Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics
Print ISSN: 2345-427X
Online ISSN: 2345-4288

انجمن علمی ماهیان زینتی ایران
Iranian Ornamental Fish Society (IOFS)

(OPEN ACCESS)

Morphometric characteristics of males and females of Pharaoh cuttlefish, *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831), caught in Hormozgan waters (Northern Persian Gulf)

Mohaddeseh Alizadeh-Nanagi[1], Moslem Daliri[*2], Ali Salarpouri[3]

1. M.Sc. Graduate in Fisheries - Catching and Exploitation of Aquatic Animals, Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. E-mail: mohaddesepc@gmail.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. E-mail: daliri@hormozgan.ac.ir
3. Assistant Prof., Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran. E-mail: salarpouri@pgoseri.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 12.21.2024
Revised: 01.19.2025
Accepted: 01.20.2025

Keywords:
Cephalopoda,
Cuttlebone,
Mollusca,
Morphology,
Persian Gulf

ABSTRACT

Background and Objectives: The Pharaoh cuttlefish, *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831), is one of the most valuable species caught in the Persian Gulf due to its high export value. Much literature shows that this species is overfished or fully exploited. This investigation aimed to quantify the relationship between dorsal-mantle length and body mass, while also evaluating the morphometric attributes of the cuttlebone and beak of the Pharaoh cuttlefish captured in Hormozgan coastal waters.

Materials and Methods: A total of 109 specimens (76 males and 33 females) were collected from two distinct fishing gears (gargoor and trawl) during a sampling period extending from September 2023 to March 2024. The characteristics, including dorsal-mantle length (DML), body weight, cuttlebone length, size of the smooth and striated sections, count of lamellas, upper and lower rostral lengths of beak (URL, LRL), upper and lower hood lengths (UHL, LHL), upper and lower crest lengths (UCL, LCL), upper and lower wing lengths (UWL, LWL), and upper and lower wing widths (UWW, LWW) were meticulously measured in the laboratory.

Results: DML's minimum, maximum, and mean (±SD) values were recorded as 62, 330, and 135.4±37.1 mm for males, and 57, 300, and 104.4±54.2 mm for females. The length-weight relationships were established as $W=0.0007DML^{2.616}$ for males and $W=0.0017DML^{2.446}$ for females, with significant differences observed between the sexes (ANCOVA, $P<0.05$). All selected variables associated with cuttlebones showed a strong positive correlation across both sexes (Spearman's correlation coefficient, $P<0.01$). Furthermore, the multivariate analyses, including nMDS and ANOSIM tests, showed that the morphology of the beak is strikingly analogous between males and females.

Conclusion: These findings not only enhance the understanding of the biological mechanisms underlying the growth of the Pharaoh cuttlefish in

its natural habitat but also furnish critical insights pertinent to the aquaculture management of this valuable species.

Cite this article: Alizadeh-Nanagi, Mohaddeseh, Daliri, Moslem, Salarpouri, Ali. 2026. Morphometric characteristics of males and females of Pharaoh cuttlefish, *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831), caught in Hormozgan waters (Northern Persian Gulf). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 14 (4), 19-37.

© The Author(s).
Doi: 10.22069/japu.2025.23086.1919
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان
شاپا چاپی: ۲۳٤٥-٤۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳٤٥-٤۲۸۸

بررسی صفات اندازشی بدن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری، *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831)، صید شده در آب‌های استان هرمزگان

محدثه علی‌زاده نانگی[۱]، مسلم دلیری*[۲]، علی سالارپوری[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات- صید و بهره‌برداری آبزیان، گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. رایانامه: mohaddesepc@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. رایانامه: daliri@hormozgan.ac.ir
۳. استادیار بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. رایانامه: salarpouri@pgoseri.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱۰/۰۱
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۳/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۱۱/۰۱

واژه‌های کلیدی:
خلیج‌فارس،
سرپایان،
صفحه استخوانی،
مورفولوژی،
نرم‌تنان

چکیده

سابقه و هدف: ماهی مرکب ببری با نام علمی *Acanthosepion pharaonis* به دلیل ارزش صادراتی بالایی که به کشورهای عربی حوضه خلیج‌فارس دارد یکی از گونه‌های مهم و با ارزش تجاری در ترکیب صید آب‌های جنوب کشور محسوب می‌شود، اما طبق گزارش‌های موجود جمعیت آن تحت فشار صیادی است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های جمعیتی گونه ماهی مرکب ببری طراحی شد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۰۹ نمونه ماهی مرکب ببری (۷٦ عدد نر و ۳۳ عدد ماده) در طول ماه‌های مهر تا اسفنده ۱٤۰۲ از ابزارهای صید گرگور و ترال قایقی در مناطق بندرلنگه، جزیره قشم و بندرعباس نمونه‌برداری و به صورت یخ‌گذاری به آزمایشگاه منتقل گردید. صفات مورفومتریک بدن، کاتل‌بُن و منقار نمونه‌های نر و ماده صیده شده این گونه در آب‌های استان هرمزگان ثبت و روابط بین آن‌ها تخمین زده شد.

یافته‌ها: حداقل، حداکثر و میانگین (± انحراف معیار) طول مانتل برای نمونه های جنس نر ٦۲، ۳۳۰ و ٦۷/۱ ± ۱۳٥/٤ میلی‌متر و برای جنس ماده ٥۷، ۳۰۰ و ٥٤/۲±۱۰٤/٤ میلی‌متر به‌دست آمد. با استفاده از روش حداقل مربعات باقی‌مانده‌ها رابطه بهینه طول مانتل- وزن برای جنس نر $W=0.0007DML^{2.616}$ و برای ماده $W=0.0017DML^{2.446}$ برآورد شد که از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند (آزمون تحلیل کوواریانس یک‌طرفه؛ P<۰/۰٥).

تمامی متغیرهای اندازه‌گیری‌شده کاتل بُن (طول کاتل بُن، اندازه قسمت داخلی، مخروطی و مخطط کاتل بُن، تعداد لاملا) در جنس های نر و ماده یک همبستگی قوی و مثبت معنی‌داری با هم داشتند (آزمون همبستگی اسپیرمن؛ P<۰/۰۱). هم‌چنین نتایج آزمون‌های آماری چندمتغیره nMDS و ANOSIM نشان داد که صفات اندازه‌گیری‌شده منقار (طول رستروم بالا و پایین، طول کلاهک بالا و پایین، طول تاج بالا و پایین، طول بال بالا و پایین وعرض بال بالا و پایین) در جنس‌های نر و ماده ۱۰۰ درصد با همدیگر مشابهت دارند و این به این معنی است که شکل منقار در نمونه‌های نر و ماده گونه ماهی مرکب ببری کاملاً یکسان است.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نه تنها می‌تواند به پژوهش‌گران و دانش‌پژوهان در جهت درک و شناخت بیش‌تر از زیست‌شناسی رشد گونه ماهی مرکب ببری در حیات‌وحش کمک کند، بلکه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در زمینه مدیریت آبزی‌پروری این گونه را نیز در اختیار فعالان حوزه آبزی‌پروری دریایی قرار دهد.

استناد: علی‌زاده نانگی، محدثه، دلیری، مسلم، سالارپوری، علی (۱۴۰۴). بررسی صفات اندازشی بدن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری، *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831)، صید شده در آب‌های استان هرمزگان. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۴ (۴)، ۳۷-۱۹.

