مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی مقایسه‌ای رابطه وزن و ابعاد اتولیت با طول ماهی در گونه‌های جنس *Neogobius* در حوضه جنوبی دریای خزر

پریسا داودی*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۷/۰۲/۰۵
اصلاح: ۹۷/۰۴/۲۰
پذیرش: ۹۷/۰۸/۰۶

کلمات کلیدی:
اتولیت
دریای خزر
ضریب همبستگی
گاوماهی

چکیده

در این مطالعه روابط بین وزن اتولیت و ابعاد آن با طول ماهی در گونه‌های جنس *Neogobius* از خانواده گاوماهیان بررسی شده است. در طی این پژوهش، ۱۴۹ قطعه ماهی متعلق به سه گونه *Neogobius pallasi* ، *N. caspius* و *N. melanostomus* از منطقه انزلی در جنوب غربی دریای خزر توسط تور ترال کف صید شدند. پس از استخراج اتولیت از نمونه‌ها، وزن، طول و ارتفاع اتولیت در هر نمونه ثبت گردید. میانگین وزن و ابعاد اتولیت در گونه‌های مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار بوده و اتولیت در *N. melanostomus* نسبت به دو گونه دیگر، وزن کمتر و ابعاد کوچک‌تری دارد. در *N. pallasi* و *N. caspius* متغیر وزن اتولیت در مقایسه با سایر متغیرها، بیشترین همبستگی را با طول ماهی نشان می‌دهد، درحالی‌که در *N. melanostomus* علاوه بر وزن، طول اتولیت نیز همبستگی بالایی با طول ماهی دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد، در بررسی زنجیره‌های غذایی در حوضه جنوبی دریای خزر، از وزن و ابعاد اتولیت به عنوان ابزاری مفید در تعیین طول گونه‌های جنس *Neogobius* می‌توان استفاده نمود.

مقدمــه

خانواده گاوماهیان (Gobiidae) با ۳۹ گونه از ۱۲ جنس، رتبه دوم را پس از خانواده کپورماهیان از نظر غنای گونه‌ای در حوضه جنوبی دریای خزر دارا است (Kottelat and Freyhouf, 2007; Esmaeili *et al*., 2014). همچنین، اعضای این خانواده با دارا بودن ٪۴۲ گونه‌های اندمیک، به لحاظ حفاظتی دارای ارزش ویژه‌ای است (Esmaeili *et al*., 2014). جنس *Neogobius* با سه گونه گاوماهی شنی خزری *Neogobius pallasi*، گاوماهی خزری *N. caspius* و گاوماهی دم‌گرد *N. melanostomus*، از جمله فراوان‌ترین جنس‌های خانواده گاوماهیان در حوضه دریای خزر است. این گونه‌ها در آب‌های کم‌عمق، حداکثر تا ۲۵ متر حضور هرجایی دارند که بیشینه آماری آنها در عمقی کمتر از پنج متر است (Kottelat and Freyhouf, 2007). اتولیت یا سنگریزه‌های شنوایی، ساختارهای سخت حاوی مواد معدنی و آلی بوده که در گوش داخلی ماهیان استخوانی به عنوان اندام حس تعادل و شنوایی به کار می‌روند (Nolf, 1985). اتولیت به دلیل دارا بودن تنوع بین گونه‌ای، به عنوان ابزاری مفید در شناسایی گونه‌های ماهیان مطرح است. از این رو در طیف وسیعی از مطالعات مانند ماهی‌شناسی، فسیل‌شناسی، جغرافیای جانوری و لایه‌نگاری رسوبات، مورد استفاده قرار می‌گیرند (Tuset *et al*., 2008). در مطالعاتی نیز که به منظور تحلیل رژیم غذایی ماهیان شکارچی (Silva, 1999; Santos *et al*., 2014; Pierce *et al*., 2011; Fitch and Brownell, 1968; Fernandez *et al*., 2009)، پرندگان دریایی (Duffy and Jackson, 1986) و پستانداران دریایی (Pierce and Boyle, 1991) انجام شده

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: p.davoodi@umz.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]

