

تعیین سن ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonis*) با استفاده از استاتولیت در خلیج فارس و دریای عمان

• سیده فاطمه ثریا*: دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۷۷۵

• تورج ولی نسب: موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۱۶

• پرگل قوام مصطفوی: دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۷۷۵

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین ساختار سنی ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonis*) در حوزه آبهای استان هرمزگان و سیستان و بلوچستان با استفاده از استاتولیت و طی فصول پاییز و زمستان سال ۱۳۸۹ صورت گرفت. بدین منظور ۸۰ نمونه ماهی مرکب جمع‌آوری و اندازه‌گیری‌های مورفومتریک و تعیین جنسیت انجام گرفت. استخراج استاتولیت‌ها به روش تشریح (جراحی) و آماده‌سازی آنها برای شمارش حلقه‌های رشد با کاغذهای ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ در حضور آلومینا و EDTA ۰/۱ مولار صورت پذیرفت. در نهایت رابطه طول ماتل و وزن در هر دو جنس نر و ماده بیانگر رشد ایزومتریک ماهی مرکب ببری بود. نتایج شمارش حلقه‌ها نشان داد سن ماهی مرکب ببری با حداکثر طول ماتل ۳۲/۵ سانتیمتر ۳ سال می‌باشد.

کلمات کلیدی: ماهی مرکب ببری، *Sepia pharaonis*، سن، استاتولیت، خلیج فارس و دریای عمان



مقدمه

تعداد کل گونه‌های ماهی مرکب شناسایی شده تا امروز کمتر از ۱۰۰ گونه می‌باشند (۴۱). از این میان ماهی مرکب ببری یکی از گونه‌های مهم سرپایان تجاری در جهان (۲۵) و غالب‌ترین گونه ماهی مرکب در آبهای ایران می‌باشد و در سرتاسر آبهای جنوب ایران از استان سیستان و بلوچستان در شرق دریای عمان تا استان خوزستان در غرب خلیج فارس پراکندگی دارد (۳). گونه ذکر شده علاوه بر اهمیت اقتصادی، در زنجیره‌های غذایی موجود در دریا نقش بسیار مهمی را ایفا نموده و بخش قابل توجهی از رژیم غذایی شکارچینی مانند تون ماهیان ماهیان بزرگ تجاری، پستانداران دریایی و پرندگان را تشکیل می‌دهد (۴، ۱۲ و ۴۶). اهمیت تعیین سن به منظور ناآل شدن به اهدافی مانند مدیریت ذخایر، بهره‌برداری پایدار، حفاظت از ذخایر، ارزیابی ذخایر و توسعه پایدار، جلوگیری از صید آبریان نابالغ و صید آنها قبل از خارج شدن از چرخه حیات می‌باشد (۱ و ۲۷). معمولاً روش‌های تعیین سن در سرپایان به دو گروه مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند. روش‌های غیرمستقیم براساس آنالیز اطلاعات فراوانی‌های طولی بوده و روش‌های مستقیم شامل مشاهده مستقیم رشد در محیط‌های محصور مثل آکواریوم، تگ زدن و بازگشردن در محیط‌های طبیعی و مطالعه رشد براساس ساختارهای سخت می‌باشد. از میان روش‌های مستقیم، معتبرترین و پراستفاده‌ترین روش برای تعیین سن استفاده از استاتولیت است (۲۷). استاتولیت‌ها یک جفت ساختار آهکی واقع در اندام تعادلی یا استاتوسیسست ماهی مرکب می‌باشند (۱۴ و ۴۰) و می‌توانند حاوی اطلاعات اکولوژیک زیادی از قبیل زمان تخم‌گذاری، مهاجرت‌های وابسته به رشد، فعالیت‌های وابسته به ماه قمری، حوادث پراسترس مثل جفت‌گیری، ساختار جمعیت، سن موجود و شرایط محیطی باشد (۹). از اینرو Arkhipkin (۲۰۰۵) به استاتولیت لقب "جعبه سیاه" را داده است. استاتولیت‌ها اطلاعات مفیدی را در مورد موقعیت و حرکت جانور در آب در اختیار آنها قرار می‌دهد. همچنین دریافت جاذبه، حفظ تعادل و کنترل سرعت جانور را به عهده دارند. به طور بالقوه استاتوسیسست‌ها توانایی دریافت، ثبت و تفسیر اصوات با فرکانس کم را دارا می‌باشند (۲۲ و ۲۳) و از نظر عملکرد مشابه اتولیت ماهیان می‌باشند (۱۳).

اولین بار Clarke (۱۹۶۶) حلقه‌های رشد استاتولیت سرپایان را مشاهده نمود و توسط محققین بسیاری از جمله Lipinski (۱۹۷۹)،

Lipinski و Morris (۱۹۷۹)، Aldrich (۱۹۸۵)، Guerra و Bettencourt (۱۹۸۶)، Raya و همکاران (۱۹۹۴)، Perez و همکاران (۲۰۰۶)، Sukramongkol و همکاران (۲۰۰۷) و Barratt و Allcock (۲۰۱۰) بعنوان ابزاری برای تعیین سن سرپایان بطور مستقیم بکار گرفته شد.