Doi: 10.22069/japu.2025.23086.1919

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

سرپایان (Cephalopoda) رده‌ای از شاخه نرم‌تنان (Mollusca) است که آبزیان دریایی مانند اسکوئید، ماهی مرکب، اختاپوس و حلزون ناتیلوس شناخته‌شده‌ترین موجودات متعلق به آن به شمار می‌آیند. مشخصه بارز این گروه از موجودات دارا بودن سر برجسته، تقارن دو طرفه بدن و مجموعه‌ای از بازوها یا شاخک‌ها است. در طول سال‌های گذشته اهمیت این موجودات در صنعت جهانی شیلات (هم صید و هم آبزی‌پروری) به دلیل تقاضای بالا و چرخه زندگی نسبتاً کوتاهی که دارند (امکان جایگزینی سریع جمعیت میسر است) به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است. طبق آخرین آمار منتشر شده توسط FAO، سهم سرپایان از صید جهانی نرم‌تنان دریایی در سال ۲۰۲۲ میلادی چیزی معادل یک سهم ٦/٦ درصدی بوده است و ارزش صادرات جهانی آن‌ها نیز ١٤/٣ میلیارد دلار بوده که این رقم معادل ۷ درصد از کل صادرات جهانی می‌باشد (۱). ماهی مرکب با نام رایج Cuttlefish دارای طول عمر کوتاهی (معمولاً ۱ تا ۲ سال) بوده و از جمله جانورانی است که فقط یک بار قبل از مرگ تخم‌ریزی می‌کند (اصطلاحاً semelparous است). این موجودات گوشتخوار بوده و غالباً از نرم‌تنان کوچک، خرچنگ، میگو، ماهی و حتی دیگر افراد کوچک‌تر جمعیت خودشان تغذیه می‌کنند (۲). از نظر تولیدمثلی نیز اغلب گونه‌های ماهی مرکب هماوری پایینی دارند (تقریباً۳۰۰ تا ۳۰۰۰ تخم به‌ازای هر ماهی ماده) و تخمک‌های بزرگ و لاروهای بنتیک[1] تولید می‌کنند که به‌طور بالقوه توانایی پراکندگی مکانی محدودی دارند. در سراسر جهان ماهی مرکب شامل ۱۹۵ گونه متعلق به ۵ خانواده می‌شود که اغلب گونه‌های آن مهاجرت‌های آنتوژنیک دارند، بدین معنی که موجود طی مراحل زندگی خود زیستگاه یا رژیم غذایی خود را تغییر می‌دهد که این امر روی پراکنش مکانی- زمانی، تراکم و ساختار ذخیره آن‌ها تأثیر می‌گذارد (۳). تاکنون ۸ گونه ماهی مرکب متعلق به دو جنس *Sepia* (۷ گونه) و *Sepiella* (۱ گونه) در خلیج‌فارس و دریای عمان گزارش شده است که گونه غالب منطقه ماهی مرکب ببری با نام علمی *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831) می‌باشد (در گذشته نام علمی این گونه *Sepia pharaonis* (Ehrenberg, 1831) بوده است) (٤). گونه ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) به‌دلیل بازارپسندی بالایی که در بین مردمان کشورهای حوزه جنوبی خلیج‌فارس دارد بالتبع دارای ارزش صادراتی زیادی است و به همین دلیل یکی از گونه‌های مهم و با ارزش تجاری صید در آب‌های جنوب کشورمان به حساب می‌آید. بر اساس آمار صید سالانه آب‌های جنوب، در طول ۲۰ سال اخیر صید ماهی مرکب از ۳۰۰۳ تن در سال ۱۳۸۲ هجری خورشیدی (معادل ۱ درصد کل صید سالانه) به ٤٨١٥ تن در سال ١٤٠٢ هجری خورشیدی (معادل ۰/٦٥ درصد کل صید سالانه) رسیده است که یک افزایش بیش از ۱/۵ برابری را نشان می‌دهد (معاونت امور صید شیلات ایران، ١٤٠٣). بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که امروزه وضعیت ذخایر آبزیان در دریا و اقیانوس‌ها در نتیجه بهره‌برداری بیش از حد مجاز در شکل‌های مختلف (مانند افزایش تلاش صیادی، استفاده از ابزار صید غیراستاندارد، عدم کنترل و مدیریت ممنوعیت‌های زمانی و مکانی، افزایش صید ضمنی و دورریز) یک روند کاهشی دارد (۵). علی‌رغم این‌که ماهی‌مرکب‌ببری یکی از مهم‌ترین گونه‌های هدف صید در آب‌های خلیج‌فارس به شمار می‌آید اما فصل تخم‌ریزی و صید این گونه در منطقه با همدیگر همپوشانی دارد. این در حالی است که این گونه در طول حیات کوتاه خودش فقط یک بار