است، اتولیتها به دلیل حفظ شکل در محتویات معده، به عنوان پرکاربردترین ساختار در شناسایی شکار معرفی شده‌اند. این امر سبب شده است که کلیدهای شناسایی متعدد و کاتالوگ‌های دیجیتال (Tuset *et al*., 2008; Campana, 2004) از تنوع گونه‌ای اتولیتها تهیه شوند. پس از شناسایی گونه‌ای، به منظور برآورد سهم انرژی دریافتی از هر گونه در رژیم غذایی، با تعیین نوع رابطه همبستگی بین طول و وزن ماهی با ابعاد و وزن اتولیت، توده بدنی شکار بازسازی خواهد شد (Valinassab *et al*., 2015; Zan *et al*., 2015; 2012; Granadeiro and Silva, 2000; Gimenez *et al*., 2016; Battaglia *et al*., 2015). Valinassab و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود، رابطه بین ابعاد اتولیت و طول ماهی را در ۱۰ گونه از شگ ماهیان[1] حوضه خلیج‌فارس و دریای عمان بررسی نموده‌اند. Battaglia و همکاران (۲۰۱۵) علاوه بر مطالعه مقایسه‌ای ریخت سنجی اتولیت، رابطه بین طول و عرض اتولیت با طول ماهی را در ۱۶ گونه از ماهیان دریای مدیترانه تعیین نمودند. Gimenez و همکاران (۲۰۱۶) نیز در مطالعه خود رابطه بین اندازه اتولیت و طول ماهی را در ۴۰ گونه از ماهیان شمال اقیانوس اطلس و ۱۴۲ گونه از ماهیان دریای مدیترانه مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این نوع محاسبات به طور موفقیت‌آمیزی در تخمین طول و وزن گونه شکار شده در زنجیره‌های غذایی به کار گرفته شده است (Tarkan *et al*., 2007; Santos *et al*., 2014; De Pierrepont *et al*., 2005; Hernandez-Milian *et al*., 2015;). متأسفانه اکثر تحقیقات در این زمینه‌ها، به گونه‌های با ارزش اقتصادی و مناطق جغرافیایی خاص، محدود شده است. به عنوان نمونه، به دلیل عدم بهره‌برداری اقتصادی، مطالعات بسیار محدودی در زمینه‌های زیستی گاوماهیان به انجام رسیده است. این در حالی است که در بررسی رژیم غذایی بسیاری از ماهیان با ارزش اقتصادی از جمله ماهیان خاویاری (Acipenceridae) و جانوران کمیاب و در معرض انقراض مانند فوک دریای خزر (*Pusa caspica*)، اعضای این خانواده به عنوان غذای اصلی این موجودات مطرح بوده‌اند (Abdoli and Naderi, 2009). از معدود مطالعات انجام شده در زمینه بررسی اتولیت گاوماهیان، می‌توان به مطالعه Bani و همکاران (۲۰۱۳) اشاره نمود که در بررسی خود بر روی سه گونه *Ponticola gorlap*، *P. bathybius* و *Neogobius caspius*، ریخت‌شناسی و ریخت سنجی اتولیت را به عنوان صفات مهم در تشخیص آن‌ها معرفی نموده‌اند. همچنین در مطالعه دیگری استفاده از شکل اتولیت به عنوان ابزاری مفید در شناسایی گونه‌های جنس *Neogobius* معرفی شده است (Davoodi and Rahimian, 2016). هدف از این مطالعه، مقایسه وزن و ابعاد اتولیت در گونه‌های جنس *Neogobius* و همچنین بررسی وجود ارتباط معنی‌دار بین این متغیرها و طول ماهی در سه گونه مذکور است.

