مجله بوم شناسی آبزیان

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

تغییرات ریختی و اعتبارسنجی آرایه‌شناختی صفات مرتبط با خارهای آبششی در شگ‌ماهی دریایی خزری (**Clupeidae: *Alosa braschnikowi***)

محمد صادق علوی یگانه *، سمیه رضوی

گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور

نوع مقاله:
مقاله کوتاه

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰۳/۱۷
اصلاح: ۹۴/۰۹/۱۹
پذیرش: ۹۴/۰۹/۲۷

کلمات کلیدی:
آرایه شناسی
خار آبششی
زالون

چکیده

در این تحقیق با بررسی۵۰ نمونه از *Alosa braschnikowi* به موضوع تاثیر رشد و افزایش طول بر تغییرات ریختی خارهای آبششی گونه پرداخته شده است. تعداد خارهای آبششی ۴۷-۲۶ عدد متغیر بود که این تعداد با افزایش طول روند افزایشی معنی داری داشت ($p<0.05$). طول خار و نسبت طول خار به قطر خار با ضریب تبیین بالا، همراه با افزایش طول کاهش یافت (به ترتیب$R^2=0.818$ و $R^2=0.634$). نسبت اندازه خار به شعاع آبششی با افزایش طول کاهش یافت. نتایج نشان داد که این گونه یک پلانکتون‌خوار انتخابی می‌باشد و با افزایش طول در خلال رشد، ویژگی‌های مربوط به ریخت شناسی خارهای آبششی تغییر می‌نماید.

مقدمــه

شگ ماهی دریایی خزری (*Alosa brashnikowi*) یکی از گونه‌های بوم زاد دریای خزر بوده که تمام عمر خود را در دریا سپری می‌کند و برای تخمریزی وارد رودخانه‌ها نمی‌شود (Svetovidov, 1963). این گونه در سرتاسر دریای خزر پراکنش داشته و از انواع ماهیان کوچک به ویژه کیلکا، سخت پوستان، حشرات، نرم تنان و میگوها تغذیه می‌کند (Whitehead, 1985). گونه دریایی خزری نسبت به سایر گونه‌های متعلق به جنس *Alosa* در جنوب دریای خزر یعنی شگ ماهی‌خزری *A. caspia* شگ ماهی مهاجر *A. keslleri* و شگ ماهی چشم درشت *A. saposchnikowii* از رشد بیشتری برخوردار بوده و نمونه‌های صید شده از این گونه معمولاً از جثه بزرگتری نسبت به سایر گونه‌های جنس *Alosa* برخوردار می‌باشند و در نتیجه این گونه دارای اهمیت اقتصادی بیشتری است (Ghotbi-Jokandan *et al*., 2015). از جمله خصوصیات بارز ریختی این گونه در کلیدهای شناسایی معمولاً به موارد زیر اشاره می‌شود: دارای بدن نسبتاً طویل و کشیده هستند، خارهای آبششی این گونه ضخیم و در اکثر موارد کوتاه‌تر از شعاع‌های آبششی و به ندرت برابر یا بزرگ‌تر از آنها می باشد، تعداد خار آبششی ۴۷-۱۸ عدد بوده و دندان‌های ریزی روی فک‌ها مشاهده می‌شود (Berg,1962; Whitehead, 1985). خارهای آبششی ساختارهایی استخوانی یا غضروفی هستند که در بسیاری از موارد به

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: malavi@modares.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.13.4]