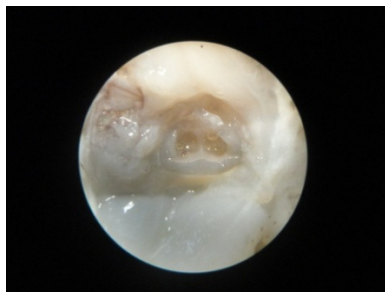
به دلیل غالبیت این آبری در آبهای ایران و از سویی دیگر به علت ارزش غذایی بالای آن که غنی از پروتئین (۲)، اسید چرب غیرقابل اشباع (۳۵)، ویتامین C و مواد معدنی (کلسیم، پتاسیم، روی، آهن و فسفر) می‌باشد و در نهایت به دلیل ارزش بالای صادراتی آن، چنین به نظر می‌رسد که در آینده نزدیک با اعمال مدیریت شیلاتی در جهت بهره‌برداری بهینه از ذخایر آن بتوان سرمایه‌گذاری و در نتیجه برداشت بیشتری بعمل آورد.

هدف از این تحقیق تعیین ساختار سنی ماهی مرکب، برای ارزیابی، مدیریت و حفاظت از ذخایر آن توسط مدیران شیلاتی می‌باشد تا در نهایت منجر به بهره‌برداری و توسعه پایدار شود. لازم به ذکر است که تعیین سن ماهی مرکب ببری به روش پولیش از استاتولیت برای اولین بار در ایران و منطقه صورت گرفته است.

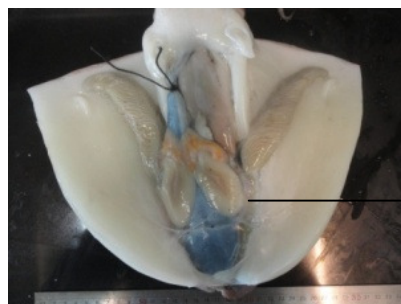
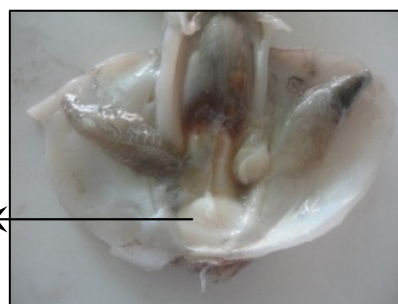
مواد و روشها

تهیه نمونه‌های ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonis*) به دو طریق صورت گرفت. یکی با حضور بر روی شناورهای ترالر کف در حوزه آبهای استان هرمزگان و سیستان و بلوچستان و هماهنگی با آنها، تعدادی نمونه تهیه گردید. همچنین با توجه به رواج صید کفزیان با گرگور، با صیادان محلی هماهنگی شد و از این طریق در مجموع ۸۰ عدد ماهی مرکب ببری جمع‌آوری گردید. نمونه‌های مذکور در برودت ۱۸- درجه سانتیگراد منجمد شده و به همان صورت به آزمایشگاه بیولوژی دریا در دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران منتقل شدند. در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌های ماهی مرکب توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. پارامترهای مورفومتریک از قبیل طول کل، طول مانتل و طول صدف به کمک خط‌کش زیست‌سنجی با دقت میلیمتر اندازه‌گیری و ثبت گردیدند. همچنین از نمونه‌ها توسط دوربین عکس تهیه شد. پس از بررسی‌های مورفومتریک ظاهری به منظور تعیین جنسیت اقدام به برش بدن از سطح





شکمی گردید (شکل ۱).

غده
نیدامنتالکیسه
نیدهام

بیضه

شکل ۱: دستگاه تولید مثلی ماده (بالا) و نر (پایین)

شکل ۲: استخراج استاتولیت

به منظور آماده‌سازی استاتولیت‌ها برای تعیین سن، قالب گیری نمونه‌ها به کمک رزین ترموپلاستیک Crystal Bond که ماده‌ای شفاف، ویسکوز و سخت شونده است، صورت گرفت. این رزین دمای ذوب پایین داشته و امکان تغییر موقعیت استاتولیت‌ها در هنگام عملیات مقطع‌گیری وجود دارد.

بعد از قالب‌گیری نمونه‌ها به منظور مقطع گرفتن از استاتولیت و مشاهده حلقه‌های رشد روزانه، طی دو مرحله استاتولیت‌ها پولیش شدند (۹، ۲۰، ۳۲، ۳۷ و ۳۸). این مرحله شامل دو فاز سمباده زدن و صیقل دادن بود و توسط کاغذ سمباده‌های شماره ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ روی یک سطح شیشه‌ای کاملاً مسطح صورت گرفت. در مرحله اول پولیش لام حاوی استاتولیت قالب‌گیری شده را وارونه نموده و با فشار خیلی کم روی کاغذ سمباده شماره ۱۰۰۰ و سپس کاغذ شماره ۱۵۰۰ به صورت دایره‌وار چرخانده و پولیش داده شد. فاز اولیه آن قدر ادامه یافت تا کانون استاتولیت زیر میکروسکوپ نوری مشاهده گردید. آنگاه در فاز دوم به کمک کاغذ سمباده‌های ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ و در حضور آلومینا خراش‌های ایجاد شده بر

از آنجا که روش شیمیایی در مورد نمونه‌های بزرگ مناسب نمی‌باشد و ممکن است محلول هضم کننده به استاتولیت آسیب وارد نماید (۱۶). در تحقیق حاضر استاتولیت‌ها به روش جراحی خارج شدند که بدین منظور از تکنیک‌های Rodhous و همکاران (۱۹۹۸) و Arkhipkin (۱۹۹۱) استفاده گردید. در این روش ابتدا به کمک قیچی قیف از سر جدا و با ظرافت کامل ناحیه پایین غضروف جمجمه زیر استریومیکروسکوپ به صورت افقی برش داده شد. فرو بردن اسکالپل با احتیاط کامل صورت گرفت تا مایع درون حفره‌ها و محوطه چشم، استاتوسیست را نپوشاند. آنگاه استاتولیت‌ها به تفکیک چپ و راست به کمک پنس بسیار ظریف از لابلا پایه‌های نگهدارنده بیرون آورده شدند (شکل ۲).