مواد و روش‌ها

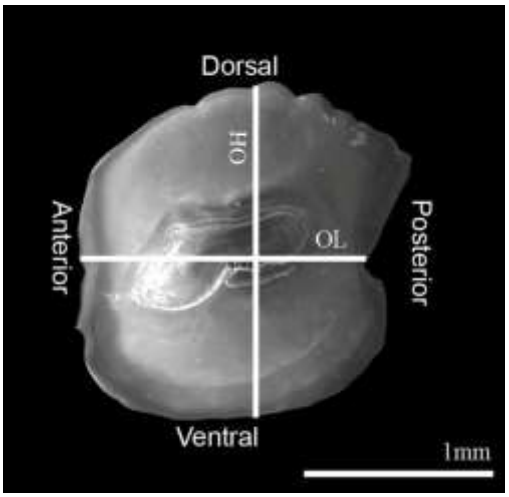
نمونه‌برداری برای صید گاوماهیان توسط تور ترال کف در منطقه انزلی (۳۷°۲۰’۲۲’’N؛۴۹°۲۷’۴۴’’E) در جنوب غربی دریای خزر انجام شد. در مجموع ۱۴۹ قطعه ماهی از سه گونه *Neogobius pallasi*، *N. caspius* و *N. melanostomus* صید شدند (جدول ۱). سپس بر اساس کلیدهای معتبر شناسایی و بر اساس شکل پاپیلای تناسلی تعیین جنسیت شدند (Berg, 1949; Abdoli and Naderi, 2009). ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن و طول آن‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. جهت استخراج اتولیت در ناحیه عقب چشم ماهی، شکافی ایجاد و با استفاده از میکروسکوپ تشریح، اتولیت ساژیتا از کپسول خارج، در آب مقطر شستشو و با کاغذ خشک شد. وزن اتولیت (OW) با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم ثبت شد. از اتولیت‌ها با استفاده دوربین SONY DSC-HX5V تصاویر دیجیتال تهیه و سپس در محیط نرم‌افزار Tpsdig۲ طول اتولیت (OL) و ارتفاع اتولیت (OH) محاسبه شد (شکل ۱). سپس رابطه بین طول ماهی و وزن اتولیت و رابطه بین طول ماهی و ابعاد اتولیت در هر گونه، بر اساس وضعیت پراکنش داده ها در نمودار نقطه‌ای و آزمون همبستگی پیرسون (Pearson’s correlation test) بررسی شد. خطوط رگرسیون بر اساس معادله $Y= a +bX$ که در آن Y معرف وزن اتولیت، X طول ماهی، a و b ضرایب ثابت است، ترسیم شد. به منظور حذف اثر اختلاف اندازه از مقادیر ریخت سنجی، داده‌های ریخت‌سنجی، به کمک فرمول $M_{(r)} = M_{(0)} (L/L_0)$ استاندارد شدند (Beacham,1985). در این فرمول M(r) مقادیر استاندارد شده صفت r، $M_{(0)}$ مقدار مشاهده شده صفت r، L میانگین طول

[1] Clupeidae

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]

ماهی برای کل نمونه، L_0 طول هر نمونه و b شیب خط رگرسیونی بین $Log\ M_0$ و $Log\ L_0$ هر نمونه است. جهت مقایسه اختلاف معنی‌دار بین میانگین دو متغیر در متغیرهای نرمال، از آزمون t-test و برای مقایسه میانگین بیش از دو متغیر از تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. تحلیل‌های آماری در محیط نرم‌افزار SPSS انجام شد.



شکل ۱. مورفولوژی اتولیت راست *Neogobius pallasi*.

جدول ۱. تعداد و دامنه طولی نمونه‌های سه گونه *Neogobius pallasi*، *N. caspius* و *N. melanostomus* بررسی شده در مطالعه حاضر.

گونه	جنسیت	تعداد (دامنه طولی) (mm)
Neogobius Pallasi	نر	۴۰ (۷۰-۱۴۰)
	ماده	۲۲ (۷۰-۹۵)
Neogobius caspius	نر	۲۵ (۷۲-۱۴۷)
	ماده	۲۰ (۶۵-۱۰۰)
Neogobius melanostomus	نر	۲۰ (۶۵-۱۱۶)
	ماده	۲۲ (۷۰-۹۰)

نتایـج

تفاوت معنی‌داری در وزن و ابعاد اتولیت در جنس نر و ماده و موقعیت آن (اتولیت چپ و راست) وجود نداشت (t-test; ۰/۱۲ =p). وزن اتولیت در *N. melanostomus* نسبت به وزن اتولیت در *N. pallasi* و *N. caspius* در نمونه‌های هم‌اندازه، به طور معنی‌داری کمتر بود ($p \leq$۰/۰۵) (جدول ۲). رابطه وزن اتولیت- طول ماهی، در هر سه گونه خطی بوده و وزن اتولیت همزمان با افزایش طول ماهی افزایش می‌یافت (شکل۲). میزان همبستگی بین وزن اتولیت و طول ماهی در *N. pallasi* (R=۰/۷۶) کمتر از این میزان در *N. caspius* (R=۰/۹) و *N. melanostomus* (R=۰/۹) بود. شیب خط رگرسیون در *N. melanostomus* (OW=۰/۱۱TL -۴/۶) و *N. caspius* (OW=۰/۱۱TL-۲/۳) نسبت به *N. pallasi* (OW=۰/۱۵TL-۵) به طور معنی‌داری کمتر بود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

