life cycles in three cultured neritic cephalopods (Mollusca: Cephalopoda) with re-evaluation as application for age determination. *Swiss Journal of Palaeontology*, 141 (1), 8. <https://doi.org/10.1186/s13358-022-00249-z>.
11. Al-Marzouqi, A., Jayabalan, N., & Al-Nahdi, A. (2009). Biology and stock assessment of the pharaoh cuttlefish, *Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1831 from the Arabian Sea off Oman. *Indian Journal of Fisheries*, 56 (4), 231-239.
12. Badali, R. (2023). Investigating the catch rate and estimation of the biomass for cephalopods of eastern Gulf of Oman (Sistan and Baluchestan Province). PhD thesis of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 145 p.
13. Mehanna, S. F., & Al-Mamry, D. (2013). Population dynamics of the hooded cuttlefish *Sepia prashadi* (Winckworth, 1936) from the Omani coastal waters of the Arabian Sea. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 7 (1), 89-98. <https://doi.org/10.3153/jfscm.2013010>.
14. Jereb, P., & Roper, C. F. E. (2005). Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 1. Chambered nautilus and sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, FAO Rome*, 4(1), 262.
15. Mohamed, S. K. (1996). Estimates of growth, mortality and stock of the Indian squid *Loligo duvauceli* Orbigny, exploited off Mangalore, southwest coast of India. *Bulletin of marine science*, 58 (2), 393-403.
16. Kang, H. J., Kim, Y. H., Lee, E. H., Lee, D. W., & Chang, D. S. (2009). Fisheries Biology of Swordtip squid, *Loligo edulis* in Jeju Island, Korea. *The Korean Journal of Malacology*, 25 (1), 23-28.
17. Rodhouse, P. G., & Hatfield, E. M. C. (1990). Age determination in squid using statolith growth increments. *Fisheries Research*, 8 (4), 323-334. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(90\)90002-D](https://doi.org/10.1016/0165-7836(90)90002-D).
18. Bettencourt, V., & Guerra, A. (2001). Age studies based on daily growth increments in statoliths and growth lamellae in cuttlebone of cultured *Sepia officinalis*. *Marine Biology*,

- 139 (2), 327-334. <https://doi.org/10.1007/s002270100582>.
19. Le Goff, R., Gauvrit, E., Du Sel, G. P., & Daguzan, J. (1998). Age group determination by analysis of the cuttlebone of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. in reproduction in the Bay of Biscay. *Journal of molluscan studies*, 64 (2), 183-193. <https://doi.org/10.1093/mollus/64.2.183>.
20. Lei, S., Zhang, X., Liu, S., & Chen, S. (2012). Effects of temperature fluctuations on cuttlebone formation of cuttlefish *Sepia esculenta*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 30 (4), 547-553. <https://doi.org/10.1007/s00343-012-1221-9>.
21. Chung, M. T., & Wang, C. H. (2013). Age validation of the growth lamellae in the cuttlebone from cultured *Sepia pharaonis* at different stages. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 447, 132-137. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.02.020>.
22. Jereb, P., Roper, C. F. E., Norman, M. D., & Finn, J. K. (2016). Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. *FAO Rome*, 4(3), 370.
23. Arkhipkin, A. I., Hendrickson, L. C., Payá, I., Pierce, G. J., Roa-Ureta, R. H., Robin, J. P., & Winter, A. (2020). Stock assessment and management of cephalopods: advances and challenges for short-lived fishery resources. *ICES Journal of Marine Science*, 17 p. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa038>.
24. Rocha, F., Guerra, Á., & González, Á. F. (2001). A review of reproductive strategies in cephalopods. *Biological reviews*, 76 (3), 291-304. <https://doi.org/10.1017/S1464793101005681>.
25. Aoyama, T., & Nguyen, T. T. (1989). Stock assessment of cuttlefish off the coast of the people's democratic republic of Yemen. *The Journal of Shimonoseki University of Fisheries* (水産大学校研究報告), 37 (2.3), 61-112.
26. Gabr, H. R., Hanlon, R. T., Hanafy, M. H., & El-Etreby, S. G. (1998). Maturation, fecundity and seasonality of reproduction of two commercially valuable cuttlefish, *Sepia pharaonis* and *S. dollfusi*, in the Suez Canal. *Fisheries research*, 36 (2-3), 99-115. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(98\)00107-6](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00107-6).