استاتولیت‌های چپ و راست بطور مجزا توسط آب مقطر ولرم در دو مرحله شستشو داده و سپس در دمای آزمایشگاه خشک شدند (۲۴ و ۴۰). آنگاه استاتولیت‌ها به تفکیک راست و چپ برای هر نمونه در میکروتیوب‌های کدگذاری شده حاوی اتانول ۷۰ درصد و در مکان خنک نگهداری شدند (۷، ۱۵ و ۳۱).



معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($P>0.05$). رابطه طول مانتل و وزن بدن بصورت معادله نمایی $TW=0.0003ML^{2.7509}$ ($R^2=0.992$) (نمودار ۱) نشان می‌دهد که طول مانتل و وزن بدن ماهی مرکب ببری در هر دو جنس دارای همبستگی مثبت می‌باشند. همچنین رابطه طول کل و وزن بدن نیز بیانگر رشد ایزومتریک ماهی مرکب ببری است.

آزمون Pearson با میزان اطمینان ۹۵ درصد بیانگر این مطلب بود که بیشترین ضریب تشخیص ($R^2=0.996$) متعلق به ارتباط طول مانتل (ML) و طول صدف داخلی (PL) می‌باشد. همچنین نتایج آماده‌سازی استاتولیت‌ها برای تعیین سن در شکل ۴ نشان داده شده است. گنبد جانبی بهترین مکان برای شمارش حلقه‌ها تشخیص داده شد. همچنین مشخص گردید عملیات پولیش زدن تا حدی که مرکز و لبه‌های استاتولیت از بین نرود، ادامه یابد.

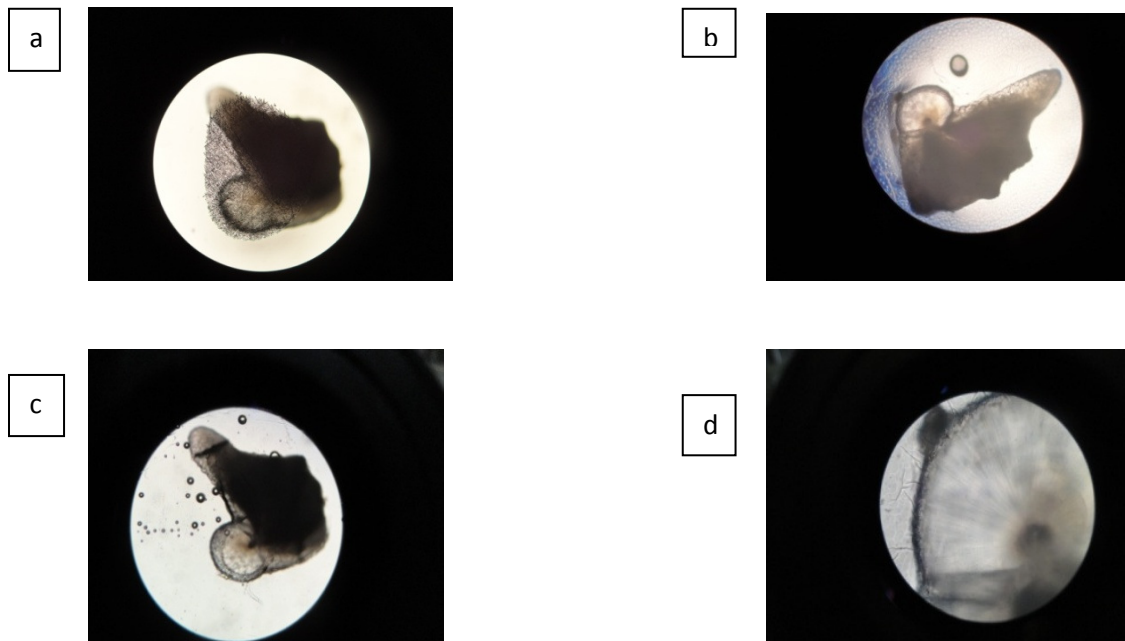
نتایج شمارش حلقه‌ها و تعیین سن بیانگر این بود که بزرگترین نمونه ماهی مرکب با طول مانتل ۳۲/۵ سانتیمتر دارای ۷۸ حلقه رشد و کوچکترین نمونه با طول مانتل ۸ سانتیمتر دارای ۴۵ حلقه بود. همچنین ضریب تشخیص پارامتر سن (تعداد حلقه‌ها) با طول مانتل بسیار قوی ($R^2=0.98$) مشخص گردید. رابطه طول مانتل (ML) و سن (T) طبق مدل نمایی به صورت $ML=0/004T^{2/594}$ می‌باشد. نمودار همبستگی، به همراه معادله و ضریب همبستگی مربوط به پارامتر سن با طول مانتل در نمودار ۲ آورده شده است.