عنوان صفات آرایه شناختی در طبقه بندی ماهی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما این ساختارها همزمان با رشد ماهی و تغییر و سازگاری در عادات غذایی ممکن است تغییر نمایند (Almeida *et al*., 2013). تعداد و اندازه خار آبششی به عنوان صفات اصلی در آرایه‌شناسی گونه‌های جنس *Alosa* کاربرد داشته اما در ارتباط با تغییرات ریختی این صفت در دوره رشد این گونه در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته است. در این تحقیق تلاش گردید به تغییرات مربوط به ریخت شناسی خارهای آبششی در خلال رشد پرداخته شود تا اعتبار این صفات در آرایه‌شناسی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تعداد۵۰ عدد شگ ماهی دریایی خزری در زمستان ۱۳۹۳ از صیدگاه‌های پره واقع در سواحل فریدون کنار و محمودآباد استان مازندران جمع آوری گردید (شکل ۱-الف). نمونه‌های جمع آوری شده ماهی‌ها به شش گروه طولی شامل ۲۰-۱۵، ۲۵-۲۰، ۳۰-۲۵، ۳۵-۳۰، ۴۰- ۳۵، ۴۵-۴۰ تقسیم شدند. با توجه به اینکه توسعه یافته‌ترین و طویل‌ترین خارهای آبششی در کمان اول آبششی قرار دارند، این کمان از سمت چپ ماهی به طور کامل جدا شد و برای زیست سنجی صفات مورد استفاده قرار گرفت (MacNeill and Brandt, 1990). تعداد خار آبششی با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش گردید. برای اندازه‌گیری طول خار و شعاع آبششی از ریزسنج عقربه‌ای (با دقت ۰/۰۲ میلیمتر) استفاده گردید. برای این منظور از قسمت میانی نیمه بزرگتر و پایینی کمان در تمام نمونه استفاده شد (شکل۱- ب). جهت حذف اثر اندازه، طول خار به طول کل تقسیم شد. قطر پایه خارها در قسمت میانی کمان و با استفاده از استریومیکروسکوپ مجهز به دوربین و نرم افزار Image Tool Ver. 3.00 اندازه‌گیری گردید (شکل۱-ج)، سپس جهت حذف اثر اندازه، طول خار بر میزان قطر اندازه‌گیری شده تقسیم شد. فاصله بین خارهای آبششی با استفاده از فاصله بین چهار خار مجاور در بخش میانی نیمه بزرگتر و پایینی کمان اندازه‌گیری و سپس با میانگین‌گیری فضای بین هر یک از خارها تخمین زده شد (شکل ۱-د). مساحت ناحیه فیلترکننده برای هر یک از کمان‌ها با استفاده از عکس دوربین دیجیتال اندازه‌گیری شد. به این منظور پس از کالیبره کردن ابعاد روی تصویر با استفاده از مقیاس موجود در عکس، از مساحت‌گیری با ترسیم پلی‌گون[1] در اطراف ناحیه فیلتر کننده استفاده شد (شکل ۱- ه). تعیین سن ماهی‌ها با استفاده از شمارش حلقه‌های سالیانه بر روی فلس‌ها انجام گرفت (Schneider, 2000). از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) چند دامنه‌ای دانکن[2] جهت مقایسه تعداد، اندازه و فاصله بین خارهای آبششی، همچنین مقایسه مساحت ناحیه فیلتر کننده در شش گروه مختلف طولی استفاده شد. از آزمون پیرسون جهت بررسی روابط طول کل و سن با صفات مورد بررسی استفاده گردید.