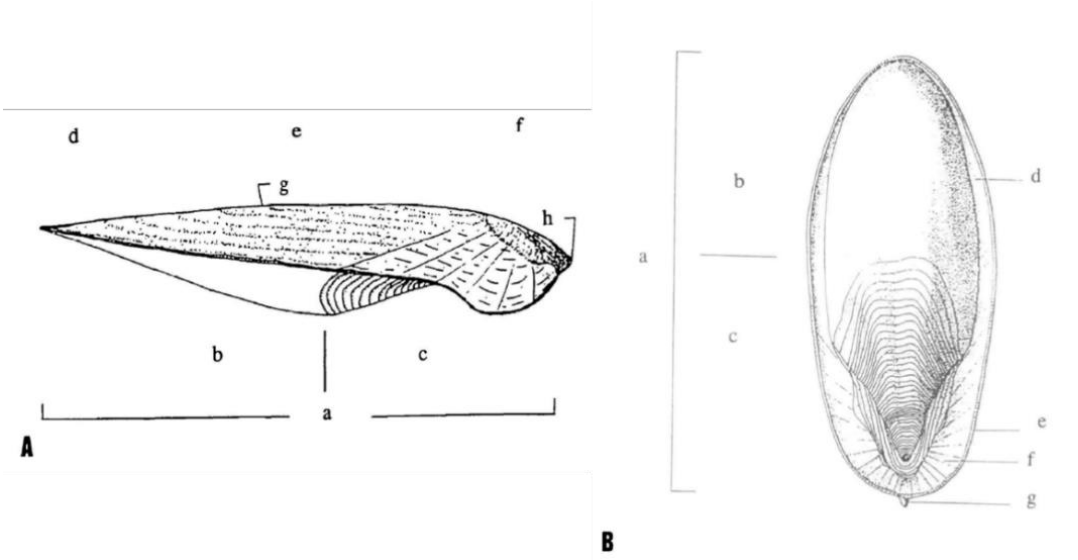
1- Benthic hatchlings

تخم‌ریزی می‌کند و مانند سایر گونه‌های کوتاه عمر جمعیت آن به نوسانات محیطی حساس است. طبق گزارش‌های موجود جمعیت ماهی مرکب ببری در آب‌های منطقه خلیج‌فارس تحت فشار صید بی‌رویه قرار دارد (٦). تاکنون پژوهش‌های مختلفی درباره تخمین پارامترهای تاریخچه حیات و وضعیت ذخیره ماهی مرکب ببری (*A. Pharaonis*) در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان انجام شده است. برای مثال، صلاحی و همکاران (١٣٩٥) متوسط (± انحراف معیار) صید در واحد تلاش (CPUE) و صید در واحد سطح (CPUA) ماهی مرکب ببری در تورهای ترال کفروب ویژه صید این گونه در دریای عمان را به‌ترتیب ١٥٠/٨±٢٠٣/١ کیلوگرم بر ساعت و ١١٣٤٨/٧±٣٤٥ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی برآورد کردند (٧). نیامیمندی و همکاران (١٣٩٩) نیز بیولوژی تولیدمثل این گونه را درمحدوده آب‌های استان‌های خوزستان و بوشهر مورد بررسی قرار دادند که مشخص شد روند شاخص گنادوسوماتیک (GSI) در جنس‌های نر و ماده در ماه‌های نیمه دوم سال افزایشی است به‌طوری‌که بیش‌ترین فعالیت باروری در اسفند ماه دیده می‌شود و پس از آن در هر دو جنس کاهش می‌یابد، این در حالی است که زمان فصل صید این گونه در منطقه هم‌زمان با اوج تخم‌ریزی آن است (٨). با این‌حال، هم‌چنان نیاز به اطلاعات بیش‌تر و به روز درباره ویژگی‌های جمعیتی گونه ماهی مرکب ببری در منطقه خلیج‌فارس و دریای عمان احساس می‌شود و به نظر می‌رسد جهت شناخت بهتر این ذخیره با ارزش و روند بهره‌برداری از آن نیاز به جمع‌آوری و انتشار هرچه بیش‌تر داده‌های صید افراد جمعیت این گونه لازم و ضروری است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل صفات مورفومتریک بدن، کاتل‌بُن و منقار افراد صید شده از جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری و تخمین روابط بین آن‌ها در آب‌های استان هرمزگان انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و عملیات آزمایشگاه: در این پژوهش، تعداد ١٠٩ نمونه ماهی مرکب ببری (شامل ٧٦ نمونه نر و ٣٣ نمونه ماده) صید شده به روش‌های گرگور و ترال‌قایقی در محدوده آب‌های استان هرمزگان (بندرلنگه، جزیره قشم و بندرعباس) به‌صورت تصادفی در طول ماه‌های مهر تا اسفند ١٤٠٢ جمع‌آوری شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه آبزیان پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، ابتدا پارامترهای وزن بدن و طول مانتل (DML) با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ١ گرم و خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ١ میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس به هر نمونه یک کد اختصاص داده شد و به منظور استخراج کاتل‌بُن و منقار نمونه‌ها عملیات کالبدشکافی انجام گردید. برای این منظور با دقت نمونه‌های ماهی مرکب کالبدشکافی شد و تعیین جنسیت آن‌ها از طریق بررسی اندام‌های تولیدمثلی (در نرها وجود بیضه‌ها وکیسه نیدهام حاوی اسپرم و در ماده‌ها وجود غده نیدامنتال و ضمائم مربوطه) انجام شد (٩). در نمونه‌های بسیار کوچک و نابالغ نیز جنسیت از روی شکل کاتل‌بُن تخمین زده شد به طوری که در افراد جنس نر کاتل‌بُن باریک و کشیده و در جنس ماده حالت پهن‌تری دارد (١٠). برای جداسازی کاتل‌بُن (که در بخش پشتی مانتل قرار دارد)، پوسته نازک بخش پشتی بدن نمونه‌های ماهی مرکب یک شکاف کوچک داده شد و کاتل‌بُن خارج گردید. کاتل‌بُن‌های جداسازی شده بلافاصله با آب شستشو داده و تمیز شد و با پارچه نرم نم‌گیری شدند، سپس در معرض هوای آزاد (تحت تابش نور غیرمستقیم خورشید) طی چند روز

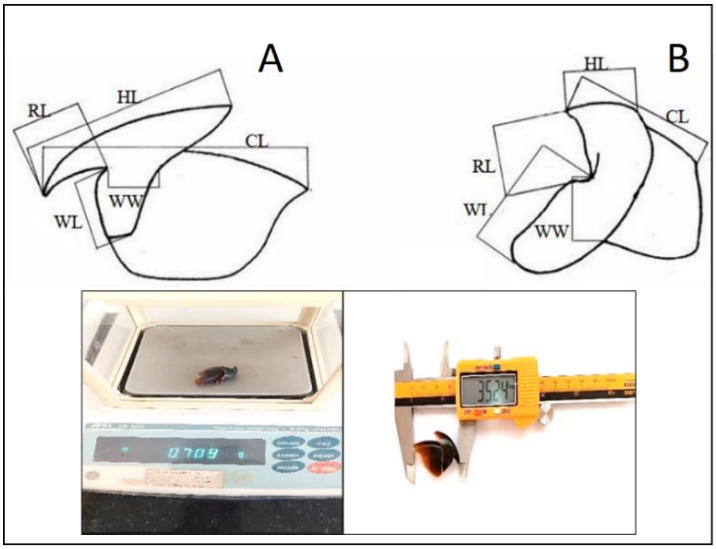
خشک شدند. در ادامه اندازه طولی قسمت داخلی (بخش a در شکل ۱) و قسمت مخطط کاتل‌بُن (بخش c) با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر ثبت و یادداشت شد. سپس تعداد لاملاهای (حلقه‌های رسوب‌یافته) قسمت مخطط زیر دستگاه لوپ شمارش شد (معمولاً از بخش مخطط صفحات استخوانی سرپایان برای تعیین سن آن‌ها استفاده می‌شود (۱۱).



شکل ۱- نمای شماتیک کاتل‌بُن در ماهی مرکب. A: نمای جانبی کاتل‌بُن (a: قسمت داخلی و مخروطی کاتل‌بُن (Phragmocone)؛ b: قسمت صاف کاتل‌بُن؛ c: قسمت مخطط کاتل‌بُن؛ d: ناحیه قدامی (Anterior)؛ e: ناحیه پشتی (Dorsal)؛ f: ناحیه خلفی (Posterior)؛ g: پوشش محافظ؛ h: رستروم یا خار)، B: نمای شکمی (e: لبه کیتینی؛ f: قسمت آهکی و g: رستروم (۱۱).

Figure 1. Schematic view of the cuttlebone in Pharaoh cuttlefish. A: Lateral view of the cuttlebone (a: inner and conical part of the cuttlebone (Phragmocone); b: smooth part of the cuttlebone; c: striated part of the cuttlebone; d: anterior region; e: dorsal region; f: posterior region; g: protective cover; h: rostrum or spine), B: ventral view (e: chitinous lip; f: calcareous part and g: rostrum (17).

از آن‌جا که تفاوت در شکل کاتل‌بُن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب‌ببری توسط پژوهش‌گران پیشین گزارش شده است (۱۰)، بررسی ساختار شکلی منقار در جنس‌های نر و ماده در دستور کار قرار گرفت. برای این منظور منقار که در توده باکال (ناحیه سر ماهی مرکب و در میان بازوان) وجود دارد (۱۲) با دقت جداسازی شد و پارامترهای طول رستروم بالا و پایین (URL، LRL)، طول کلاهک بالا و پایین (UHL، LHL)، طول تاج بالا و پایین (UCL، LCL)، طول بال بالا و پایین (UWL، LWL) و عرض بال بالا و پایین (UWW، LWW) منقارها (شکل ۲) توسط کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (۱۳).



شکل ٢- صفات اندازه‌گیری‌شده در بخش‌های فوقانی (A) و تحتانی (B) منقار در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری با استفاده از کولیس دیجیتال.

Figure 2. The measured traits in the upper (A) and lower (B) parts of the beak in males and females of Pharaoh cuttlefish using digital caliper.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای بررسی توزیع فراوانی طولی، ابتدا بر اساس فرمول استورجس تعداد طبقات طولی نمونه‌های نر و ماده صید شده بر مبنا طول مانتل (DML) بر حسب میلی‌متر تعیین شد و سپس درصد فراوانی نسبی نمونه‌های متعلق به هر طبقه محاسبه گردید (١٤).

$$R = (Max - Min) + 1 \quad (١)$$

$$k = 1 + 3.3Log_{10}^{n} \quad (٢)$$

$$c = \frac{R}{K} \quad (٣)$$

که در آن، R دامنه تغییرات، Max بزرگ‌ترین داده طولی، Min کوچک‌ترین داده طولی، K تعداد دسته‌ها، n تعداد کل داده‌ها و C فاصله بین دسته‌ها.

رابطه طول مانتل- وزن بدن به تفکیک جنسیت با استفاده از مدل نمایی زیر برآورد شد (١٥):

$$W = aL^{b} \quad (٤)$$

که در آن، W وزن کل ماهی به گرم، L طول مانتل ماهی (DML) بر حسب میلی‌متر، a معادل عدد ثابت رابطه یا عرض از مبدا و b شیب خط یا ضریب رشد است.