سطح پولیش داده شده، برطرف شدند. برای قابل رویت و واضح شدن حلقه‌های تیره، هر نمونه در معرض یک تا دو قطره محلول 0.1M EDTA به مدت ۱۰-۱۲۰ ثانیه قرار گرفت (۱۱، ۱۹ و ۲۰). سپس نمونه‌ها با آب مقطر فراوان شستشو شدند. شمارش حلقه‌ها با تشخیص یک مسیر مناسب از حلقه اولیه تا لبه استاتولیت در ناحیه گنبد جانبی صورت گرفت. در ضمن شمارش حلقه‌ها مبنی بر این فرض بود که اگر مناطق سفید بیش از ۱۵ درصد سطح کل استاتولیت را پوشش دهند، استاتولیت کنار گذاشته شود (۳۴ و ۳۹). شایان ذکر است در این تحقیق جهت معنی‌دار بودن رابطه میان شاخص‌های مورفومتریک اندازه‌گیری شده از آنالیز آماری واریانس (ANOVA) یک طرفه دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شده است. برای تعیین ضریب تشخیص و میزان همبستگی بین پارامترها آزمون پارامتریک Pearson با سطح اطمینان ۹۵ درصد بکار گرفته شده است. همچنین به منظور تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف در نسبت جنسی از آزمون کای مربع و برای تعیین نوع رشد ماهی مرکب از تست (t- b student) استفاده شد. در این تحقیق جهت انجام آنالیزها و آزمون‌های آماری از نرم‌افزارهای Excel ۲۰۰۷ و SPSS نسخه ۱۶ استفاده شده است.

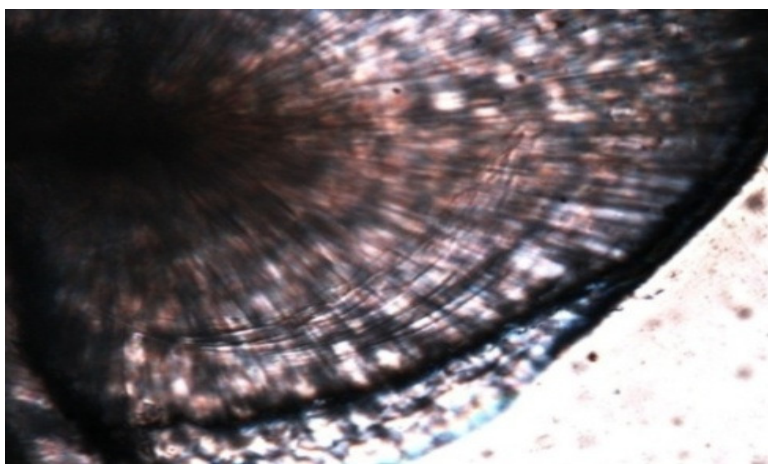
نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای مورفومتریک ماهی مرکب ببری در آزمایشگاه نشان داد بزرگترین اندازه طولی متعلق به جنس نر با طول مانتل ۳۲/۵ سانتیمتر می‌باشد. همچنین آزمون کای مربع اختلاف معنی‌داری را در مورد نسبت جنسی نشان داد. که نسبت جنس نر به ماده به صورت $M:F=0/92:1/08$ بود.

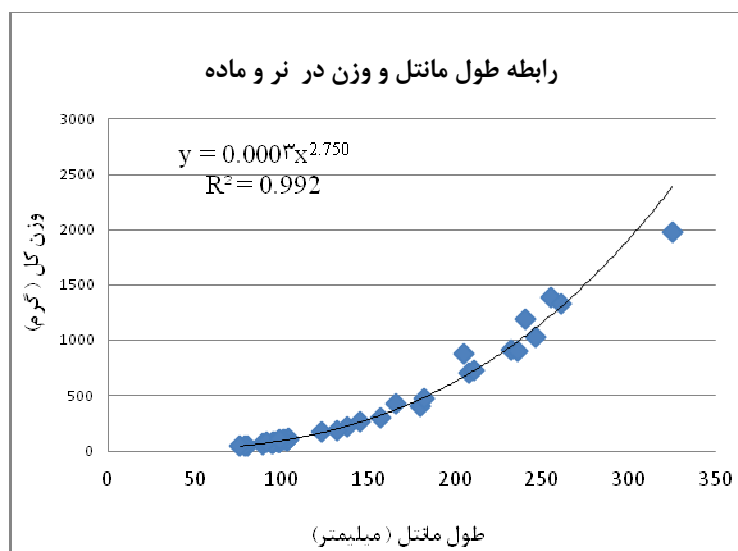
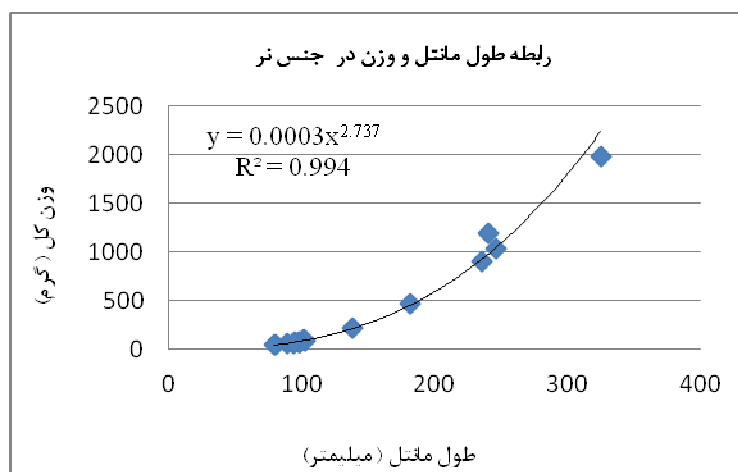
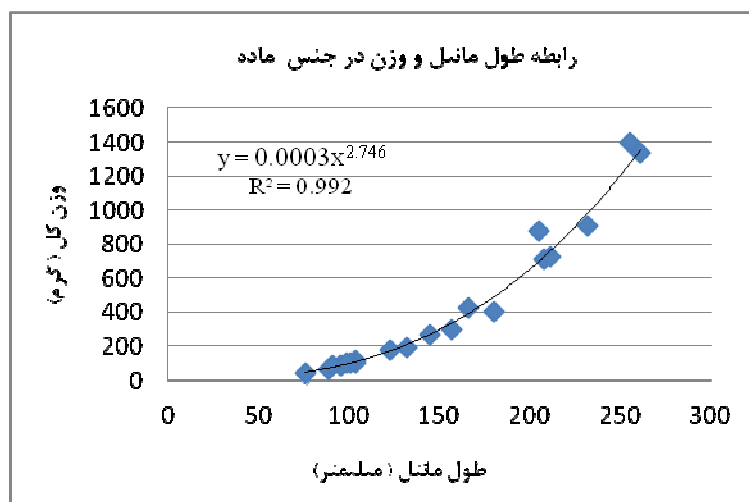
آنالیز ANOVA یک طرفه دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد در مورد پارامترهای مورفومتریک اندازه‌گیری شده اختلاف