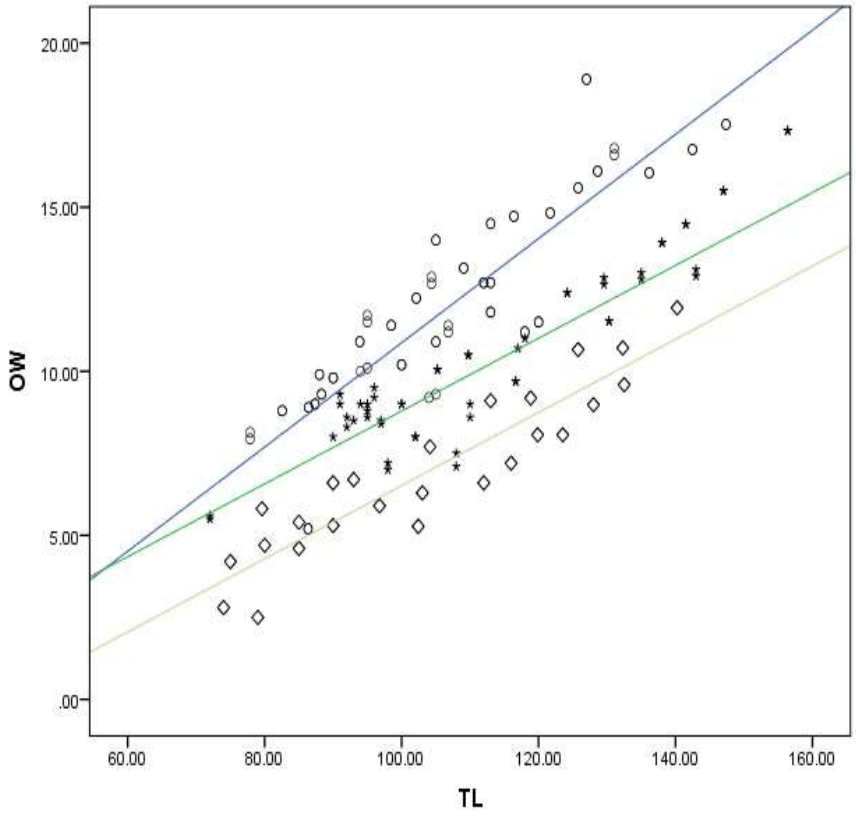
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]

میانگین طول اتولیت (OL) در نمونه‌های *N. pallasi* و *N. caspius* در مقایسه با *N. melanostomus* در نمونه‌های هم‌اندازه، به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۲). طول اتولیت با طول ماهی در هر سه گونه رابطه خطی داشت (شکل ۳). میزان همبستگی بین طول اتولیت و طول ماهی در *N. melanostomus* (R=۰/۹۱) بیشتر از این مقدار در *N. pallasi* (R =۰/۴۶) و *N. caspius* (R=۰/۶۸) بود. شیب خط رگرسیون در *N. melanostomus* (OL=۰/۰۴TL +۰/۶) نسبت به *N. pallasi* (OL=۰/۰۱۲TL +۱/۶) و *N. caspius* (OL=۰/۰۲۶TL +۰/۴۱) بیشتر بود.

میانگین ارتفاع اتولیت (OH) در نمونه‌های *N. pallasi* و *N. caspius* در مقایسه با *N. melanostomus* در نمونه‌های هم‌اندازه، به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۲). ارتفاع اتولیت نیز با طول ماهی در هر سه گونه رابطه خطی داشت (شکل۴). همچنین ارتفاع اتولیت و طول ماهی نیز همبستگی بیشتری در *N. melanostomus* (R=۰/۸۳) نسبت به *N. pallasi* (R=۰/۶۶) و *N. caspius* (R=۰/۶۶) نشان داد. شیب خط رگرسیون در *N. melanostomus* (OH=۰/۰۳۵TL +۰/۱۶) نسبت به *N. pallasi* (OH=۰/۰۱۴TL +۱/۵) و *N. caspius* (OH=۰/۰۲۲TL +۰/۷۶) بیشتر بود.

جدول ۲. مشخصات زیست‌سنجی اتولیت ها در گونه‌های بررسی شده در مطالعه حاضر (SE: انحراف معیار).