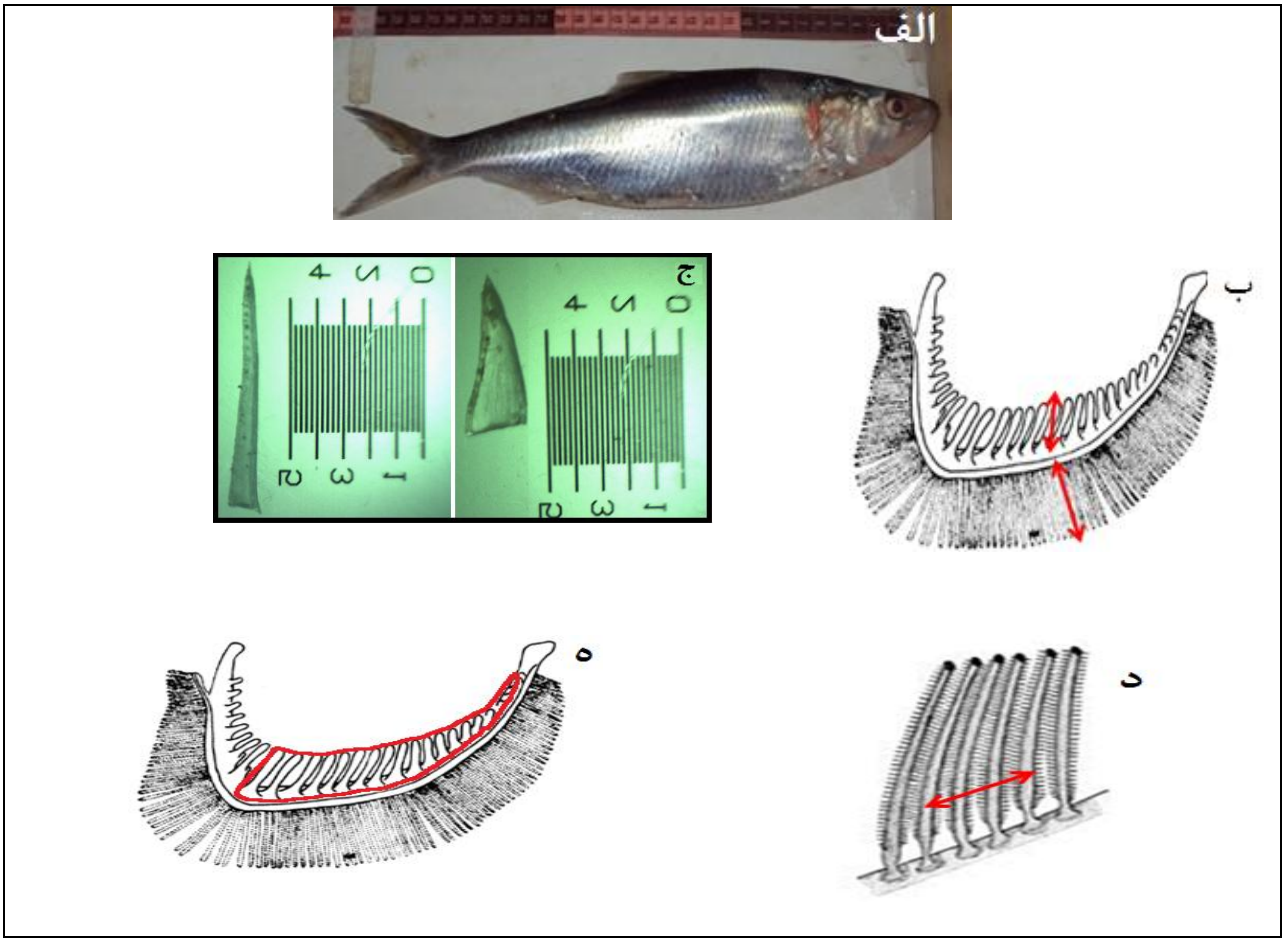
نتایــج

طول کل نمونه‌های جمع آوری شده از ۱۸/۹ الی ۴۴/۵ سانتیمتر متغیر بود که در ۵ طبقه سنی قرار داشتند. بزرگترین نمونه‌های مورد بررسی در گروه سنی ۵ و$^{+}$۵ سال با میانگین طول۳۸/۳۵ سانتیمتر قرار داشتند (شکل۲-الف). تعداد خار آبششی شمارش شده از ۲۳ تا ۴۳ عدد متغیر بود. در گروه ۴۵-۴۰ سانتیمتر، تعداد خارها (۴۳-۳۲) با اختلاف معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌ها بود، اما در سایر گروه‌های طولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$) (شکل۲- ب). در شکل مربوط به نسبت طول خار به طول کل در گروه‌های مختلف طولی، روند کاهشی مشهودی ($p<0.01$, $R^2=0.818$) با اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p<0.05$). بیشترین طول خار در گروه طولی ۱۵ الی ۲۰ سانتیمتر بود (شکل۲- ج). نسبت طول خار به طول شعاع در دو گروه طولی۲۰-۱۵ و ۲۵-۲۰ بیشتر از ۱ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر گروه‌ها نشان داد ($p<0.05$)، در حالی‌که در چهار گروه طولی دیگر این میزان با یک روند کاهشی ($p<0.01$, $R^2=0.514$) حدوداً برابر با یک بود (شکل۲- د). نسبت طول به قطر خار از ۲/۵ تا

[1] Polygon
[2] Duncan's Multiple Range Test (MRT)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.13.4]

۱۰/۵ متغییر بود به طوری که خارهای کشیده و نازک در گروه‌های طولی کمتر و خارهای قطور و کوتاه در گروه‌های طولی بزرگتر مشاهده شدند. این اختلاف در بین گروه‌ها به طور معنی‌داری مشهود بود (شکل۲- ه) و با افزایش طول روند افزایشی معنی‌داری را نشان داد ($p<0.01$, $R^2=0.634$) (شکل۲- ب). میانگین فاصله بین خارهای مجاور در دامنه ۰/۶۴ الی ۱/۳۴ میلیمتر محاسبه شد اما اختلاف معنی‌دار تنها در مقایسه بین گروه ۲۰-۱۵ با گروه‌های ۳۵-۳۰، ۴۰-۳۵ و ۴۵-۴۰ مشاهده شد ($p<0.05$) (شکل ۲- و). مساحت ناحیه فیلتر کننده اولین کمان آبششی به طور بارزی با افزایش طول کل ماهی افزایش داشت ($p<0.01$, $R^2=0.647$) (شکل۲- ز).