شکل ۳: تصاویر حاصل از مراحل مختلف پولیش استاتولیت زیر میکروسکوپ نوری (a) پولیش اولیه با کاغذ شماره ۱۰۰۰ (b) پولیش با کاغذ ۱۵۰۰ و مشاهده کانون استاتولیت (c) صیقل دادن با کاغذ ۲۰۰۰ (d) صیقل نهایی با کاغذ ۲۵۰۰

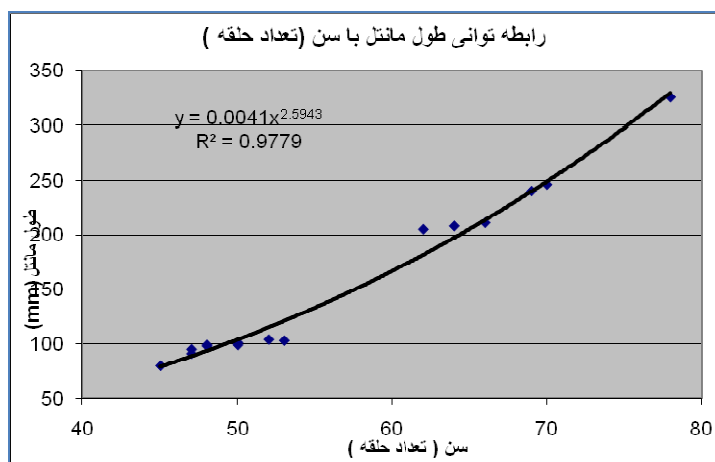


شکل ۴: مقطع استاتولیت پولیش داده شده حاوی حلقه‌های رشد



نمودار ۱: رابطه طول مانندل و وزن بدن ماهی مرکب ببری به تفکیک جنس نر و ماده در آبهای خلیج فارس و دریای عمان





نمودار ۲: رابطه تعداد حلقه‌های استاتولیت با طول مانتل ماهی مرکب (*Sepia pharaonis*)

بحث

مرکب ببری بسیار قوی و مثبت مشاهده شد. همچنین ضریب تشخیص میان طول کل و طول تانتاکول بسیار قوی و مثبت مشاهده شد، که منطبق با رفتارهای بیولوژیک افزایش تمایل جانور به استفاده از تانتاکول‌ها طی حمله به شکار و تغذیه و همچنین دفاع در برابر شکارچیان با افزایش اندازه و رشد بدن است. در خصوص وجود ضریب تشخیص بالا ($R^2=0.996$) بین طول مانتل و طول صدف داخلی می‌توان گفت این همبستگی قوی در ارتباط با رفتار فیزیولوژیک محافظت صدف از ماهی مرکب با افزایش طول مانتل و همچنین تنظیم شناوری و جلب توجه جانور جنس مخالف در هنگام جفتگیری می‌باشد. رابطه طول مانتل و طول صدف در مطالعات Aoyama و Nguyen (۱۹۸۹) روی ماهی مرکب ببری در سواحل یمن نیز به صورت خطی و با همبستگی بسیار قوی و مثبت بود و نشان‌دهنده‌ی یکسان بودن آن با تحقیق حاضر می‌باشد.