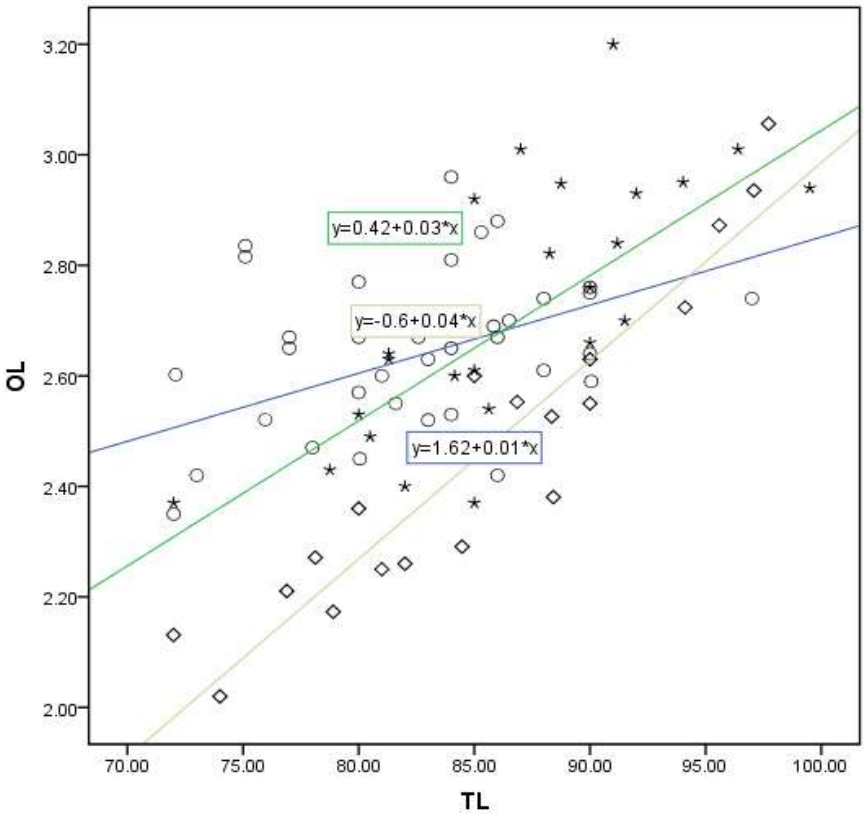
گونه	وزن اتولیت (±SE) (mg)	طول اتولیت (±SE) (mm)	ارتفاع اتولیت (±SE) (mm)
Neogobius pallasi	۱۱±۳/۶	۲/۶۴±۰/۶	۲/۷۲±۰/۴
Neogobius caspius	۹/۳±۳/۲	۲/۶۵±۰/۷	۲/۶۷±۰/۴۱
Neogobius melanostomus	۵/۷±۲/۱	۲/۳۸±۰/۸	۲/۳۳±۰/۵



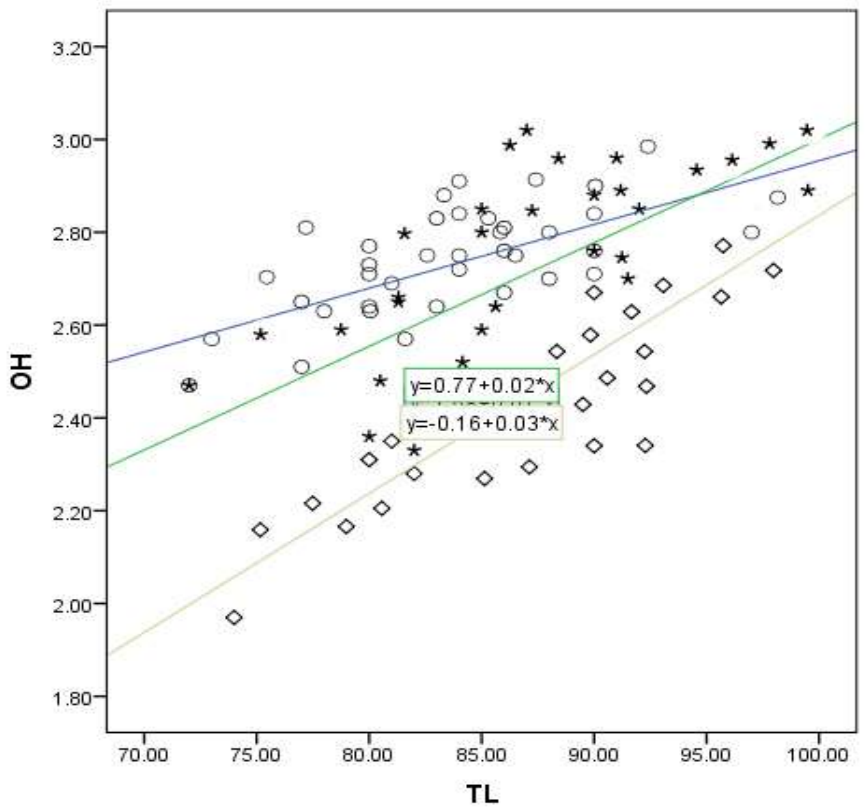
شکل ۲. رابطه رگرسیون خطی بین طول کل ماهی و وزن اتولیت در گونه‌های *Neogobius palllasi* (○)، *N. caspius* (*) و *N. melanostomus* (◇)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]



شکل ۳. رابطه رگرسیون خطی بین طول کل ماهی و طول اتولیت در گونه‌های *Neogobius* (*Neogobius palllasi* (○)، *N. caspius* (*) و *N. melanostomus* (◇).



