

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

Mohaddeseh Alizadeh-Nanagi¹, Moslem Daliri^{2*}, Ali Salarpouri³

1. Graduated with a Master of Science in Fishery, Fisheries Department, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. E-mail: mohaddesehc@gmail.com

2. Corresponding Author, Assistant Prof., Fisheries Department, 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	ABSTRACT
Article type: Full Length Research Paper	Background and Objectives: The Pharaoh cuttlefish, <i>Acanthosepion pharaonis</i> (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.
Article history: Received: 12.21.2024 Accepted: 01/20/2025	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.
Keywords: Mollusca, Cephalopoda, Morphology, Cuttlebone, Persian Gulf	Results: DML's minimum, maximum, and mean ($\pm$ 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.

بررسی صفات اندازشی بدن جنس های نر و ماده ماهی مرکب ببری، *Acanthosepion pharaonis*

(Ehrenberg, 1831)، صید شده در آب های استان هرمزگان

محدثه علی زاده نانگی^۱، مسلم دلیری^{۲*}، علی سالارپوری^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته شیلات گرایش صید و بهره برداری آبزیان، گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس،

ایران. رایانامه: mohaddeseperc@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه شیلات دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. رایانامه: moslem.daliri@yahoo.com،

Daliri@hormozgan.ac.ir

۳. استادیار بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات

آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. رایانامه: salarpouri@pgoseri.ac.ir

Doi: 10.22069/japu.2025.23086.1919

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳-۱۰-۱

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳-۱۰-۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳-۱۱-۱

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی و پژوهشی	سابقه و هدف: ماهی مرکب ببری با نام علمی <i>Acanthosepion pharaonis</i> به دلیل ارزش صادراتی بالایی که به کشورهای عربی حوضه خلیج فارس دارد یکی از گونه های مهم و با ارزش تجاری در ترکیب صید آب های جنوب کشور محسوب می شود، اما طبق گزارش های موجود جمعیت آن تحت فشار صیادی است. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف اندازه گیری برخی ویژگی های جمعیتی گونه ماهی مرکب ببری طراحی شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱	
واژه های کلیدی: نرم تنان، سرپایان، مورفولوژی، صفحه استخوانی، خلیج فارس	مواد و روش ها: تعداد ۱۰۹ نمونه ماهی مرکب ببری (۷۶ عدد نر و ۳۳ عدد ماده) در طول ماه های مهر تا اسفند ۱۴۰۲ از ابزارهای صید گرگور و ترال قایقی در مناطق بندرلنگه، جزیره قشم و بندرعباس نمونه برداری و به صورت یخ گذاری به آزمایشگاه منتقل گردید. صفات مورفومتریک بدن، کاتلین و منقار نمونه های نر و ماده صیده شده این گونه در آب های استان هرمزگان ثبت و روابط بین آن ها تخمین زده شد.
	یافته ها: حداقل، حداکثر و میانگین ($\pm$ انحراف معیار) طول مانند برای نمونه های جنس نر ۶۲، ۳۳۰ و ۱/۱۶۷ $\pm$ ۱۳۵/۴ میلی متر و برای جنس ماده ۵۷، ۳۰۰ و ۵۴/۲ $\pm$ ۱۰۴/۴ میلی متر به دست آمد. با استفاده از

روش حداقل مربعات باقیمانده‌ها رابطه بهینه طول مانند-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؛ $P<0.05$). تمامی متغیرهای اندازه‌گیری شده کاتل بُن (طول کاتل بُن، اندازه قسمت داخلی، مخروطی و مخطط کاتل بُن، تعداد لاملا) در جنس‌های نر و ماده یک همبستگی قوی و مثبت معنی‌داری با هم داشتند (آزمون همبستگی اسپیرمن؛ $P<0.01$). همچنین نتایج آزمون‌های آماری چندمتغیره nMDS و ANOSIM نشان داد که صفات اندازه‌گیری شده منقار (طول رستروم بالا و پایین، طول کلاهک بالا و پایین، طول تاج بالا و پایین، طول بال بالا و پایین و عرض 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 مرکب‌بری کاملاً یکسان است.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نه تنها می‌تواند به محققین و دانش‌پژوهان در جهت درک و شناخت بیشتر از زیست‌شناسی رشد گونه ماهی مرکب‌بری در حیات وحش کمک کند، بلکه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در زمینه مدیریت آبی‌پروری این گونه را نیز در اختیار فعالان حوزه آبی‌پروری دریایی قرار دهد.

مقدمه

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 هم‌آوری پایینی دارند (تقریباً ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ تخم به ازای هر ماهی ماده) و تخمک‌های بزرگ و لاروهای بتئیک^۱ تولید می‌کنند که به طور بالقوه توانایی پراکندگی مکانی محدودی دارند. در سراسر جهان ماهی مرکب شامل ۱۹۵ گونه متعلق به ۵ خانواده می‌شود که اغلب گونه‌های آن مهاجرت‌های آنتروژنیک دارند، بدین معنی که

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 آبی‌پروری) به دلیل تقاضای بالا و چرخه زندگی نسبتاً کوتاهی که دارند (امکان جایگزینی سریع جمعیت میسر است) به طور 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 ۶/۶ درصدی بوده است و ارزش صادرات جهانی آن‌ها نیز ۱۴/۳ میلیارد دلار بوده که این رقم معادل ۷