مقادیر بهینه پارامترهای a و b به روش حداقل مربعات باقی‌مانده‌ها و با استفاده از افزونه solver در نرم‌افزار اکسل انجام شد:

$$SSQ = \sum(Observed - Expected)^2 \quad (٥)$$

$$SSQ = \sum(Y - (a + bX))^2 \quad (٦)$$

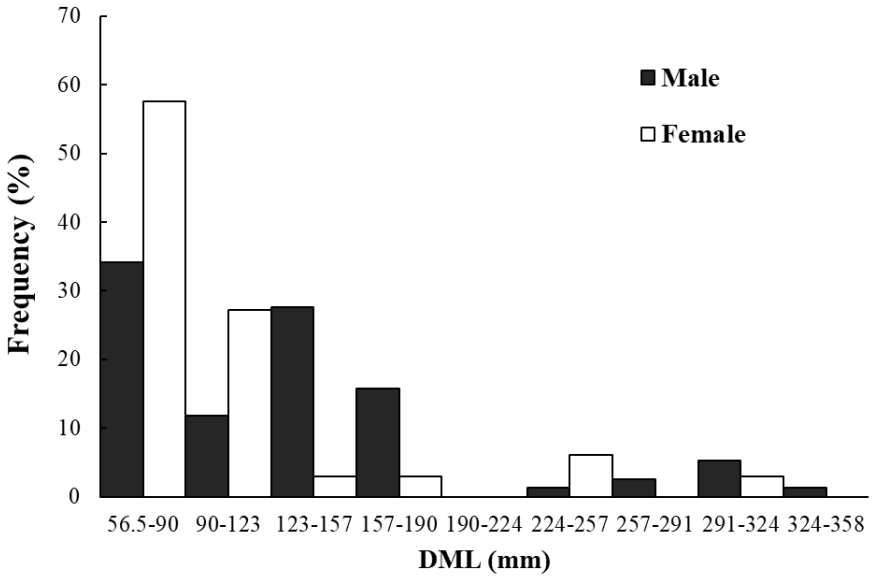
که در آن، SSQ مجموع مربعات باقی‌مانده‌ها، observed داده وزنی مشاهداتی و Expected داده وزنی مدل‌سازی شده.

تفاوت یا عدم تفاوت روابط طول- وزن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری از طریق آزمون آماری آنالیز کوواریانس یک‌طرفه (ANCOVA) مورد مقایسه قرار گرفت. از آن‌جا که یکی از شروط استفاده از آزمون ANCOVA خطی بودن رگرسیون است، برای

این منظور داده‌های طول و وزن به ریشه لگاریتمی تبدیل شدند و رگرسیون‌های خطی طول- وزن مقایسه شدند. همبستگی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده در صفحات استخوانی نمونه‌ها (اندازه قسمت داخلی و مخروطی شکل کاتل‌بُن (a)، اندازه قسمت مخطط کاتل‌بُن (c)، تعداد لاملاها، طول کاتل‌بُن) نیز از طریق آزمون آماری همبستگی اسپیرمن مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت (α=۰/۰۵). برای بررسی میزان تشابه صفات اندازشی منقارهای جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری از آزمون‌های مقیاس‌بندی چندبعدی ناپارامتریک (nMDS) و ANOSIM (با ۹۹۹۹ تکرار) استفاده شد. مقادیر مثبت R (تا عدد ۱) در آزمون ANOSIM بیانگر میزان عدم مشابهت گروه‌ها است. تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با نرم‌افزارهای Excel 2018، SPSS 25.0 و PAST 4.13 صورت گرفت.

نتایج

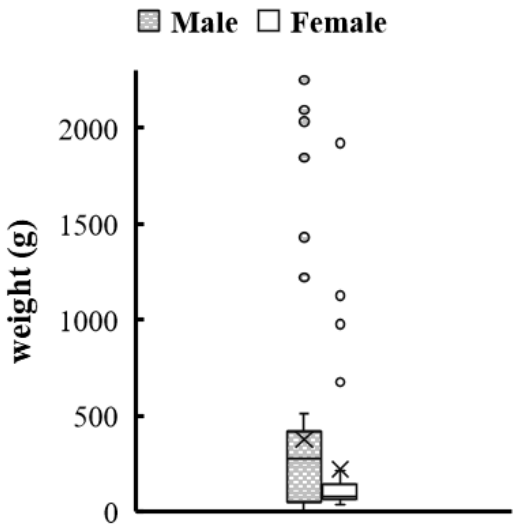
حداقل، حداکثر و میانگین (± انحراف معیار) طول مانتل برای نمونه‌های جنس نر ٦٢، ٣٣٠ و ١٣٥/٤±٦٧/١ میلی‌متر و برای جنس ماده ٥٧، ٣٠٠ و ١٠٤/٤±٥٤/٢ میلی‌متر بود (شکل ٣).



شکل ٣- فراوانی نسبی نمونه‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) بر اساس طول مانتل (DML).

Figure 3. Length frequency distribution of caught Pharaoh cuttlefish specimens (based on DML) separated by sex.

هم‌چنین پراکنش وزنی نمونه‌های صید شده نیز در (شکل ٤) نشان داده شده است که حداقل و حداکثر وزن‌های مشاهداتی برای جنس نر به‌ترتیب ٣٠ و ٢٢٥٢ گرم و برای جنس ماده ٣٨ و ١٩١٩ گرم بود.

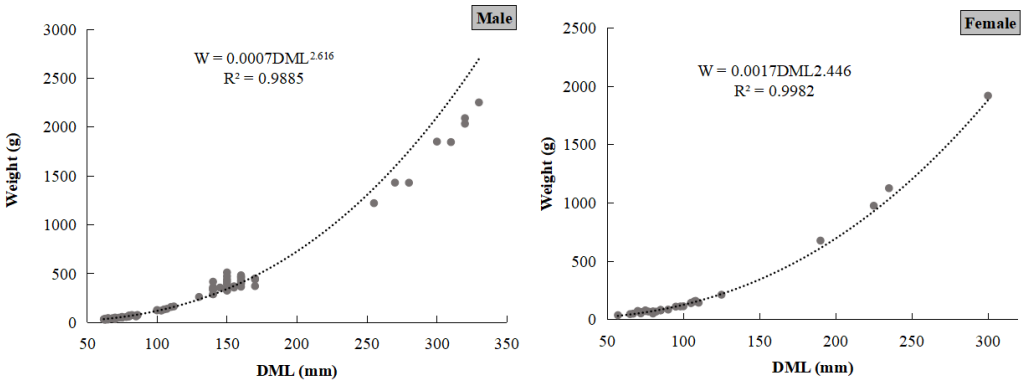


شکل ٤- پراکنش داده‌های وزن بدن (گرم) جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*).

(مستطیل‌ها ۵۰ درصد داده‌ها را دربر می‌گیرند، خطوط عمودی بیانگر چارک‌های اول و سوم، خط افقی: میانه، علامت ×: میانگین و علامت‌های o نشان‌دهنده outlier data است).

Figure 4. Distribution of body weight data (g) separated by sex in Pharaoh cuttlefish specimens (Rectangles include 50% of the data, vertical lines indicate the first and third quartiles, horizontal lines: median, × sign: mean, and o signs indicate outlier data).

مدل نمایی طول مانتل- وزن کل برای جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری در دامنه‌های طولی نمونه‌های صید شده در شکل ۵ آورده شده است.



شکل ۵- رابطه طول کاتل‌بُن- وزن بدن تخمین زده شده به روش حداقل مربعات باقی‌مانده برای جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) در محدوده اندازه‌های طولی نمونه‌برداری‌شده.

Figure 5. Length-weight relationship estimated by the residual least squares method for males and females Pharaoh cuttlefish.

نتایج آزمون ANCOVA نشان داد که رگرسیون‌های خطی رابطه طول- وزن برازش شده برای جنس‌های نر و ماده گونه ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) در سطح معنی‌داری ۵ درصد با همدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵) (جدول‌های ۱ و ۲) و نمی‌توان با مخلوط کردن داده‌ها یک رابطه طول- وزن کلی برآورد کرد.