با توجه به تعداد ۷۸ حلقه بدست آمده طی این تحقیق برای ماهی مرکب ببری در طول مانتل ۳۲/۵ سانتیمتر و براساس خصوصیات زیستی ماهی مرکب ببری و سابقه تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین، تشکیل حلقه‌ها را نمی‌توان بصورت کاملاً روزانه در نظر گرفت. این نتیجه‌گیری همسو با مطالعات Raya و همکاران (۱۹۹۴) در سواحل آفریقا می‌باشد. آنها نشان دادند که استاتولیت ماهی مرکب *S. hierredda* با طول مانتل ۳۸/۵ سانتیمتر دارای ۸۲ حلقه رشد بوده و سن ۸۲ روز را غیر معقول دانستند. علاوه بر این Kristensen (۱۹۸۰) با مطالعه روی استاتولیت *Gonatus fabricii* فرضیه‌ای را مبنی بر تشکیل حلقه‌های رشد با الگوی ماهانه (دو هفته یکبار) ارائه داده است. بر این اساس می‌توان گفت حداکثر سن ماهی مرکب ببری بالغ بر ۳ سال می‌باشد. از طرف دیگر شرایط دمایی خلیج

مشاهده حداکثر اندازه طولی در نمونه‌های نر در تحقیق حاضر (تقریباً ۳۳ سانتیمتر) منطبق با یافته‌های ولی‌نسب (۱۳۸۸) در آبهای خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. بررسی‌های Aoyama و Nguyen (۱۹۸۹) روی ماهی مرکب ببری در سواحل یمن بیانگر این مطلب است که نمونه‌های بالای ۳۰ سانتیمتر همگی نر می‌باشند و دلیل آن را طول عمر کمتر در ماده‌ها دانسته و اینکه دو جنس نر و ماده از نظر سرعت رشد متفاوت می‌باشند. همچنین Haddy (۲۰۰۷) و Gabr و همکاران (۱۹۹۸) حداکثر طول مانتل ماهی مرکب ببری را بترتیب در آبهای کوئینزلند (شمال استرالیا) و کانال سوئز ۲۴۷ و ۲۵۰ میلیمتر گزارش نموده‌اند که در مقایسه با تحقیق حاضر نمونه‌های آبهای ایران بزرگتر می‌باشند.

نتایج حاصل از رگرسیون رابطه طول مانتل و وزن بدن ماهی مرکب ببری در هر دو جنس نر و ماده همسو با نتایج حاصل از بررسی‌های Aoyama و Nguyen (۱۹۸۹) مبنی بر نمای بودن رابطه طول مانتل و وزن بدن (همبستگی قوی) ماهی مرکب ببری در سواحل یمن می‌باشد. همچنین رابطه مذکور در ماهی مرکب ببری مشابه با گونه‌های *Sepia savignyi* و *Sepiella inermis* در آبهای یمن است. مشخص شدن وضعیت رشد ایزومتریک در *Sepia pharaonis* طی این تحقیق با مطالعات Raya و همکاران (۱۹۹۴) مبنی بر ایزومتریک بودن رشد ماهی مرکب *Sepia hierredda* همسویی دارد. تفسیر حاصل از جدول همبستگی میان پارامترها بدین قرار می‌باشد که وزن (TW)، طول کل (TL)، طول مانتل (ML)، طول صدف (PL) و وزن صدف (PW) به دلیل دارا بودن بیشترین همبستگی با پارامترهای ریخت‌سنجی ماهی مرکب، به عنوان شاخص‌های مناسبی شناخته شدند. همبستگی میان پارامترهای ماهی



۲- سمیعی، ک.، ولی نسب، ت.؛ وثوقی، غ.ح.؛ حسن زاده کیایی، ب. و فاطمی، م.، ۱۳۸۸. بیولوژی تولید مثل اسکوتید هندی (*Uroteuthis duvauceli*). مجله علوم شیلاتی ایران، سال هشتم، شماره ۱، صفحات ۸۵ تا ۹۶.

۳- ولی نسب، ت.، ۱۳۷۲. پروژه بررسی بیولوژی ماهی مرکب ببری و شناسایی گونه‌های مختلف سرپایان، مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. گزارش نهایی. ۶۵ صفحه.

۴- ولی نسب، ت.، ۱۳۸۸. بررسی ذخایر ماهی مرکب در شرق آب‌های استان خوزستان. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. گزارش نهایی، ۷۸ صفحه.

5-Aoyama, T. and Nguyen, T., 1989. Stock assessment of cuttlefish of the coast of peoples Democratic Republic of Yemen. J. of Shimonoseki University of Fisheries. 37:61-112, Available at Zoological Records (Yemen-marine).

6-Arkhipkin, A.I., 1991. Methods for cephalopod age and growth studies with emphasis on statolith ageing techniques. In: 'Proceedings of the International Workshop held in the Instituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (ITPP-CNR), Mazara del Vallo, Italy, Squid Age Determination Using Statoliths.' Jereb P., Ragonese S., and Von Boletzky S., pp.11-17.

7-Arkhipkin, A.I., 1997. Age and growth of the mesopelagic squid *Ancistrocheirus lesueurii* (Oegopsida: Ancistrocheiridae) from the central-east Atlantic based on statolith microstructure. Mar. Biol. 129:103-111.

8-Arkhipkin, A.I., 2005. Statoliths as 'black boxes' (life recorders) in squids. Mar. Freshw. Res., 56: 573-583.

9-Barratt, L.M. and Allcock, A.L., 2010. Ageing octopods from stylets: Development of a technique for permanent preparations. ICES J. Mar. Sci., 67:1452-1457.