¹. Benthic hatchlings

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 خلیج فارس 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 *pharaonis* *Sepia* (Ehrenberg, 1831) بوده است) (۴). گونه ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) به دلیل بازارپسندی بالایی که در بین مردمان کشورهای حوزه جنوبی خلیج فارس دارد بالتبع دارای ارزش صادراتی زیادی است و به همین دلیل یکی از گونه‌های مهم و با ارزش تجاری صید در آب‌های ضمنی و دورریز) یک روند کاهشی دارد (۵). علی‌رغم اینکه ماهی مرکب ببری یکی از مهم ترین گونه‌های هدف صید در آب‌های خلیج فارس به شمار می‌آید اما فصل تخم-ریزی 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 تخم‌ریزی می‌کند و مانند سایر گونه-های کوتاه عمر جمعیت آن به نوسانات محیطی حساس است. طبق گزارش‌های موجود جمعیت ماهی مرکب ببری در آب‌های منطقه خلیج فارس تحت فشار صید بی‌رویه قرار دارد (۶). تاکنون تحقیقات مختلفی درباره تخمین پارامترهای تاریخیچه حیات و وضعیت ذخیره ماهی مرکب-ببری (*A. Pharaonis*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام شده است. برای مثال، صلاحی و همکاران (۱۳۹۵) متوسط ($\pm$ انحراف معیار) صید در واحد تلاش (CPUE) و صید در واحد سطح (CPUA) ماهی مرکب-

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 ۴۸۱۵ تن در سال ۱۴۰۲ هجری خورشیدی (معادل ۰/۶۵ درصد کل صید سالانه) رسیده است که یک افزایش بیش از ۱/۵ برابری را نشان می‌دهد (معاونت امور صید شیلات ایران، ۱۴۰۳). بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که امروزه وضعیت ذخایر آبزیان در دریا و اقیانوس ها در نتیجه بهره‌برداری بیش از حد مجاز در شکل های مختلف (مانند افزایش تلاش صیادی، استفاده از ابزار صید غیراستاندارد، عدم کنترل و مدیریت ممنوعیت‌های زمانی و مکانی، افزایش صید

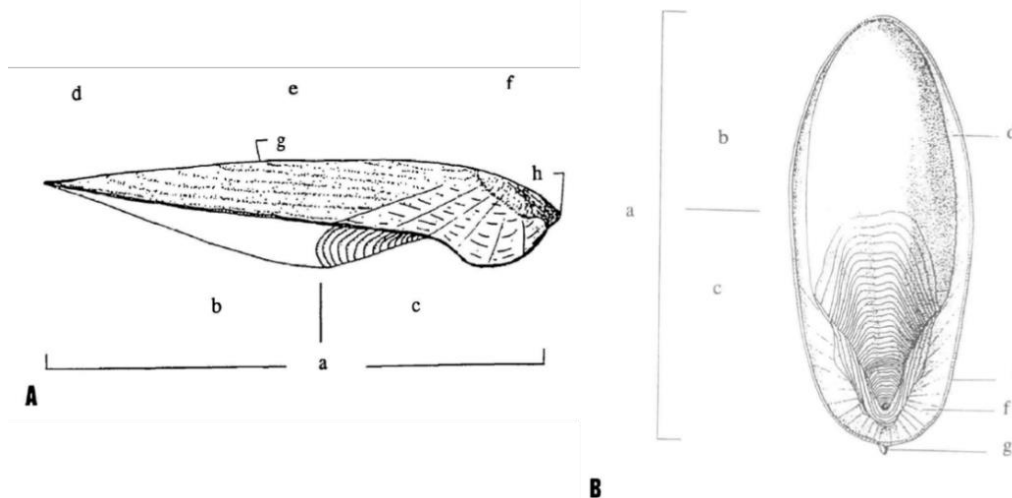
ببری در تورهای ترال کفروب ویژه صید این گونه در دریای عمان را به ترتیب $150/8 \pm 203/1$ کیلوگرم بر ساعت و $11348/7 \pm 345$ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی برآورد کردند (۷). نیامیمندی و همکاران (۱۳۹۹) نیز بیولوژی تولیدمثل این گونه را در محدوده آب‌های استان‌های خوزستان و بوشهر مورد بررسی قرار دادند که مشخص شد روند شاخص گنادوسوماتیک (GSI) در جنس‌های نر و ماده در ماه‌های نیمه دوم سال افزایشی است به طوری که 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 (۸). با این حال، همچنان نیاز به اطلاعات بیشتر و به روز درباره ویژگی‌های جمعیتی گونه ماهی مرکب ببری در منطقه خلیج فارس 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 هر چه 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 مرکب‌بری و تخمین روابط بین آن‌ها در آب‌های استان هرمزگان انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و عملیات آزمایشگاه: در این تحقیق، تعداد ۱۰۹ نمونه ماهی مرکب‌بری (شامل ۷۶ نمونه نر و ۳۳ نمونه ماده) صید شده به روش‌های گرگور و ترال‌قایقی در محدوده آب‌های استان هرمزگان (بندرلنگه، جزیره قشم و بندرعباس) به صورت تصادفی در طول ماه‌های مهر تا اسفند ۱۴۰۲ جمع‌آوری شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه آبریان پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، ابتدا پارامترهای وزن بدن و طول مانند (DML) با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم و خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۱ 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 کالبد شکافی شد و تعیین جنسیت آن‌ها از طریق بررسی اندام‌های تولیدمثلی (در نرها وجود بیضه‌ها و کیسه نیدهام حاوی اسپرم و در ماده‌ها وجود غده نیدامنتال و ضمائم مربوطه) انجام شد (۹). 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 (۱۰). برای جداسازی کاتل‌بُن (که در بخش پشتی مانند 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 (حلقه-های رسوب یافته) قسمت مخطط زیر دستگاه لوپ شمارش شد (معمولاً از بخش مخطط صفحات استخوانی سرپایان برای تعیین سن آن‌ها استفاده می‌شود (۱۱))