27. Sasikumar, G., Mohamed, K. S., & Bhat, U. S. (2013). Inter-cohort growth patterns of pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis* (Sepioidea: Sepiidae) in Eastern Arabian Sea. *Revista de Biología Tropical*, 61 (1), 01-14.
28. Mehanna, S. F., Al-Kharusi, L., & Al-Habsi, S. (2014). Population dynamics of the pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis* (Mollusca: Cephalopoda) in the Arabian Sea coast of Oman. *Indian Journal of Fisheries*, 61 (1), 7-11.
29. Sorayya, S. F., Valinassab, T., & Ghavam Mostafavi, P. (2012). Age determination of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) of the Persian Gulf and Oman Sea using statolith. *Journal of Animal Environment*, 4 (2), 35-44. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27171388.1391.4.2.5.8?AspxAutoDetectCookieSupport=1>.
30. Emam, W. M. (1994). Stock assessment of the cuttlefish *Sepia prashadi* (Mollusca: Cephalopoda) in the Gulf of Suez. *Indian Journal of Marine Science*, 23 (1), 35-38.
31. Jereb, P., & Roper, C. F. E. (2010). Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. *FAO Rome*, 4(2), 605.
32. Pawar, N., Nirmale, V. H., Metar, S. Y., Bhosale, B. P., Sawant, M. S., & Naik, S. D. (2015). Age, growth and mortality studies of Indian squid, *Uroteuthis (Photololigo) duvauceli* (d'Orbigny) along Ratnagiri Coast of Maharashtra, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 44 (1), 93-96.

33. Wang, K. Y., Lee, K. T., & Liao, C. H. (2010). Age, growth and maturation of swordtip squid (*Photololigo edulis*) in the southern East China Sea. *Journal of Marine Science and Technology*, 18 (1), 12. <https://doi.org/10.51400/2709-6998.1870>.
34. Sukramongkol, N., Tsuchiya, K., Tokai, T., & Segawa, S. (2006). Fishery biology of *Loligo edulis* in Moroiso Bay, Kanagawa Prefecture, Japan. *La mer*, 44 (3/4), 131-143.
35. Jin, Y., Li, N., Chen, X., Liu, B., & Li, J. (2019). Comparative age and growth of *Uroteuthis chinensis* and *Uroteuthis edulis* from China Seas based on statolith. *Aquaculture and Fisheries*, 4 (4), 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.02.002>.
36. Wang, K. Y., Chang, K. Y., Liao, C. H., Lee, M. A., & Lee, K. T. (2013). Growth strategies of the swordtip squid, *Uroteuthis edulis*, in response to environmental changes in the southern eastchina sea-a cohort analysis. *Bulletin of Marine Science*, 89 (3), 677-698. <https://doi.org/10.5343/bms.2012.1044>.
37. Natsukari, Y., Nakanose, T., & Oda, K. (1988). Age and growth of loliginid squid *Photololigo edulis* (Hoyle, 1885). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 116 (2), 177-190.
38. Sasikumar, G., Mohamed, K. S., Rohit, P., & Sampathkumar, G. (2015). CMFRI Marine Fisheries Policy Series No. 1; Policy guidance on cuttlefish fishery using Fish Aggregating Devices (No. 1, pp. 1-56). *Central Marine Fisheries Research Institute*, 1, 58.
39. Chung, M. T., Huang, K. F., You, C. F., Chiao, C. C., & Wang, C. H. (2020). Elemental ratios in cuttlebone indicate growth rates in the cuttlefish *Sepia pharaonis*. *Frontiers in Marine Science*, 6, 796.
40. Guo, Y. J., Zhang, L. Z., Liu, Y., Zeng, X. W., Zhao, C. X., Li, Y., & Yan, Y. R. (2022). Growth characteristics of *sthenoteuthis oualaniensis* based on growth increments of Gladius in the Eastern Indian Ocean in autumn. *Journal of Fisheries of China*, 46 (11), 2076-2083.
41. Good, J. T., Kendrick, M. R., Podolsky, R. D., Whitaker, J. D., & Kingsley-Smith, P. R. (2023). Life History Patterns of the Atlantic Brief Squid, *Loliguncula brevis* (Blainville, 1823), in the Charleston Harbor Estuary, South Carolina, USA. *Journal of Shellfish Research*, 42 (1), 113-123.