جدول ۱- نتیجه بررسی همگنی واریانس‌های دو گروه با استفاده از آزمون Levene.

Table 1. Results of examining the homogeneity of variances of the two groups using Levene's test.

مقدار عددی P P-value	درجه آزادی ۲ df2	درجه آزادی ۱ df1	مقدار عددی F F-value
0.06	63	45	1.516

جدول ۲- نتایج آزمون کوواریانس (ANCOVA) برای مقایسه روابط طول- وزن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*).

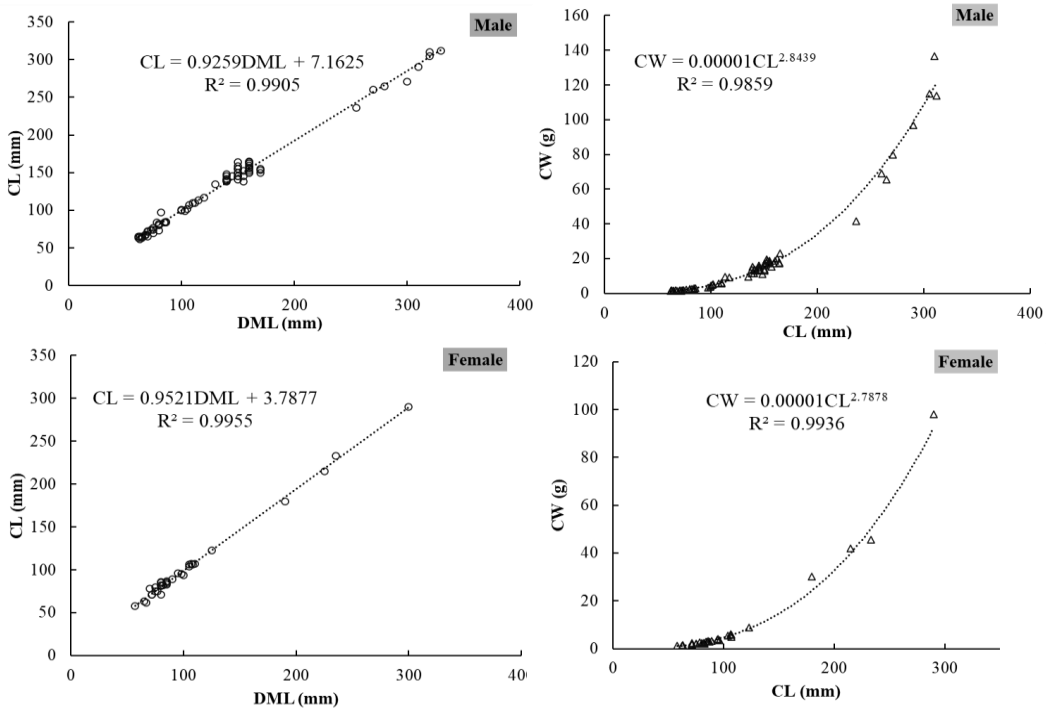
Table 2. Results of the ANCOVA test for comparing length-weight relationships between males and females of Pharaoh cuttlefish.

قدرت مشاهده Observed Power[b]	ناپارامتریک Noncent. Parameter	مربع اتای جزئی Partial Eta Squared	سطح معناداری Sig.	F	میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی df	نوع ۳ مجموع مربع‌ها Type III Sum of Squares	منبع Source
1.000	7433.30	0.992	0.000	161.59	0.580	46	26.67 [a]	مدل اصلاح‌شده Corrected model
1.000	26573.4	0.998	0.000	26573.4	95.33	1	95.33	ضریب ثابت رگرسیون Intercept
0.782	7.740	0.111	0.007	7.740	0.028	1	0.028	جنسیت Sex
1.000	7064.3	0.991	0.000	156.98	0.563	45	25.34	طول مانتل DML
					0.004	62	0.222	خطا Error
						109	566.46	مجموع Total
						108	26.89	مجموع مدل اصلاح‌شده Corrected Total

a: R Squared = 0.992 (Adjusted R Squared = 0.986); b: α=0.05

روابط طول مانتل- طول کاتل‌بُن (CL) و طول کاتل‌بُن- وزن کاتل‌بُن (CW) در شکل ٦ نمایش داده شده است.

نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین تمامی متغیرهای اندازه‌گیری‌شده کاتل‌بُن در جنس‌های نر و ماده حداقل یک رابطه مثبت معنی‌دار قوی وجود دارد، به‌طوری‌که همبستگی بین متغیرهای اندازه قسمت داخلی و مخروطی تصویر کاتل‌بُن (a) و اندازه قسمت مخطط کاتل‌بُن (c) در جنس نر با ۰/۹٤۳ بیش‌ترین ضریب همبستگی و متغیرهای طول کاتل‌بُن و تعداد لاملاهای روی آن در جنس نر با ۰/۷۳۵ کم‌ترین ضریب همبستگی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).



شکل ٦- روابط طول مانتل (DML) - طول کاتل‌بُن (CL) و طول (CL) - وزن (CW) کاتل‌بُن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*).

Figure 6. Relationships between mantle length (DML) - cuttlebone length (CL) and length (CL) - cuttlebone weight (CW) of males and females of Pharaoh cuttlefish.

جدول ٣- شدت همبستگی صفات اندازه‌گیری‌شده کاتل‌بُن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*).

Table 3. Correlation intensity of the measured cuttlebone traits for males and females of Pharaoh cuttlefish.

جنسیت Sex		آماره	متغیرهای اندازه‌گیری‌شده
ماده female	نر male	Statistics	Measured variables
0.920	0.943	ضریب همبستگی اسپیرمن Spearman correlation coefficient	- اندازه قسمت داخلی و مخروطی شکل کاتل‌بُن (a) Size of the inner and conical part of the cuttle bones (a)
0.000	0.000	مقدار عددی P *P*-value	- اندازه قسمت مخطط کاتل‌بُن (c) Size of the striated part of the cuttle bones (c)
33	76	تعداد (N) Number (N)	
0.926	0.843	ضریب همبستگی اسپیرمن Spearman correlation coefficient	- اندازه قسمت مخطط کاتل‌بُن (c) Size of the striated part of the cuttle bones (c)
0.000	0.000	مقدار عددی P *P*-value	- تعداد لاملاهای روی آن Number of lamellas
33	76	تعداد (N) Number (N)	
0.756	0.735	ضریب همبستگی اسپیرمن Spearman correlation coefficient	طول کاتل‌بُن و تعداد لاملاهای روی آن Size of the cuttle bones and the number of its lamellaes are
0.00	0.00	مقدار عددی P *P*-value	
33	76	تعداد (N) Number (N)	

از آن‌جا که بین طول کاتل‌بُن و تعداد لاملاهای روی آن همبستگی نسبتاً بالایی مشاهده شد، متوسط تعداد لاملاهای (± انحراف استاندارد از میانگین) موجود روی کاتل‌بُن در طبقات طولی کاتل‌بُن‌ها با فاصله ۲ میلی‌متری برای هر دو جنس نر و ماده محاسبه شد که در جدول‌های ٤ و ٥ آمده است.

جدول ٤- حداقل، حداکثر و میانگین (± انحراف استاندارد از میانگین) لاملاهای شمارش شده در کاتل‌بُن‌های جنس نر ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*). مقادیر برای گروه‌های طولی است که بیش از ۳ نمونه داشتند.

Table 4. Minimum, maximum, and mean (± standard error of the mean) of the counted lamellae for males of Pharaoh cuttlefish. Values are for those length groups that had more than 3 replicants.