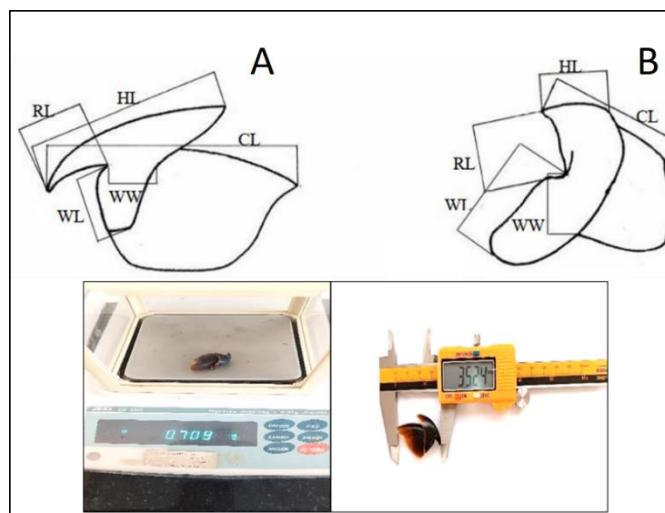


شکل ۱- نمای شماتیک کاتل‌بُن در ماهی مرکب. A: نمای جانبی کاتل‌بُن (a: قسمت داخلی و مخروطی کاتل‌بُن (Phragmocone); b: قسمت صاف کاتل‌بُن؛ c: قسمت مخطط کاتل‌بُن؛ d: ناحیه قدامی (Anterior)؛ e: ناحیه پشتی (Dorsal)؛ f: ناحیه خلفی (Posterior)؛ g: پوشش محافظ؛ h: رستروم یا خار)، B: نمای شکمی (e: لبهٔ کیتینی؛ f: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

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) (شکل ۲) توسط کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه‌گیری شد (۱۳).

از آنجا که تفاوت در شکل کاتل‌بُن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب‌ببری توسط محققین 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



شکل ۲- صفات اندازه گیری شده در بخش های فوقانی (A) و تحتانی (B) منقار در جنس های 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 داده ها

در این رابطه W وزن کل ماهی به گرم، L طول مانتل ماهی (DML) بر حسب میلی متر، 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 باقیمانده ها و با استفاده از افزونه solver در نرم افزار اکسل انجام شد:

$$SSQ = \sum (Observed - Expected)^2 \quad (۵)$$

$$SSQ = \sum (Y - (a + bX))^2 \quad (۶)$$

SSQ: مجموع مربعات باقیمانده ها، observed: داده وزنی

مشاهداتی و Expected: داده وزنی مدل سازی شده.

تفاوت یا عدم تفاوت روابط طول-وزن جنس های نر و ماده ماهی مرکب ببری از طریق آزمون آماری آنالیز کوواریانس یک طرفه (ANCOVA) مورد مقایسه قرار گرفت. از آنجا که $w = \frac{AL}{L}$ ANCOVA آزمون

برای بررسی توزیع فراوانی طولی، ابتدا بر اساس فرمول استورجس تعداد طبقات طولی نمونه های نر و ماده صید شده بر مبنای طول مانتل (DML) بر حسب میلی متر تعیین شد و سپس درصد فراوانی نسبی نمونه های متعلق به هر طبقه محاسبه گردید (۱۴).

$$R = (Max - Min) + 1 \quad (۱)$$

$$k = 1 + 3.3 \log_{10}^n \quad (۲)$$

$$c = \frac{R}{K} \quad (۳)$$

R: دامنه تغییرات، Max: بزرگترین داده طولی، Min:

کوچکترین داده طولی، K: تعداد دسته ها، n: تعداد کل داده-

ها و C: فاصله بین دسته ها

رابطه طول مانتل - وزن بدن به تفکیک جنسیت با استفاده از

مدل نمایی زیر برآورد شد (۱۵):