10-Bettencourt, V. and Guerra, A., 2001. Age studies based on daily growth increments in statoliths and growth lamella in cuttlebone of cultured *Sepia officinalis*. Mar. Biol., 139:327-334.

فارس و دریای عمان، نریتیک بودن این گونه و محدوده پراکنش حداکثر عمق ۱۳۰ متری (۴) آن سبب می‌شود که به منظور تغذیه فقط در آب‌های کم عمق فلات قاره مهاجرت داشته و با توجه به نقش فاکتورهای فتوپریود و حرارت در بحث تشکیل حلقه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که تشکیل حلقه‌ها در استاتولیت *Sepia pharaonis* کاملاً بصورت روزانه صورت نمی‌پذیرد. همچنین Silas و همکاران (۱۹۸۵) در سواحل Madras هندوستان، سن ماهی مرکب ببری با طول مانتل ۳۱ تا ۳۲ سانتیمتر را به روش آنالیز فراوانی‌های طولی ۳۶ ماه برآورد نمودند. این مطلب موید نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر می‌باشد.

علاوه بر این پی‌بردن به ارتباط قوی بین طول مانتل و سن ماهی مرکب ببری ($R^2=0.98$) در این تحقیق همسو با مطالعات Raya و همکاران (۱۹۹۴) مبنی بر وجود همبستگی معنی‌دار بین طول مانتل و تعداد حلقه‌های موجود در استاتولیت *hierredda* می‌باشد. همچنین این معادله‌نمایی در مورد *Illlex coindetii* با $R^2=0.83$ توسط Gonzalez و همکاران (۲۰۰۰) بدست آمده است. همچنین رابطه طول مانتل پشتی و سن در اسکوتید هندی توسط سمیعی (۱۳۸۸) با همبستگی قوی و مثبت به صورت نمایی بیان شده و مشابه نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. براساس این تحقیق می‌توان اظهار داشت ماهی مرکب ببری با طول مانتل ۵ تا ۱۰ سانتیمتر تقریباً تا مرز ۲۵ ماه سن داشته و نمونه‌هایی با طول مانتل ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر ۳۵ ماه از سن آنها سپری شده است. همچنین سن بزرگترین نمونه طی این تحقیق با طول مانتل ۳۲ سانتیمتر ۳۹ ماه تخمین زده شد. نتایج حاصل از تحقیقات این بررسی نشان دادند میزان همبستگی طول صدف و طول مانتل بسیار قوی می‌باشد. همچنین رابطه طول صدف با تعداد حلقه‌های موجود در استاتولیت قوی و مثبت ($R^2=0.97$) است و علت آن افزایش نیاز جانور به شناوری بیشتر با افزایش سن می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از خانم کاتالینا پیرالس رایسا مدیر مرکز اقیانوس‌شناسی اسپانیا در جزایر قناری، بدلیل همکاری‌های مساعدت آمیز و ارزشمندشان طی مراحل تحقیق تشکر می‌نمایم. همچنین از آقای الکساندر آرخیپکین مدیر مؤسسه اقیانوس‌شناسی و تحقیقات شیلات اقیانوس اطلس از روسیه به خاطر همکاری‌های بیدریغشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- پرافکنده حقیقی، ف.، ۱۳۸۷. تعیین سن در آرییان. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۹ صفحه.



- 11-Bigelow, K.A. and Landgraf, K.C., 1993.** Hatch dates and growth of *ommastrephes bartramii* prar larvae from Hawaiian Waters as determined from statolith analysis. Recent Advances in Fisheries Biology. pp.15-24.
- 12-Boyle, P., 2002.** cephalopod biomass and production: An introduction to the symposium. Bull. Mar. Sci., University of Miami, USA. Vol. 71, No. 1, pp.13-16.
- 13-Campana, S.E. and Neilson, J.D., 1985.** Microstructure of fish otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42:1014-1032
- 14-Ceriola, L. and Milone, N., 2007.** Cephalopods age determination by statolith reading: A technical manual. Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. 22:78P.
- 15-Challier, L.; Royer, J. and Robin, J.P., 2002.** Variability in age-at-recruitment and early growth in English Channel *Sepia officinalis* described with statolith analysis. 15: 303-311.
- 16-Clarke, M.R., 1966.** A review of the systematic and ecology of ocean squids. Adv. Mar. Biol., 4:99-300.
- 17-Dawe, E.G. and Natsukari, Y., 1991.** Sampling, extraction, and storage of statoliths. In Proceedings of the International Workshop held in the Instituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (ITPP-CNR), Mazara del Vallo, Italy. Squid Age Determination Using Statoliths. pp.83-95.
- 18-Gabr, H.R.; Hanlon, R.T.; Hanafy, M.H. and 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. Fish. Res., 36:99-115.
- 19-Gauldie, R.W. and Radtke, R.L., 1990.** Microincrementation: Facultative and obligatory precipitation of otolith crystal Comp. Biochem. Physiol., 97A:137-144.
- 20-Gonzalez, A.F.; Dawe, E.G.; Beck, P.C. and Perez, J.A.A., 2000.** Comparative study on *Illex illecebrosus*. Andaman Sea of Thailand. Rev. Fish. Biol. Fish., 17:237-246.
- 21-Haddy, J.A., 2007.** Review the known biology and distribution of all recently approved permitted fish species associated with the trawl fishery. Literature review. pp.137-155.
- 22-Hanlon, R.T. and Budelmann, B.U., 1987.** Why cephalopods are probably not deaf. American Naturalist. Vol. 129, No. 2, pp.312-317.
- 23-Hanlon, R.T. and Messenger, J.B., 1996.** Cephalopod behavior. Cambridge University Press. 232P.
- 24-Jackson, G.D. and Wadley, V.A., 1998.** Age, growth, and reproduction of the tropical squid *Nototodarus hawaiiensis* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off the north-west slope of Australia. Fish. Bull. 96:779-787.
- 25-Jereb, P. and Roper, C.F.E., 2005.** Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Chambered nautilus and sepioids (Mautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadaridae, Idiosepiidae and Spirulidae). FAO Species Catalogue for Fisheries Purposes. No. 4, Vol. 1. Rome, FAO. 262P.
- 26-Kristensen, T.K. 1980.** Periodical growth rings in cephalopod statoliths. Dana, 1:39-51.
- 27-Krstulovic Sifner, S., 2008.** Methods for age and growth determination in cephalopods. 66:25-34.
- 28-Lipinski, M.R., 1978.** The age of Squids, *Illex argentinus* (LeSuer, 1821) from the statoliths. ICNAF Res. No. 5167.
- 29-Lipinski, M.R., 1986.** A preliminary study on age of squids from their statoliths. NAFO SCR Doc. No. 22, 17P.
- 30-Lipinski, M.R.; Dawe, E. and Natsukari, Y., 1991.** Squid age determination using statoliths. pp.77-81