گروه‌های طولی کاتل‌بُن (CL) بر حسب mm Cuttle bone length groups (CL) in mm	تعداد لاملا Number of lamellas		
	حداقل minimum	حداکثر Maximum	میانگین ± انحراف استاندارد از میانگین Mean ± SD
80-60	36	93	53.44 ± 4.07
100-80	44	110	71.70 ± 6.79
120-100	80	106	89.75 ± 5.67
140-120	77	130	98.42 ± 3.94
160-140	85	173	102.25 ± 5.83
180-160	90	176	105.80 ± 11.90
280-260	145	170	138.33± 2.03
320-300	169	202	187.00 ± 9.64

جدول ٥- حداقل، حداکثر و میانگین (± انحراف استاندارد از میانگین) لاملاهای شمارش شده در کاتل‌بُن‌های جنس ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*). مقادیر برای گروه‌های طولی است که بیش از ۳ نمونه داشتند.

Table 5. Minimum, maximum, and mean (± standard error of the mean) of the counted lamellae for females of Pharaoh cuttlefish. Values are for those length groups that had more than 3 replicants.

گروه‌های طولی کاتل‌بُن (CL) بر حسب mm Cuttle bone length groups (CL) in mm	تعداد لاملا Number of lamellas		
	حداقل minimum	حداکثر Maximum	میانگین ± انحراف استاندارد از میانگین Mean ± S.E.
70-50	35	49	41.67 ± 4.05
90-70	40	128	59.82 ± 7.11
110-90	59	120	74.00 ± 6.40
230-210	115	160	144.00 ± 14.53

دامنه تغییرات و میانگین (±انحراف‌معیار) صفات اندازه‌گیری‌شده منقار جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری نیز در جدول ٦ آورده شده است.

به‌منظور مقایسه صفات اندازشی منقارهای جنس‌های نر و ماده و بررسی میزان مشابهت ساختار شکل منقارها، ابتدا نسبت این صفات محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۷ نشان داده شده است. سپس برای بررسی میزان تشابه صفات اندازشی منقارهای جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری توسط آزمون‌های آماری چندمتغیره بیانگر میزان مشابهت ۱۰۰ درصدی ساختار شکلی منقار جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری بود (شکل ۷).

جدول ٦- پارامترهای اندازه‌گیری‌شده منقار در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*).

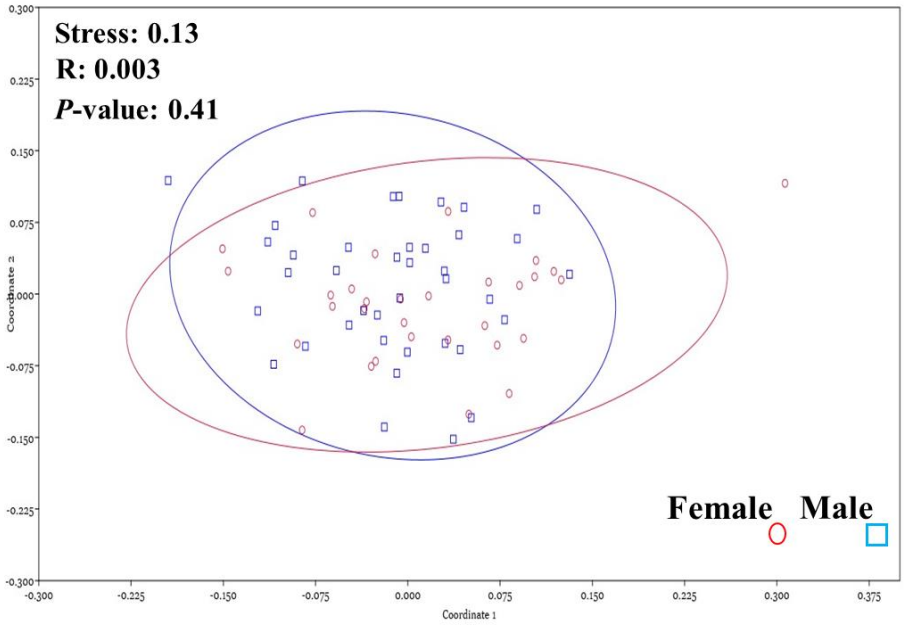
Table 6. The measured beak parameters in males and females of Pharaoh cuttlefish.

جنس ماده Female		جنس نر Male		پارامترها Parameters
میانگین ± انحراف‌معیار Mean ± SD	دامنه (mm) Range (mm)	میانگین ± انحراف‌معیار Mean ± SD	دامنه (mm) Range (mm)	
12.68 ± 4.94	8.38-30.21	12.79 ± 7.12	7.33-37.1	UCL
9.33 ± 3.68	4.31-22.27	9.04± 4.25	5.59-27.14	UHL
2.92 ± 0.94	1.93-6.23	2.98 ± 1.39	1.41-7.55	URL
3.75 ± 1.79	1.96-10.90	3.93 ± 2.39	1.54-11.7	UWL
2.86 ± 1.22	1.64-7.22	2.68 ± 1.49	1.57-7.92	UWW
8.45 ± 3.28	5.39-20.32	8.43 ± 4.43	4.74-23.57	LCL
3.84 ± 1.55	2.42-9.09	3.65 ± 1.92	1.69-10.62	LHL
3.22 ± 1.44	1.68-7.32	3.17 ± 1.44	1.60-8.95	LRL
5.97 ± 2.57	2.97-14.45	6.06 ± 3.11	2.44-16.8	LWL
3.24 ± 1.54	1.67-8.76	3.29 ± 1.70	1.83-8.85	LWW

جدول ٧- نسبت‌های پارامترهای اندازه‌گیری‌شده منقار (میانگین ± انحراف استاندارد از میانگین) در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*).

Table 7. Ratios of the measured beak parameters (mean ± standard error of the mean) in males and females of Pharaoh cuttlefish.

بخش پایینی منقار Lower part of the beak		بخش بالایی منقار Upper part of the beak		نسبت‌ها Proportions
جنس ماده Female	جنس نر Male	جنس ماده Female	جنس نر Male	
2.22 ± 0.03	2.33 ± 0.04	1.38 ± 0.07	1.34 ± 0.02	CL/HL
2.80 ± 0.12	2.69 ± 0.10	4.29 ± 0.10	4.27 ± 0.11	CL/RL
1.45 ± 0.04	1.42 ± 0.04	3.49 ± 0.09	3.39 ± 0.09	CL/WL
2.73 ± 0.09	2.62 ± 0.07	4.52 ± 0.15	4.85 ± 0.13	CL/WW
1.27 ± 0.05	1.16 ± 0.04	3.20 ± 0.10	3.19 ± 0.08	HL/RL
0.66 ± 0.02	0.62 ± 0.02	2.61 ± 0.09	2.5 ± 0.09	HL/WL
1.23 ± 0.04	1.14 ± 0.04	3.38 ± 0.13	3.63 ± 0.09	HL/WW
0.55 ± 0.04	0.55 ± 0.03	0.38 ± 0.03	0.81 ± 0.03	RL/WL
1.02 ± 0.05	1.01 ± 0.03	1.07 ± 0.04	1.16 ± 0.04	RL/WW
1.90 ± 0.06	1.89 ± 0.06	1.31 ± 0.04	1.47 ± 0.05	WL/WW



شکل ۷- مقایسه ساختار شکلی منقار در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) با استفاده از متغیرهای جدول ۷ و آزمون‌های آماری چندمتغیره.