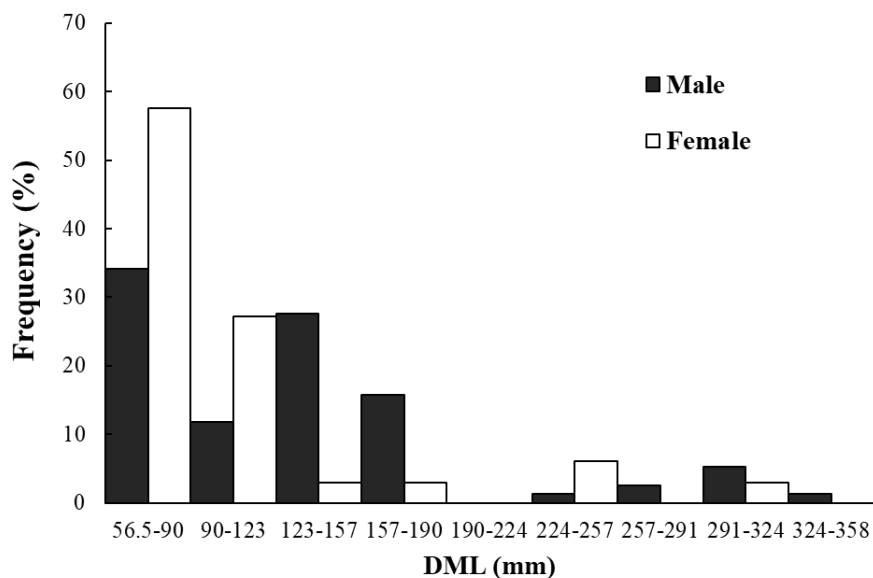
طول-وزن مقایسه شدند. همبستگی بین متغیرهای اندازه-گیری شده های مقیاس بندی چندبعدی ناپارامتریک (nMDS) و ANOSIM (با ۹۹۹۹ تکرار) استفاده شد. مقادیر مثبت R (تا عدد ۱) در آزمون ANOSIM بیانگر میزان عدم مشابهت گروه ها است. تجزیه و تحلیل های آماری داده ها با نرم افزارهای Excel 2018، SPSS 25.0 و PAST 4.13 صورت گرفت.

بودن رگرسیون است، برای این منظور داده های طول و وزن به ریشه لگاریتمی تبدیل شدند و رگرسیون های خطی در صفحات استخوانی نمونه ها (اندازه قسمت داخلی و مخروطی شکل کاتلین (a)، اندازه قسمت مخطط کاتلین (c)، تعداد لاملاها، طول کاتلین) نیز از طریق آزمون آماری همبستگی اسپیرمن مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت ($\alpha=0.05$). برای بررسی میزان تشابه صفات اندازشی منقارهای جنس های نر و ماده ماهی مرکب ببری از آزمون-

نتایج

و برای جنس ماده ۵۷، ۳۰۰ و $54/2 \pm 104/4$ میلی متر بود (شکل ۳).

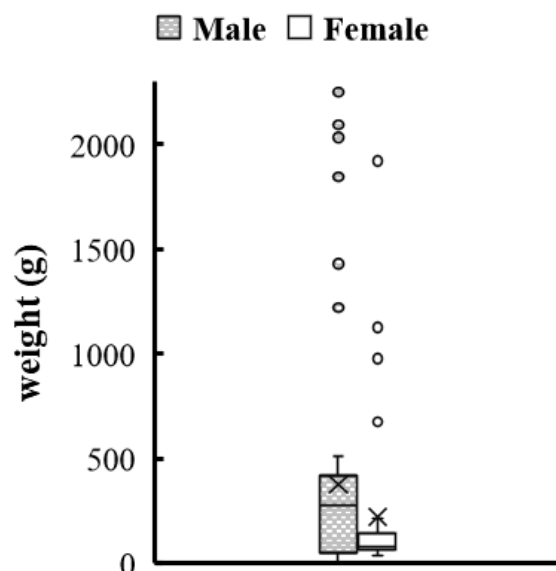
حداقل، حداکثر و میانگین ($\pm$ انحراف معیار) طول مانتل برای نمونه های جنس نر ۶۲، ۳۳۰ و $167/1 \pm 135/4$ میلی متر



شکل ۳- فراوانی نسبی نمونه های 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.

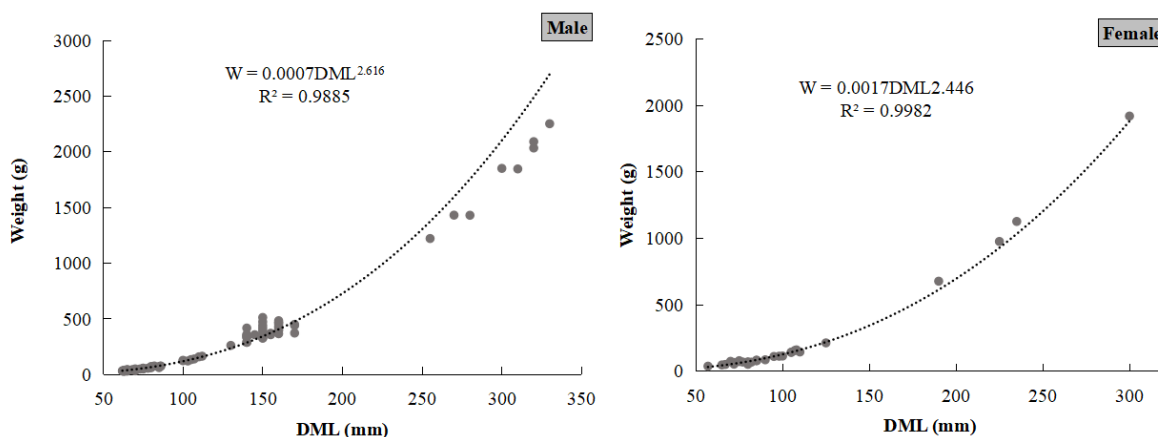
همچنین پراکنش وزنی نمونه‌های صید شده نیز در (شکل ۴) مشاهداتی برای جنس نر به ترتیب ۳۰ و ۲۲۵۲ گرم و برای جنس ماده ۳۸ و ۱۹۱۹ گرم بود.