شکل ۴. رابطه رگرسیون خطی بین طول کل ماهی و ارتفاع اتولیت در گونه‌های *Neogobius* (*Neogobius palllasi* (○)، *N. caspius* (*) و *N. melanostomus* (◇).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]

بحث

تنوع مشاهده شده در ویژگی‌های ریخت سنجی اتولیت در سه گونه *Neogobius pallasi*، *N. caspius* و *N. melanostomus* نشان می‌دهد وزن و ابعاد اتولیت در این گونه‌ها، منحصر به فرد است. مقایسه ویژگی‌های ریخت سنجی اتولیت در این سه گونه بیانگر این مطلب است که اتولیت در *N. melanostomus* نسبت به دو گونه دیگر در نمونه‌های هم‌اندازه وزن و ابعاد کمتری دارد. در دو گونه *N. pallasi* و *N. caspius*، متغیر وزن اتولیت در مقایسه با ابعاد اتولیت، همبستگی بالاتری با طول ماهی نشان می‌دهد. بنابراین در این دو گونه، وزن اتولیت معیار دقیق‌تری جهت تخمین طول ماهی نسبت به ابعاد آن محسوب می‌شود. این موضوع می‌تواند دلیل بر این مطلب باشد که در این گونه نسبت به دو گونه دیگر، با افزایش طول ماهی، ضخامت اتولیت رشد بیشتری نموده و این افزایش در ضخامت را می‌توان در افزایش وزن اتولیت مشاهده نمود. از سوی دیگر در *N. melanostomus*، علاوه بر وزن، طول اتولیت نیز همبستگی بالایی با طول ماهی نشان می‌دهد. از این رو، این دو متغیر نسبت به ارتفاع اتولیت، معیار بهتری در تخمین طول این گونه است. Tuset و همکاران (۲۰۰۶) در گونه‌های جنس *Serranus*، Sadighzadeh و همکاران (۲۰۱۴) در تعدادی از ماهیان خلیج‌فارس و Bani و همکاران (۲۰۱۳) در سه گونه از گاوماهیان دریای خزر نیز، استفاده از وزن اتولیت را به عنوان صفتی مناسب در تمایز گونه‌ها معرفی نموده‌اند. تغییرات ساختاری شکل اتولیت، منعکس‌کننده شرایط اکولوژیکی گونه‌ها (تفاوت‌های بین گونه‌ای در نوع زندگی، نوع فعالیت و قدرت شنوایی) و الگوی تبارزایی است (Popper *et al*., 2005; Platt and Popper, 1981; Lychakov and Rebane, 2000; Gauldie, 1988). بین وزن و اندازه اتولیت و نوع محیط زندگی از نظر عمق و دما، توانایی شنا و نوع تغذیه ارتباط وجود دارد (Lombarte and Lleonart, 1993 - Volpedo and Echeverria, 2003; Torres *et al*., 2000; Lombarte and Cruz, 2007; Lombarte *et al*., 2010). با توجه به مطالعات انجام شده، در ماهیانی که در نواحی عمیق‌تر زندگی می‌کنند، اتولیت وزن بالاتری دارد. بر اساس اطلاعات موجود، از آنجا که گونه‌های جنس *Neogobius* در حوضه جنوبی دریای خزر به صورت هم جا زندگی نموده و عوامل فیزیکی و شیمیایی در محدوده پراکنش آن‌ها در پوسته قاره دارای تغییرات محدود است (Zaker *et al*., 2007)، عوامل اکولوژیکی را نمی‌توان به عنوان عامل اصلی تفاوت در اندازه و وزن اتولیت بین گونه‌های مختلف در نظر گرفت. از سوی دیگر تفاوت در الگوی رشد اتولیت با سرعت رشد بدنی مرتبط بوده و ماهیان با سرعت رشد بالاتر، اتولیتهای سبک‌تر و کوچک‌تر دارند (Aguirre and Lombarte, 1999، Bani *et al*., 2013). در ارتباط با شاخص رشد بدنی در سه گونه بررسی شده در این مطالعه، *N. melanostomus* و *N. pallasi* به ترتیب دارای بیشترین و کمترین شاخص رشد بدنی است. از این رو می‌توان یکی از دلایل احتمالی تفاوت در وزن اتولیت را به تفاوت در سرعت رشد بدنی در این سه گونه نسبت داد. همچنین در بسیاری از مطالعات، بر اهمیت ژنتیک به عنوان عامل مؤثر در تعیین الگوی رشد اتولیت تأکید شده است (Bani *et al*., 2013; Tuset *et al*., 2003; Lombarte *et al*, 2006). به طور کلی نتایج بررسی حاضر می‌تواند به عنوان منبعی در درک بهتر برهم کنش‌های اکولوژیک در حوضه جنوبی دریای خزر مورد استفاده قرار گرفته و تأکیدی مجدد بر نقش منحصر به فرد گاوماهیان در زنجیره‌های غذایی دریای خزر است.