Figure 7. Similarity of beak morphology in male and female of Pharaoh cuttlefish.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از بررسی داده‌های طولی نمونه‌های صید شده ماهی مرکب ببری در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در مقایسه با گزارش‌های پیشین از اندازه طولی نمونه‌های ماهی مرکب ببری صید شده در منطقه، به میزان بیش‌تری نمونه‌های با اندازه کوچک‌تر در دسترس بوده اند که این می‌تواند ناشی از فشار صید بر جمعیت در طول زمان باشد. به‌طوری‌که در این پژوهش میانگین طول مانتل برای نمونه‌های جنس نر ۶۷/۱ ± ۱۳۵/٤ میلی‌متر و برای جنس ماده ٥٤/۲ ± ۱۰٤/٤میلی‌متر بود، در حالی‌که بیش‌ترین و کم‌ترین فراوانی طولی در کلاس‌های طولی ۸۹/٥-٥٦/٥ و ۳٥۷/٥-۳۲٤/٤ میلی‌متر بود. در پژوهش مشابهی که در منطقه هرمزگان بین سال ۹۸-۱۳۹٦انجام شده است، میانگین طول مانتل برای نمونه‌های نر و ماده صید شده به ترتیب ۲۱۲/٥ و ۱۸۰ میلی‌متر گزارش گردیده و بیش‌ترین فراوانی طولی مشاهده شده در کلاسه طولی ۱۰۰-۷۰ میلی‌متر بوده است (۱٦). بسیاری از پژوهش‌گران بر این باورند که تحمیل فشار بیش از حد صید بر یک جمعیت باعث کاهش متوسط اندازه طولی افراد آن جمعیت می‌شود، به‌طوری‌که صید بی‌رویه باعث بروز استرس در افراد جمعیت می‌شود و منجر به تغییر الگوی رشد و توزیع طولی افراد و هم‌چنین کاهش طول بلوغ جنسی آن‌ها می‌گردد که به این پدیده اصطلاحاً تکامل ناشی از صید یا Fisheries-induced evolution گفته می‌شود.

در این پژوهش طول مانتل- وزن برای جنس نر و ماده ماهی مرکب ببری به‌ترتیب $W=0.0007DML^{2.616}$ و $W=0.0017DML^{2.446}$ به‌دست آمد که ضریب رشد (b) اختلاف محسوسی با مقدار ضریب رشد ایزومتریک (عدد ۳) داشت و با نتایج گزارش‌های دیگری که در منطقه انجام شده است در تطابق است. نیامیمندی و همکاران (۱۳۹۹) روابط طول

مانتل- وزن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری در آب‌های بوشهر را $W=0.3822DML^{2.54}$ و $W=0.2651DML^{2.67}$ گزارش کردند (٦). دقوقی (۱۳۹۹) نیز که پژوهش مشابهی در محدوده استان هرمزگان انجام داد و این روابط را برای جنس‌های نر و ماده به‌ترتیب $W=0.0006DML^{2.6248}$ و $W=0.0006DML^{2.6345}$ برآورد نمود (۳). در منطقه کارناتاکا واقع در جنوب غربی هند نیز روابط طول مانتل- وزن بدن برای افراد جنس نر ماهی مرکب ببری $W=0.3309DML^{2.534}$ و برای جنس ماده $W=0.3254DML^{2.606}$ گزارش شده است (۱۷). مقدار b در غالب ماهیان عددی بین ۲/۵ تا ۳/۵ است و از آن‌جا که رشد در ماهی‌ها در سه بُعد است در صورتی که این مقدار برابر با ۳ باشد رشد از نوع ایزومتریک است و در غیر این صورت ماهی رشد آلومتریک دارد ($b<3$: آلومتریک منفی و $b>3$: آلومتریک مثبت). رشد آلومتریک منفی نوعی از الگوی رشد در ماهیان است که در آن وزن ماهی با سرعت کم‌تری نسبت به طول آن افزایش می‌یابد. این بدین معنی است که با بزرگ‌تر شدن اندازه طولی ماهی، وزن آن به طور متناسب افزایش پیدا نمی‌کند و رشد وزنی آهسته‌تری دارد (۱۵). میزان b در رابطه طول- وزن نه تنها میان جمعیت گونه‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد بلکه میان ذخایر مختلف گونه‌های مشابه نیز متفاوت است و عوامل مختلفی برای آن مانند تغییرات فصلی در پارامترهای محیطی، رسیدگی جنسی، فصل و حتی روز تأثیر می‌گذارد (۱۸).

در بسیاری از مناطق دنیا کاتل‌بُن موجود در بدن ماهی مرکب به عنوان یک مکمل غذایی غنی از کربنات کلسیم و سایر مواد معدنی مانند پتاسیم، آهن و روی در جیره غذایی دام و طیور استفاده می‌گردد (۱۹). بنابراین در جنوب کشور خودمان نیز می‌توان با ایجاد یک ساز و کار در تخلیه‌گاه‌های صید و مراکز فروش ماهی می‌توان کاتل‌بُن نمونه‌های ماهی مرکب ببری صید شده را استخراج کرد و با استفاده آن‌ها در جیره غذایی دام و طیور ارزش افزوده خلق کرد. برآورد روابط طول مانتل- طول کاتل‌بُن و طول کاتل‌بُن- وزن کاتل‌بُن در این مقاله می‌تواند به تخمین میزان بهره‌وری از این ظرفیت کمک نماید.

تمامی متغیرهای مورد بررسی برای کاتل‌بُن در جنس‌های نر و ماده دارای یک همبستگی مثبت معنی‌دار قوی را بودند که این امر گواهی بر قابلیت تخمین سن این گونه از روی شمارش لاملاهای روی کاتل‌بن است و به همین دلیل در نتایج این مقاله تعداد لاملاهای (حداکثر و حداقل و میانگین) بر اساس گروه‌های طولی صفحه استخوانی ماهی مرکب گزارش شد. پژوهش‌های متعددی درباره تخمین سن ماهی مرکب از روی شمارش لاملاها انجام شده است. برای مثال، نبهیتاباتا و همکاران (۲۰۲۲) رشد کاتل‌بُن و تشکیل لاملا روی آن در دو گونه ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) و ماهی مرکب معمولی (*Sepia officinalis*) را در شرایط آزمایشگاهی تحت‌تأثیر عوامل محیطی و تغذیه‌ای مختلف مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که دما و کیفیت غذا نقش مهمی در سرعت تشکیل لاملاها روی کاتل‌بُن دارند و به طرز آشکاری تعداد لاملاها با سن ارتباط دارند (۲۰). هم‌چنین در پژوهش دیگری که ماهی مرکب ببری در شرایط دمایی مختلف (دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) پرورش داده شده است، افراد پرورش‌یافته در دمای ۲۵ درجه نسبت به ۲۰ درجه افزایش رشد سریع‌تری داشته و متعاقباً تعداد لاملاهای روی کاتل‌بُن آن‌ها نیز بیش‌تر بوده است، اما با افزایش دما از ۲۵ به ۳۰ سرعت رشد نمونه‌ها کاهش یافت (۱۹). اگرچه که سرعت رسوبگذاری لاملاها روی کاتل‌بُن تحت‌تأثیر ترکیبی از پارامترهای محیطی (مانند دمای آب) و فیزیولوژیک

در سرپایان است (۱۹)، اما به طور متوسط تقریباً ۱/۷۵ روز طول می‌کشد تا یک لاملا روی کاتل‌بُن تشکیل شود (۲۱).