شکل ۴- 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 نشان دهنده 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 کاتلُئِن-وزن بدن تخمین زده شده به روش حداقل مربعات باقیمانده برای جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری (A. pharaonis) در محدوده اندازه‌های طولی نمونه برداری شده.

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 برآزش شده برای جنس‌های نر و ماده (جداول ۱ و ۲) و نمی‌توان با مخلوط کردن داده‌ها یک گونه ماهی مرکب ببری (A. pharaonis) در سطح معنی 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 F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	مقدار عددی P
F-value	df1	df2	P-value
1/516	45	63	0/06

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.

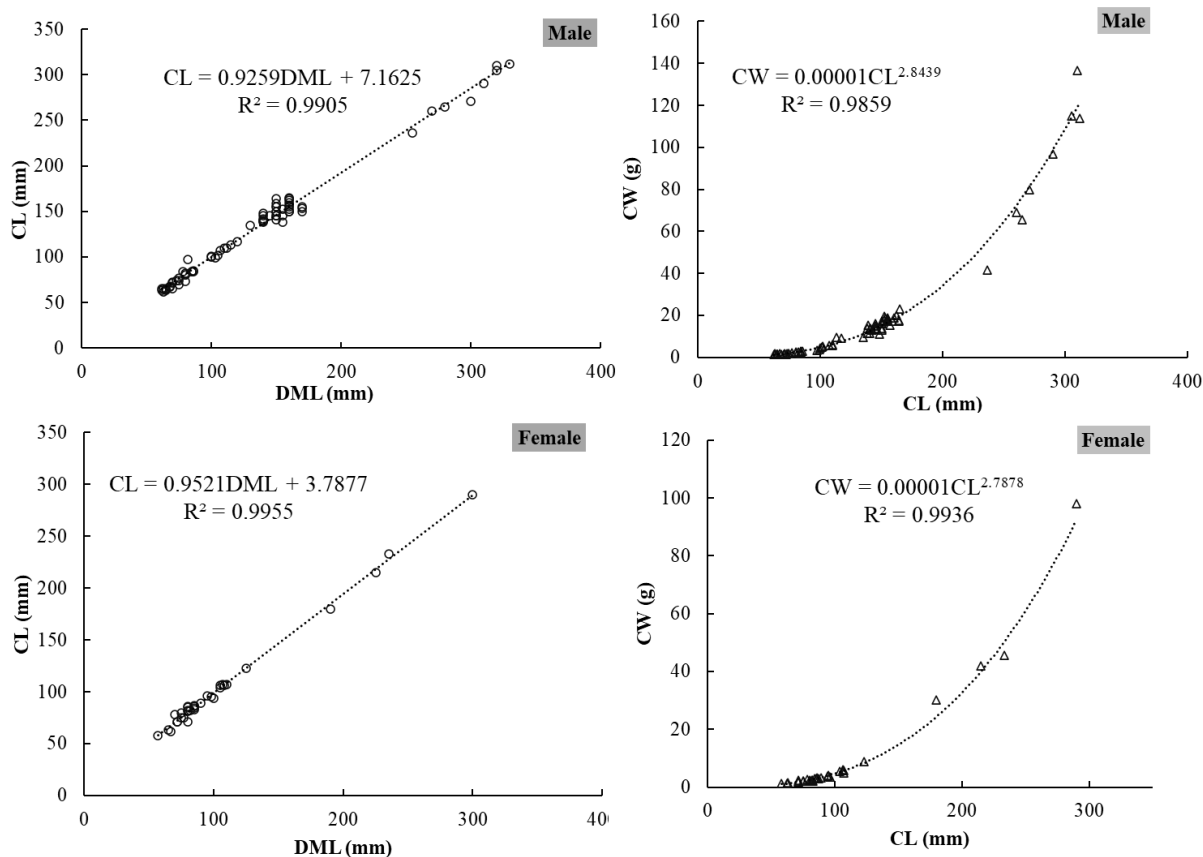
منبع	نوع ۳	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری	مربع اتای جزئی	ناپارامتریک	قدرت مشاهده
Source	مجموع مربع ها	df	Mean Square		Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
مدل اصلاح شده	a 26/67	46	0/580	161/59	0/000	0/992	7433/30	1/000
Corrected model								
ضریب ثابت رگرسیون	95/33	1	95/33	26573/4	0/000	0/998	26573/4	1/000
Intercept								
جنسیت	0/028	1	0/028	7/740	0/007	0/111	7/740	0/782
Sex								
طول مانتل	25/34	45	0/563	156/98	0/000	0/991	7064/3	1/000
DML								
خطا	0/222	62	0/004					
Error								

109	566/46	مجموع
		Total
108	26/89	مجموع مدل
		اصلاح شده
		Corrected
		Total

$\alpha=0.05$ b , R Squared = 0.992 (Adjusted R Squared = 0.986) : a

روابط طول مانتل - طول کاتلین (CL) و طول کاتلین -

وزن کاتلین (CW) در شکل ۶ نمایش داده شده است.



شکل ۶- روابط طول مانتل (DML) - طول کاتلین (CL) و طول (CL) - وزن (CW) کاتلین 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

حداقل یک رابطه مثبت معنی‌دار قوی وجود دارد، به طوری که همبستگی بین متغیرهای اندازه قسمت داخلی و

نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین تمامی متغیرهای اندازه‌گیری شده کاتلین در جنس‌های نر و ماده

مخروطی تصویر کاتل بُن (a) و اندازه قسمت مخطط کاتل -
 بُن (c) در جنس نر با ۰/۹۴۳ بیشترین ضریب همبستگی و
 متغیرهای طول کاتل بُن و تعداد لاملاهای روی آن در جنس

جدول ۳- شدت همبستگی صفات اندازه گیری شده کاتل بُن جنس های نر و ماده ماهی مرکب بیری (*A. pharaonis*).