منابـع

Abdoli, A., Naderi, M. 2009. Biodiversity of fishes of the southern basin of the Caspian Sea. Abzian Scientific. 242 p. (in Persian)

Aguirre, H., Lombarte, A. 1999. Ecomorphological comparisons of sagitta in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. Journal of Fish Biology. 55: 105-114.

Bani, A., Poursaeid, S., Tuset, V.M. 2013. Comparative morphology of the sagittal otolith in three species of south Caspian gobies. Journal of Fish Biology. 82: 1321-1332.

Battaglia, P., Malara, D., Ammendolia, G., Romeo, T., Andaloro, F. 2015. Relationships between otolith size and fish length in some mesopelagic teleosts (Myctophidae, Paralepididae, Phosichthyidae and Stomiidae). Journal of Fish Biology. 87: 774-782.

Beacham, T.D. 1985. Meristic and morphometric variation in pick salmon (Oncorhynchus gorbuscha) in southern British Columbia and Puget Sound. Canadian Journal of Zoology. 63: 366-372.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]

Berg, L.S. 1949. Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and Adjacent Countries. Izdatel'vesto Akademii Nauk SSSR, Moscow. 1756 p.

Campana, S.E. 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 284 p.

Davoodi, P., Rahimian, H. 2016. Identifying *Neogobius* species from the southern Caspian Sea by otolith shape (Teleostei: Gobiidae). Zootaxa. 4205: 1-7.

De Pierrepont, J.F., Dubois, B., Desormonts, S., Santos, M.B., Robin, J.P. 2005. Stomach contents of English Channel cetaceans stranded on the coast of Normandy. Journal of the Marine Biological Association of the UK. 85: 15-39.

Duffy, D.C., Jackson, S. 1986. Diet studies of seabirds: a review of methods. Colonial Water Birds. 9: 1-17.

Esmaeili, H.R., Coad, B.W., Mehraban, H.R., Masoudi, M., Khaefi, R., Abbasi, K., Mostafavi, H., Vatandoust, S. 2014. An updated checklist of fishes of the Caspian Sea basin of Iran with a note on their zoogeography. Iranian Journal of Ichthyology. 1: 152-184.

Fernández, R., Santos, M.B., Carrillo, M., Tejedor, M., Pierce, G.J. 2009. Stomach contents of cetaceans stranded in the Canary Islands 1996–2006. Journal of the Marine Biological Association of the UK. 89: 873-883.

Fitch, J.E., Brownell, R.L. 1968. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habitats. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 25: 2561-2574.

Gauldie, R.W. 1988. Function, form and time-keeping properties of fish otoliths. Comparative Biochemistry and Physiology. 91: 359-401.

Giménez, J., Manjabacas, A., Tuset, V.M., Lombarte, A. 2016. Relationships between otolith and fish size from Mediterranean and north-eastern Atlantic species to be used in predator–prey studies. Journal of Fish Biology. 11: 1-9

Granadeiro, J.P., Silva, M.A. 2000. The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator-prey studies. Cybium. 24: 383-393.

Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Santos, M.B., Reid, D., Rogan, E. 2015. Insights into the trophic ecology of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Irish waters. Aquatic Mammals. 41: 226-239.

Kottelat, M., Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publication Kottelat. Cornol and Freyhof. Berlin. 646 p.

Lombarte, A., Lleonart, J. 1993. Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. Environmental Biology of Fishes. 37: 297-306.