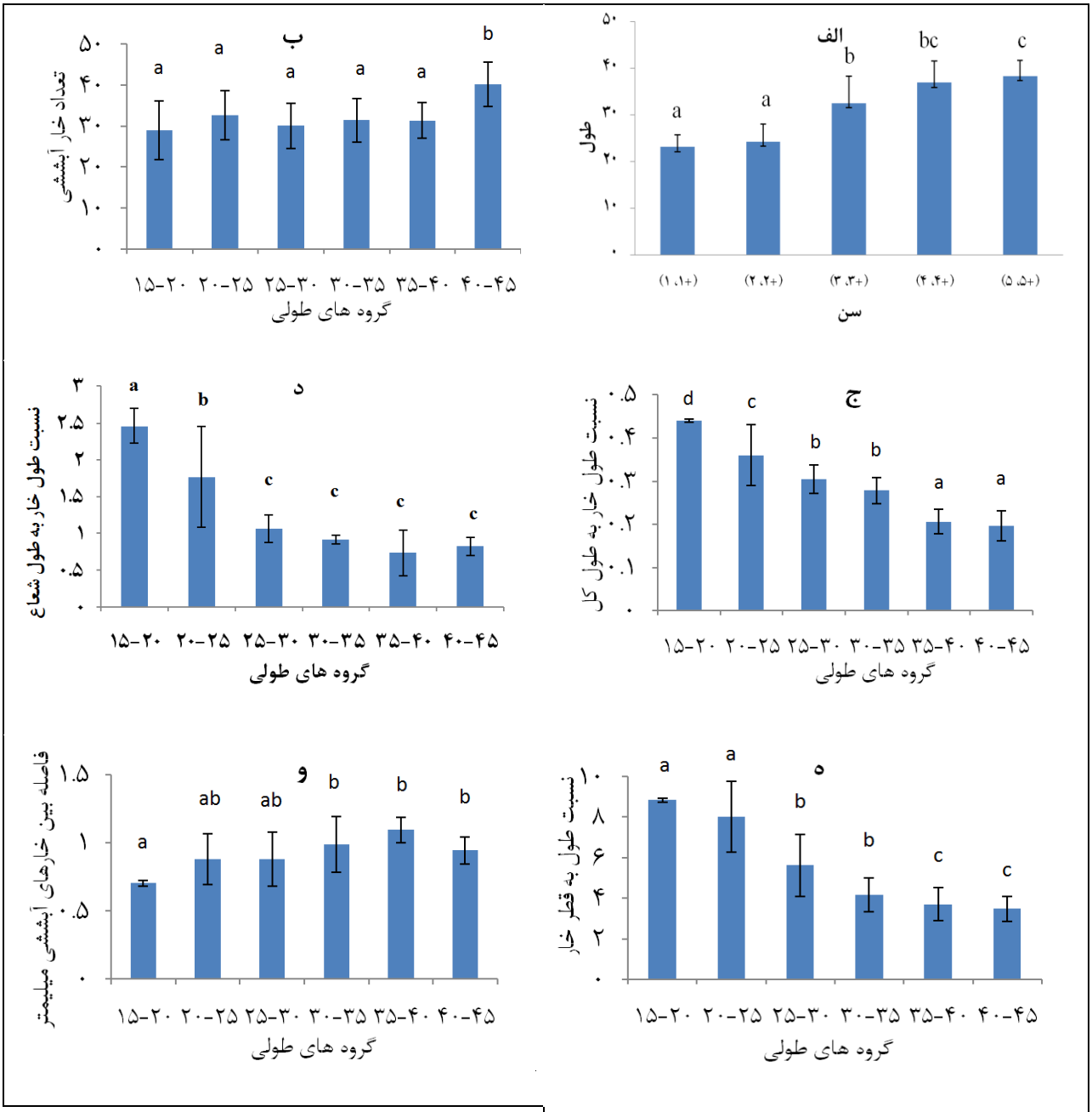
شکل۱. اندازه گیری طول کل ماهی‌ها با استفاده از تخته بیومتری (الف)، محل اندازه‌گیری طول خار و شعاع آبششی بر روی نیمه بزرگتر و پایینی کمان آبششی (ب)، نمونه تصویر مربوط به ابعاد مورد استفاده جهت اندازه‌گیری قطر پایه در خارهای آبششی (ج)، نمونه تصویر و ابعاد اندازه‌گیری شده جهت محاسبه فاصله بین خارهای آبششی (د)، نمونه تصویر و ناحیه اندازه‌گیری شده جهت محاسبه ناحیه فیلتر کننده (ه).