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

جنسیت Sex		آماره Statistics	متغیرهای اندازه گیری شده Measured variables
ماده female	نر male		
0/920	0/943	ضریب همبستگی اسپیرمن Spearman correlation coefficient	- اندازه قسمت داخلی و مخروطی شکل کاتل - بُن (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 کاتل بُن (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 کاتل بُن (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 کاتل بُن و تعداد لاملاهای روی آن Size of the cuttle bones and the number of its lamellaes
0/00	0/00	مقدار عددی P P-value	
33	76	تعداد (N) Number (N)	

از آنجا که بین طول کاتلین و تعداد لاملاهای روی آن طبقات طولی کاتلین‌ها با فاصله ۲ میلی‌متری برای هر دو همبستگی نسبتاً بالایی مشاهده شد، متوسط تعداد لاملاهای (± انحراف استاندارد از میانگین) موجود روی کاتلین در جنس نر و ماده محاسبه شد که در جداول ۴ و ۵ آمده است.

جدول ۴- حداقل، حداکثر و میانگین (± انحراف استاندارد از میانگین) لاملاهای شمارش شده در کاتلین‌های جنس نر ماهی مرکب بیری (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.

تعداد لاملا			
Number of lamellas		گروه‌های طولی کاتلین	
میانگین ± انحراف استاندارد از	حداکثر	حداقل	mm (CL) بر حسب
میانگین	Maximum	minimum	Cuttle bone length groups (CL) in mm
Mean ± SD			
53/44 ± 4/07	93	36	80-60
71/70 ± 6/79	110	44	100-80
89/75 ± 5/67	106	80	120-100
98/42 ± 3/94	130	77	140-120
102/25 ± 5/83	173	85	160-140
105/80 ± 11/90	176	90	180-160
138/33 ± 2/03	170	145	280-260
187/00 ± 9/64	202	169	320-300

جدول ۵- حداقل، حداکثر و میانگین (± انحراف استاندارد از میانگین) لاملاهای شمارش شده در کاتلین‌های جنس ماده ماهی مرکب بیری (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.

تعداد لاملا			
Number of lamellas		گروه‌های طولی کاتلین	
میانگین ± انحراف استاندارد از	حداکثر	حداقل	mm (CL) بر حسب
میانگین	Maximum	minimum	Cuttle bone length groups (CL) in mm
Mean ± S.E.			
41/67 ± 4/05	49	35	70-50

59/82 ± 7/11	128	40	90-70
74/00 ± 6/40	120	59	110-90
144/00 ± 14/53	160	115	230-210

دامنه تغییرات و میانگین (± انحراف معیار) صفات اندازه-گیری شده منقار جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب‌بری نیز در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- پارامترهای اندازه‌گیری شده منقار در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب‌بری (*A. pharaonis*).

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

جنس ماده		جنس نر		پارامترها Parameters
Female		male		
میانگین $\pm$ انحراف -	دامنه (mm)	میانگین $\pm$ انحراف -	دامنه (mm)	
معیار	Range (mm)	معیار	Range (mm)	
Mean $\pm$ SD		Mean $\pm$ SD		
12/68 $\pm$ 4/94	8/38-30/21	12/79 $\pm$ 7/12	7/33-37/1	UCL
9/33 $\pm$ 3/68	4/31-22/27	9/04 $\pm$ 4/25	5/59-27/14	UHL
2/92 $\pm$ 0/94	1/93-6/23	2/98 $\pm$ 1/39	1/41-7/55	URL
3/75 $\pm$ 1/79	1/96-10/90	3/93 $\pm$ 2/39	1/54-11/7	UWL
2/86 $\pm$ 1/22	1/64-7/22	2/68 $\pm$ 1/49	1/57-7/92	UWW
8/45 $\pm$ 3/28	5/39-20/32	8/43 $\pm$ 4/43	4/74-23/57	LCL
3/84 $\pm$ 1/55	2/42-9/09	3/65 $\pm$ 1/92	1/69-10/62	LHL
3/22 $\pm$ 1/44	1/68-7/32	3/17 $\pm$ 1/44	1/60-8/95	LRL
5/97 $\pm$ 2/57	2/97-14/45	6/06 $\pm$ 3/11	2/44-16/8	LWL
3/24 $\pm$ 1/54	1/67-8/76	3/29 $\pm$ 1/70	1/83-8/85	LWW

اندازه‌های منقارهای جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب‌بری توسط آزمون‌های آماری چندمتغیره بیانگر میزان مشابهت ۱۰۰ درصدی ساختار شکلی منقار جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب‌بری بود (شکل ۹).