Lombarte, A., Cruz, A. 2007. Otolith size trends in marine fish communities from different depth strata. Journal of Fish Biology. 71: 53-76.

Lombarte, A., Chic, V., Parisi-Baradad, R., Olivella, J.P., García–Ladona, E. 2006. A web-based environment from shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. Scientia Marina. 70: 147-152.

Lombarte, A., Palmer, M., Matallanas, J., Gómez-Zurita, J., Morales-Nin, B. 2010. Ecomorphological trends and phylogenetic inertia of otoliths sagittae in Nototheniidae. Environmental Biology of Fishes. 89: 607-618.

Lychakov, D.V., Rebane, Y.T. 2000. Otolith regularities. Hearing Research. 143: 83-102.

Nolf, D. 1985. Otolithum piscium. In: Schultze H.P., Kuhn O. (eds). Handbook of paleoichthyology. Stuttgart. Gustav Fischer. Verlag Press. pp.1-145.

Pierce, G.J., Boyle, P.R. 1991. A review of methods for diet analysis in piscivorous marine mammals. Oceanography and Marine Biology. 29: 409-486.

Pierce, G.J., Hernandez-Milian, G., Santos, M.B., Dendrinos, P., Psaradellis, M., Tounta, E., Androukaki, E., Edridge, A. 2011. Diet of the monk seal (*Monachus monachus*) in Greek waters. Aquatic Mammals. 37: 284-297.

Platt, C., Popper, A.N. 1981. Fine structure and function of the ear. In: Tavolga, W.N., Popper, A.N., Fay, R.R. Hearing and Sound Communication in Fishes. New York. Springer-Verlag Press. pp. 3-38.

Popper, A.N., Ramcharitar, J., Campana, S.E. 2005. Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. Marine and Freshwater Research. 56: 497-504.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]

Sadighzadeh, Z., Valinassab, T., Vosugi, G., Motallebi, A.A., Fatemi, M.R., Lombarte, A., Tuset, V.M. 2014. Use of otolith shape for stock identification of John's snapper, *Lutjanus johnii* (Pisces: Lutjanidae), from the Persian Gulf and the Oman Sea. Fisheries Research. 155: 59-63.

Santos, M.B., Saavedra, C., Pierce, G.J. 2014. Quantifying the predation on sardine and hake by cetaceans in the Atlantic waters of the Iberian Peninsula. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 106: 232-244.

Silva, M.A. 1999. Diet of common dolphins, *Delphinus delphis*, off the Portuguese continental coast. Journal of the Marine Biological Association of the UK. 79: 531-540.

Tarkan, A.S., Gürsoy Gaygusuz, C., Gaygusuz, Ö., Acipinar, H. 2007. Use of bone and otolith measures for size-estimation of fish in predator-prey studies. Folia Zoologica. 56: 328-336.

Torres, G.J., Lombarte, A., Morales-Nin, B. 2000. Sagittal otolith size and shape variability to identify geographical intraspecific differences in three species of the genus *Merluccius*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 80: 333-342.

Tuset, V.M., Lozano, I.J., Gonzalez, J.A., Pertusa, J.F., Garcia-Diaz, M.M. 2003. Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber, *Serranus cabrilla*. Journal of Applied Ichthyology. 19: 88-93.

Tuset, V.M., Rosin, P.L., Lombarte, A. 2006. Sagittal otolith shape used in the identification of fishes of the genus *Serranus*. Fisheries Research. 81: 316-325.

Tuset, V.M., Lombarte, A., Assis, C.A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. Scientia Marina. 72: 7–198.

Valinassab, T., Seyfabadi, J., Afraei bandpei, M.A. 2012. Relationships between fish size and otolith morphology in ten clupeids from the Persian Gulf and Gulf of Oman. Cybium. 36: 505-509.

Volpedo, A., Echeverria, D.D. 2003. Ecomorphological patterns of the sagitta in fish on the continental shelf off Argentine. Fisheries Research. 72: 193-203.

Zaker, N.H., Ghaffari, P., Jamshidi, S. 2007. Physical study of the southern coastal waters of the Caspian Sea, off Babolsar, Mazandaran in Iran. Journal of Coastal Research. 50: 564-569.

Zan, X.X., Zhang, C., Xu, B.D., Zhang, C.L. 2015. Relationships between fish size and otolith measurements for 33 fish species caught by bottom trawl in Haizhou Bay, China. Journal of Applied Ichthyology. 31: 544-548.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.12.1]