بحث

در اغلب ماهی‌ها تعداد خار آبششی با افزایش طول افزایش می‌یابد که بر اساس نوع تغذیه دو الگوی مختلف در این ارتباط گزارش شده است؛ الف) در پلانکتون‌خوارهای انتخابی: تعداد خارها در زمان لاروی تا اندازه و سنی خاص با نرخ زیادی همراه با افزایش طول، افزایش می‌یابد و پس از آن نرخ فوق کاهش یافته و با شیب ملایمی افزایش را نشان خواهد داد. ب) در پلانکتون‌خوارهای اختصاصی: افزایش مداوم تعداد خار همراه با رشد ماهی دیده می‌شود. هرچند نرخ افزایش در دوره لاروی بیشتر است اما در خلال رشد، کاهش چشمگیری در این نرخ همزمان با افزایش طول دیده نمی‌شود (Gibson, 1988).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.13.4]



شکل۲. توزیع طولی نمونه‌های شگ ماهیان در سنین مختلف **(الف)**، رابطه تعداد خار آبششی با طول کل (cm) در گروه‌های طولی مختلف **(ب)**، نسبت طول خار به طول کل در گروه‌های طولی مختلف **(ج)**، نسبت طول خار به طول شعاع در گروه‌های طولی مختلف **(د)**، نسبت طول به قطر خار در گروه‌های طولی مختلف**(ه)**، میانگین فاصله بین خارهای مجاور در گروه‌های طولی مختلف (mm^2) **(و)**، مساحت ناحیه فیلتر کننده در گروه‌های طولی مختلف (cm^2) **(ز)**.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.13.4]

در این مطالعه، هر چند روند افزایشی تعداد خار همراه با رشد با شیب ملایم مشاهده شد (شکل۲- ب)، اما اختلاف موجود معنی‌دار نبود. لذا با توجه به عدم دسترسی به نمونه‌های لارو ماهی و همچنین عدم اختلاف معنی‌دار در تعداد خارها، به نظر می‌رسد این گونه واجد الگوی تغذیه به شکل پلانکتون‌خوار انتخابی باشد. معدود گزارشات مرتبط نیز بیانگر تغذیه این گونه، از طیف گسترده‌ای از جانوران آبزی شامل پاروپایان، حشرات و ماهیان کوچک تا بزرگ می‌باشد (Abbasi, 2005; Zahmatkesh *et al*., 2014). هر چند تاکنون به تغذیه این گونه در گروه‌های طولی مختلف پرداخته نشده است اما پاروپای *Acartia clausi* به عنوان طعمه غالب در معده بیش از ۵۰ درصد نمونه‌های بررسی شده در این ماهی گزارش شده است (Zahmatkesh *et al*., 2014). به نظر می‌رسد این طیف گسترده مواد تغذیه شده مرتبط با تغییرات ساختاری خارهای آبششی باشد. میانگین فاصله بین خارهای آبششی در کوچکترین گروه طولی مورد بررسی (۲۰-۱۵ سانتیمتر) حدود ۰/۷ میلیمتر و در بزرگترین گروه (۴۰-۴۵ سانتیمتر) حدود یک میلیمتر تخمین زده شد. اندازه نمونه بالغ پاروپای *Acartia clausi* حدود ۱۰۰۰ میکرون معادل یک میلیمتر می‌باشد (Christou and Verriopoulos, 1993) که با احتساب فواصل مشاهده شده به نظر می‌رسد قابلیت فیلتر شدن آن از ستون آب همراه با افزایش طول و رشد کاهش یابد. هرچند در این ارتباط وجود دندانک‌های ریز بر روی هر یک از خارها نیز می‌بایست مد نظر قرار گیرد. با توجه به ابعاد، شکل و فواصل بین خارها به نظر می‌رسد با افزایش طول ماهی، فاصله بین خارها بیشتر شده و رژیم غذایی ماهی از پلانکتون‌خواری به سمت غیر پلانکتون‌خواری و گوشت‌خواری رفته است هر چند تایید نظریه فوق نیازمند مطالعات تکمیلی مرتبط می‌باشد. مساحت ناحیه فیلترکننده همراه با افزایش طول افزایش یافت. همانطور که پیش از این اشاره شد طول خارها همراه با افزایش طول کل تا ۱/۳ در مقایسه با گروه‌های طولی کوچکتر کاهش یافت، اما افزایش مساحت ناحیه فیلتر کننده با توجه به افزایش نسبی تعداد خارها و رشد طولی کمان آبششی قابل توجیه می‌باشد.