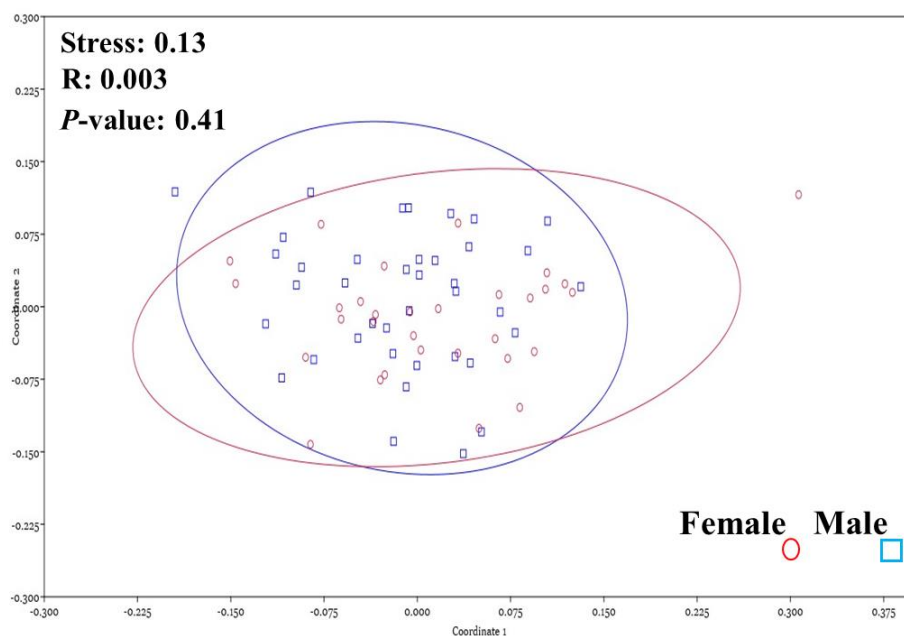
به منظور مقایسه صفات اندازه‌های منقارهای جنس‌های نر و ماده و بررسی میزان مشابهت ساختار شکل منقارها، ابتدا نسبت این صفات محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۷ نشان داده شده است. سپس برای بررسی میزان تشابه صفات

جدول ۷-نسبت‌های پارامترهای اندازه‌گیری شده منقار (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد از میانگین) در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب بیری (A.)

.pharaonis

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

بخش پایینی منقار		بخش بالایی منقار		نسبت‌ها
Lower part of the beak		Upper part of the beak		Proportions
جنس ماده	جنس نر	جنس ماده	جنس نر	
female	male	female	male	
2/22 $\pm$ 0/03	2/33 $\pm$ 0/04	1/38 $\pm$ 0/07	1/34 $\pm$ 0/02	CL/HL
2/80 $\pm$ 0/12	2/69 $\pm$ 0/10	4/29 $\pm$ 0/10	4/27 $\pm$ 0/11	CL/RL
1/45 $\pm$ 0/04	1/42 $\pm$ 0/04	3/49 $\pm$ 0/09	3/39 $\pm$ 0/09	CL/WL
2/73 $\pm$ 0/09	2/62 $\pm$ 0/07	4/52 $\pm$ 0/15	4/85 $\pm$ 0/13	CL/WW
1/27 $\pm$ 0/05	1/16 $\pm$ 0/04	3/20 $\pm$ 0/10	3/19 $\pm$ 0/08	HL/RL
0/66 $\pm$ 0/02	0/62 $\pm$ 0/02	2/61 $\pm$ 0/09	2/5 $\pm$ 0/09	HL/WL
1/23 $\pm$ 0/04	1/14 $\pm$ 0/04	3/38 $\pm$ 0/13	3/63 $\pm$ 0/09	HL/WW
0/55 $\pm$ 0/04	0/55 $\pm$ 0/03	0/38 $\pm$ 0/03	0/81 $\pm$ 0/03	RL/WL
1/02 $\pm$ 0/05	1/01 $\pm$ 0/03	1/07 $\pm$ 0/04	1/16 $\pm$ 0/04	RL/WW
1/90 $\pm$ 0/06	1/89 $\pm$ 0/06	1/31 $\pm$ 0/04	1/47 $\pm$ 0/05	WL/WW



شکل ۹-مقایسه ساختار شکلی منقار در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب بیری (A. pharaonis) با استفاده از متغیرهای جدول ۷ و آزمون‌های آماری چندمتغیره.

Figure 9. 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 بوده‌اند که این می‌تواند ناشی از فشار صید بر جمعیت در طول زمان باشد. به طوری که در این تحقیق میانگین طول مانتل برای نمونه‌های جنس نر $135/4 \pm 67/1$ میلی‌متر و برای جنس ماده $104/4 \pm 54/2$ میلی‌متر بود، در حالی که بیشترین و کمترین فراوانی طولی در کلاس‌های طولی $89/5-56/5$ و $357/5-324/4$ میلی‌متر بود. در تحقیق مشابهی که در منطقه هرمزگان بین سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ انجام شده است، میانگین طول مانتل برای نمونه‌های نر و ماده صید شده به ترتیب $212/5$ و 180 میلی‌متر گزارش گردیده و بیشترین فراوانی طولی مشاهده شده در کلاس طولی $100-70$ میلی‌متر بوده است (۱۶). بسیاری از محققین بر این باورند که تحمیل فشار بیش از حد صید بر یک جمعیت باعث کاهش متوسط اندازه طولی افراد آن جمعیت می‌شود، به طوری که 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 تحقیق طول مانتل-وزن برای جنس نر و ماده ماهی-مرکب ببری به ترتیب $W=0.0007DML^{2.616}$ و

$W=0.0017DML^{2.446}$ به دست 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 (۶). دقوی (۱۳۹۹) نیز که تحقیق مشابهی در محدوده استان هرمزگان انجام داد و این روابط را برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب $W=0.0006DML^{2.6248}$ 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 $2/5$ تا $3/5$ 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 از قبیل تغییرات فصلی در پارامترهای محیطی، رسیدگی جنسی، فصل و حتی روز تاثیر می گذارد (۱۸).