شکل منقار یک کلید شناسایی در سرپایان محسوب می‌شود (۱۸). هم‌چنین با برقراری رگرسیون میان پارامترهای اندازشی منقار مانند طول رستروم (Rostral length; RL) با طول مانتل و وزن بدن این امکان وجود دارد که بتوان اندازه افراد و بیوماس سرپایانی که طعمه شکارچیان اقیانوسی شده‌اند را تخمین زد (۲۲). نتایج بررسی تشابه ساختار شکلی منقار جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری در پژوهش حاضر بیانگر شباهت ۱۰۰ درصدی منقار بود. از آن‌جا که طبق نتایج به‌دست آمده رابطه طول- وزن جنس‌های نر و ماده هر چند از نوع آلومتریک منفی بود ($b<۳$) ولی تفاوت معنی‌داری با هم داشتند، احتمال می‌رفت این تفاوت می‌تواند به قابلیت تغذیه و حجم غذای مصرفی تحت‌تأثیر تفاوت در اندازه و خصوصیات منقار باشد که این فرضیه رد شد. این شباهت می‌تواند به این معنا باشد که هر دو جنس ماهی مرکب ببری از شرایط یکسانی برای شکار و تغذیه برخوردارند. این در حالی است که شکل کاتل‌بُن در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب با همدیگر متفاوت است، به‌طوری‌که در جنس نر کاتل‌بُن کشیده و در جنس ماده حالت پهن‌تری (به‌دلیل بزرگ‌تر بودن اندام جنسی) دارد (۱۰). براساس گزارش‌های موجود شکل منقار در گونه‌های مختلف سرپایان دارای تفاوت معنی‌داری است، برای مثال یانگ و همکاران (۲۰۲۲) با اندازه‌گیری صفات اندازشی منقار دو گونه اسکوئید *Uroteuthis edulis* و *Uroteuthis duvaucelii* گزارش کردند که ساختار شکل منقار دو گونه با هم متفاوت است (۲۳). در نهایت می‌توان گفت که نتایج تحلیل همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده کاتل‌بُن و منقار در این مقاله می‌تواند به درک بهتری از بیولوژی و تکامل این گونه کمک کند و به شناخت بیش‌تر ابعاد پنهان خصوصیات جمعیتی این گونه کمک نماید.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور خلاصه، در پژوهش حاضر و از طریق تخمین پارامترهای رابطه طول مانتل- وزن نشان داده شد که الگوی رشد در جنس‌های نر و ماده گونه ماهی مرکب ببری از نوع آلومتریک منفی است. نتایج آنالیزهای آماری بیانگر این بود که گرچه مقدار b (شیب خط رگرسیون) برای هر دو جنس کوچک‌تر از مقدار رشد ایزومتریک (عدد ۳) بوده اما این مقادیر بین جنس‌ها از نظر آماری متفاوت است و به پژوهش‌گران پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی به‌منظور افزایش دقت و صحت نتایج گزارش شده از ترکیب کردن داده‌های طول و وزن جنس‌های نر و ماده این گونه اجتناب نمایند. چرا که یکی از کاربردهای مهم رابطه طول- وزن آبزی برآورده زی‌توده آن است که خود یک معیار کلیدی برای ارزیابی سلامت و پایداری ذخیره است. هم‌چنین اندازه‌گیری و تحلیل همبستگی صفات اندازشی کاتل‌بن در نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که کاتل‌بن می‌تواند یک ابزار مناسب (در کنار استفاده از استااتولیت) برای تخمین سن این آبزی باشد، چرا که یک همبستگی قوی بین تعداد لاملاهای تشکیل شده روی کاتل‌بُن و طول کل آن وجود داشت. هم‌چنین آنالیز ساختار شکلی منقار در جنس‌های نر و ماده متشابه بودن آن‌ها را اثبات کرد که این امر نشان می‌دهد هر دو جنس گونه ماهی مرکب ببری شرایط کاملاً یکسانی برای شکار و تغذیه دارند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته شیلات گرایش صید و بهره‌برداری آبزیان است که با حمایت معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه هرمزگان انجام شد. هم‌چنین از مدیریت پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان به جهت فراهم نمودن امکان استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی آن مجموعه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Guerra-Marrero, A., Jiménez-Alvarado, D., Hernández-García, V., Curbelo-Muñoz, L., & Castro-Hernández, J. J. (2019). Cuttlebone morphometrics and sex identification of Sepia bertheloti (d'Orbigny, 1835) from the central-east Atlantic. *Helgoland Marine Research*, 73, 1-7.
2. Clarke, K. R., & Ainsworth, M. (1993). A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series*, 92, 205-205.
3. 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), 5.
4. Valinassab, T., Daryanabard, R., Dehghani, R., & Pierce, G. (2006). Abundance of demersal fish resources in the Persian Gulf and Oman Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(6), 1455-1462.
5. Daqoghi, B., Momeni, M., Ramshi, H., Darvishi, M., Salarpuri, A., Barani, M., et al. (2010) Study of the status of Cuttle fish (Sepia pharaonis) stocks in the waters of Hormozgan Province (Persian Gulf) - National Fisheries Science Research Institute.
6. 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.
7. Barrett, C., Bensbai, J., Broadhurst, M., Bustamante, P., Clark, R., Cooke, G., Di Cosmo, A., Drerup, C., Escolar, O., & Fernández-Álvarez, F. (2022). Cuttlefish conservation: a global review of methods to ameliorate unwanted fishing mortality and other anthropogenic threats to sustainability. *ICES Journal of Marine Science*, 79(10), 2579-2596.
8. Christensen, V., Guenette, S., Heymans, J. J., Walters, C. J., Watson, R., Zeller, D., & Pauly, D. (2003). Hundred-year decline of North Atlantic predatory fishes. *Fish and fisheries*, 4(1), 1-24.
9. Sasikumar, G., Mohamed, K., & Bhat, U. (2013). Inter-cohort growth patterns of pharaoh cuttlefish Sepia pharaonis (Sepioidea: Sepiidae) in Eastern Arabian Sea. *Revista de Biología Tropical*, 61(1), 01-14.
10. Lu, C. C., & Ickeringill, R. (2002). *Cephalopod beak identification and biomass estimation techniques: tools for dietary studies of southern Australian finfishes* (Vol. 6, pp. 1-65). Melbourne, Australia: Museum Victoria.
11. Niamimandi, N., Mobarzi, A., Moradi, G., & Ayin-Jamshid, K. (2012). Reproductive biology of giant Cuttle fish (*Sepia pharaonis*, Ehrenberg, 1831) in the northern waters of the Persian Gulf. *Quarterly Journal of Applied Biology*, 10(39), 85-98.
12. FAO. (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024- Blue Transformation in action. Rome. **https://doi.org/10.4060/cd0683en.**

13. GroÈger, J., Piatkowski, U., & Heinemann, H. (2000). Beak length analysis of the Southern Ocean squid *Psychroteuthis glacialis* (Cephalopoda: Psychroteuthidae) and its use for size and biomass estimation. *Polar Biology*. 23, 70-74.
14. Sturges, H. A. (1926). The Choice of a Class Interval. *Journal of the American Statistical Association*. 21, 65-66.
15. Jereb, P., & Roper, C. (2005). Vol. 1: Chambered nautiluses and sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). *FAO species catalogue for fishery purposes (ISSN 1020-8682*, 1 (4).
16. Bagenal, T. B., & Tesch, F. W. (1978). Age and growth. In: Bagenal, T. B. Methods for assessment of fish production iner freshwat, Third edition. *Blackwell Scientific Publication*, London. pp: 165-201.
17. Salahi-Gazaz, M., Peyghambari, S. Y., & Abbaspour Naderi, R. (2016). Study of length structure, catch composition, and fishing effort in the Cuttle fish (*Sepia pharaonis*) bottom trawl fishing unit in the Gulf of Oman. *Journal of Oceanography*, 6(24), 69-76.
18. Clarke, M. R. (1962). Significance of cephalopod beaks. *Nature*, 193(4815), 560-561.
19. Fang, Z., Li, J., Thompson, K., Hu ,F., Chen, X., Liu, B., & Chen, Y. (2016). Age, growth, and population structure of the red flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific Ocean, determined from beak microstructure. *Fishery Bulletin* (1).
20. Riad, R., ELebiary, N., Halim, Y., & Atta, M. (2015). Reproductive Biology of Sepia pharaonis Ehrenberg, 1831 (Cephalopoda: Sepioidea) from the Suez Gulf (Red Sea), Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisherie*s, 19(4), 91-102.
21. Niamimandi, N., Shabani, J., Esmaili, A., Mobarzi, A., & Moradi, Gh. (2019). Study of the growth status of giant Cuttle fish (Sepia pharaonis) during the spawning period in the northern waters of the Persian Gulf. *Quarterly Journal of Experimental Animal Biology*, 9(111-121), 15.
22. 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.
23. Yang, L., Jiang, Y., Liu, Z., & Li, S. (2022). Beak length analysis for the identification of two morphologically similar species common names Uroteuthis edulis (Hoyle, 1885) and Uroteuthis duvaucelii (D'Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Loliginidae) in the southern East China Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 21 (3), 859-863.