- 31-Miyahara, K.; Ota, T.; Gto, T. and Gorie, S., 2006.** Age growth and hatching season of the diamond squid, *Thysanoteuthis rhombus*, estimated from statolith analysis and catch data in the western Sea of Japan. *Fish. Res.*, 80:211-220.
- 32-Moltschaniwskyj, N. A. and Cappel, M., 2009.** Non-otolith ageing techniques: the use of other techniques to derive estimates of age and growth. Springer. pp.133-173.
- 33-Morris, C.C. and Aldrich, F.A., 1985.** Statoliths length and increment number for age determination in squid *Illex illecebrosus* (Lesueur, 1821) (Cephalopoda: Ommastrephidae). *NOFO Sci. Coun. Studies*, 9:101-106.
- 34-Natsukari, Y., 1998.** Manual for grinding squid's statolith and reading growth increments. Nagasaki University. pp.852-8521.
- 35-Navarro, J.C. and Villanueva, R., 2005.** Lipid and fatty acid composition of early stages of cephalopods: An approach to their lipid requirements. *Aquaculture*, 183:161-177.
- 36-Perez, J.A.A.; Aguiar, D.C. and Santos, J.A.T., 2006.** Gladius and statolith as tools for age and growth studies of the squid *Loligo plei* off Southern Brazil. *Brazilian Arch. Biol. Technol.*, 49:747-755.
- 37-Raya, C.P.; Fernandez-Nunez, M.; Balguerias, E. and Hernandez-Gonzalez, C.L., 1994.** Progress towards ageing cuttlefish *Sepia hierredda* from the northwestern African coast using statoliths. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 114:139-147.
- 38-Robin, J.P.; Denis, V.; Royer, J. and Challier, L., 2002.** Recruitment, growth and reproduction in *Todaropsis eblanae* (Ball, 1841), in the area fished by French Atlantic Trawlers. *Bull. Mar. Sci.*, pp.711-724.
- 39-Rocha, F. and Guerra, A., 1999.** Age and growth of two sympatric squids *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* in Galician Waters. *J. Mar. Biol.* 79:697-707.
- 40-Rodhouse, P.G., Dawe, E.G. and O'Dor, R.K., 1998.** Squid recruitment dynamics: The genus *Illex* as a model, the commercial *Illex* species and influences on variability. FAO Fisheries Technical Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. pp.157-162.
- 41-Shrock, R.R. and Twenhofel, W.H., 1953.** Principles of invertebrate paleontology, McGraw Hill, New York, USA. 300P.
- 42-Silas, E.G.; Sarvesan, R.; Nair, K.P.; Sastri, K.A.; Sreenivasan, P.V.; Meiappan, M.M.; Vidyasagar, K.; Rao, K.S. and Rao, B.N., 1985.** Some aspect of the biology of cuttlefish. Central Marine Fisheries Research Institution, Cochin, Indian. 37:49-70.
- 43-Spratt, J.D., 1979.** Age and growth of the market squid, *Loligo opalescens berry*, from statoliths. *CalCOFI Rep. Vol. XX*. pp.58-64.
- 44-Steer, M.A.; Pecl, G.T. and Moltschaniwskyj, N.A., 2003.** Are bigger calamari *Sepioteuthis australis* hatchlings more likely to survive. A study based on statolith dimensions. *Mar. Ecol.*, 261:175-182.
- 45-Sukramongkol, N.; Tsuchiya, K. and Segawa, S., 2007.** Age and maturation of *Loligo duvauceli* and *L. chinensis* from Andaman Sea of Thailand. *Rev. Fish. Biol. Fish.*, 17:237-246.
- 46-Xavier, J.C.; Rodhouse, P.G. and Croxall, J.P., 2002.** Unusual occurrence of *Illex argentinus* in the diet of albatrosses breeding at bird Island, South Georgia. *Bull. Mar. Sci.*, 71:1109-1112.