در بسیاری از مناطق دنیا کاتل‌ن موجود در بدن ماهی مرکب به عنوان یک مکمل غذایی غنی از کربنات کلسیم و سایر موادمعدنی 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 کاتل‌ن نمونه‌های ماهی مرکب‌بری صید شده را استخراج کرد و با استفاده آن‌ها در جیره‌ غذایی دام و طیور ارزش افزوده خلق کرد. برآورد روابط طول مانتل-طول کاتل‌ن و طول کاتل‌ن-وزن کاتل-ن در این مقاله می‌تواند به تخمین میزان بهره‌وری از این ظرفیت کمک نماید.

تمامی متغیرهای مورد بررسی برای کاتل‌ن 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 کاتل‌ن است و به همین دلیل در نتایج این مقاله تعداد لاملا های (حداکثر و حداقل و میانگین) بر اساس گروه های طولی صفحه استخوانی ماهی مرکب گزارش شد. تحقیقات متعددی درباره تخمین سن ماهی مرکب از روی شمارش لاملاها انجام شده است. برای مثال، Nabhitabhata و همکاران (۲۰۲۲) رشد کاتل‌ن و تشکیل لاملا روی آن در دو گونه ماهی مرکب ببری (A. pharaonis) و ماهی مرکب معمولی (*Sepia officinalis*) را در شرایط آزمایشگاهی تحت تأثیر 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 کاتل‌ن دارند و به طرز آشکاری تعداد لاملاها با سن ارتباط دارند (۲۰). همچنین در تحقیق دیگری که ماهی مرکب ببری در شرایط دمایی مختلف (دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) پرورش داده شده است، افراد پرورش یافته در دمای ۲۵ درجه نسبت به ۲۰ درجه افزایش رشد سریع‌تری داشته و متعاقباً تعداد لاملاهای روی کاتل‌ن 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 کاتل‌ن تحت تأثیر 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 کاتل‌ن تشکیل شود (۲۱).

شکل منقار یک کلید شناسایی در سرپایان محسوب می‌شود (۱۸). همچنین با برقراری رگرسیون میان پارامترهای اندازه‌شی 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 تحقیق حاضر بیانگر شباهت ۱۰۰ درصدی منقار بود. از آنجا که طبق نتایج به دست آمده رابطه طول-وزن جنس-های نر و ماده هر چند از نوع آلومتریک منفی بود ($b < 3$) ولی تفاوت معنی‌داری با هم داشتند، احتمال می‌رفت این تفاوت می‌تواند به قابلیت تغذیه و حجم غذای مصرفی تحت تأثیر 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 کاتل‌بن در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب با همدیگر متفاوت است، به طوری که در جنس نر کاتل‌بن کشیده و در جنس ماده حالت پهن‌تری (به دلیل بزرگتر بودن اندام جنسی) دارد (۱۰). بر اساس گزارش‌های موجود شکل منقار در گونه‌های مختلف سرپایان دارای تفاوت معنی‌داری است، برای مثال Yung و همکاران (۲۰۲۲) با اندازه‌گیری صفات اندازه‌ی منقار دو گونه اسکویید *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 کاتل‌بن 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

روی کاتل‌بن 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 مرکب‌بری شرایط کاملاً یکسانی برای شکار و تغذیه دارند.

تشکر و قدردانی مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته شیلات گرایش صید و بهره‌برداری

منابع

به طور خلاصه، در تحقیق حاضر و از طریق تخمین پارامترهای رابطه طول مانتل-وزن نشان داده شد که الگوی رشد در جنس‌های نر و ماده گونه ماهی مرکب‌بری 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 محققین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی به منظور 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 آبی برآورده زی‌توده آن است که خود یک معیار کلیدی برای ارزیابی سلامت و پایداری ذخیره است. همچنین اندازه‌گیری و تحلیل همبستگی صفات اندازه‌ی کاتل‌بن در نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که کاتل‌بن می‌تواند یک ابزار مناسب (در کنار استفاده از استاتولیت) برای تخمین سن این آبی باشد، چرا که یک همبستگی قوی بین تعداد لاملاهای تشکیل شده

آبزیان است که با حمایت معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه هرمزگان انجام شد. همچنین از مدیریت پژوهشگاه اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان به جهت فراهم نمودن امکان استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی آن مجموعه تشکر و قدردانی می‌شود.

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*, Volume 10, No. 39, pp. 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. GroËger, 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 nautilus and sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). *FAO species catalogue for fishery purposes (ISSN 1020-8682, 1 (4))*.
 16. Bagenal, T.B. and Tesch, F.W., 1978. Age and growth. In: Bagenal, T.B. Methods for assessment of fish production in freshwater, Third edition. *Blackwell Scientific Publications*, London. pp:165-201.
 17. Salahi-Gazaz, M., Peyghambari, S. Y., and 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*, Volume 6, Number 24, Pages 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., El-Lebiary, 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 Fisheries*, 19(4), 91-102.
 21. Niamimandi, N., Shabani, J., Esmaili, A., Mobarzi, Ali. Moradi, Gholam. (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*, Volume 9, No. 111-121, Pages 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.