در کلیدهای شناسایی موجود (Whitehead, 1985; Berg, 1962) در گونه *A. brashnikowi* تعداد خار به طور میانگین ۱۸ تا ۴۷ عدد و اندازه خارها برابر و یا کوتاه‌تر از طول شعاع‌های آبششی گزارش شده است که خارها عموماً کوتاه و ضخیم هستند. در این تحقیق تعداد خارهای نمونه‌ها با شیب ملایمی همراه با افزایش طول کل افزایش یافت و در دامنه ۲۳ تا ۴۶ عدد مشاهده شد. در مطالعه Ghotbi-Jokandan و همکاران (۲۰۱۵)، نیز تعداد خارهای آبششی در این گونه ۴۷-۲۵ عدد گزارش شد. از آنجا که نسبت برابر و کمتر طول خار به طول شعاع تنها در گروه‌های طولی بیشتر از ۲۵ سانتیمتر مشاهده شد و در اندازه‌های کوچکتر صادق نبود و همچنین مشاهده خارهای قطور و کوتاه در گروه‌های طولی بزرگتر (شکل۱- ه) به نظر می‌رسد استفاده از این صفات برای شناسایی گونه فوق می‌بایست با احتیاط صورت گرفته و تنها از نمونه‌های درشت (حداقل بزرگتر از ۲۵ سانتی‌متر) برای شناسایی و زیست‌سنجی استفاده شود. در مجموع با توجه به نتایج به نظر می‌رسد استفاده از ویژگی‌های خار آبششی به عنوان صفت تاکسونومیک می بایست با دقت و مد نظر قرار داشتن اثر اندازه صورت گیرد.

منابـع

Abbasi, K. 2005. Comparative analysis of the diet of *Alosa brashnikowi* study of in southeastern and southwestern coast of the Caspian Sea (Guilan, Mazandaran, Golestan). First congress of Iran's biological science. Tehran University, Karaj. (in Persian).

Almeida, A.P.G., Behr, E.R., Baldisserotto, B. 2013. Gill rakers in six teleost species: influence of feeding habit and body size. Ciencia Rural. 43(12): 2208-2214.

Berg, L.S. 1962. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. 4th edition. Israel Program for Scientific Translations Ltd, Jerusalem. 602 p.

Christou, E.D., Verriopoulos, G.C. 1993. Length, weight and condition factor of *Acartiaclausi* (Copepoda) in the eastern Mediterranean. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 73(2): 343-353.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.13.4]

Ghotbi-Jokandan, S.R., Alavi-Yeganeh, M.S., Jamshidi, S. 2015. Morphological comparison of Alosa Shad species using morphometric and meristic characteristics in southern Coast of Caspian Sea. Taxonomy and Biosystematics. 7(23): 27-38. (in Persian).

Ghotbi-Jokandan, S.R., Alavi-Yeganeh, M.S., Jamshidi, S. 2015. Length-weight and length-length relationships of four *Alosa* species along the southern Caspian Sea coast. Journal of Applied Ichthyology. 31(4): 814-815.

Gibson, R.N. 1988. Development, morphometry and particle retention capability of the gill rakers in the herring, *Clupeaharengus*. Journal of Fish Biology. 32(6): 949-962.

MacNeill, D.B., Brandt, S.B. 1990. Ontogenetic shifts in gill-raker morphology and predicted prey capture efficiency of the alewife, *Alosa pseudoharengus*. Copeia. 1: 164-171.

Schneider, J.C. 2000. Manual of Fisheries Survey Methods II: with periodic updates (No. 25). Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Division.144 p.

Svetovidov, A.N. 1963. Fauna of U.S.S.R Fishes, Vol. II.No.1.Clupeidae, IPST, Jerusalem. pp. 209-232.

Whitehead, P.J.P. 1985. FAO species catalogue, Vol. 7. Clupeoid fishes of the world: an annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 1.FAO Fisheries Synopsis. 125 p.

Zahmatkesh, M., Shabanipour, N., Zahmatkesh, A., Abbasi, K. 2014. Seasonal changes in diet of braschnikowi shad (*Alosa braschnikowi*) from eastern coast of Guilan Province. Second national congress of Iran Fisheries and Aquatic Sciences. Islamic Azad University of Bandarabbas, Bandarabbas. (in Persian).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.13.4]