مقاله علمی – پژوهشی:

تغییرات ریختی و روابط طول– وزن در جمعیت‌های شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* (Borodin, 1904) حوضه جنوبی دریای خزر

امید جعفری*[۱]، مریم نصراله پورمقدم*[۲]، اسماعیل عبداله‌زاده[۱]، محمد حسن‌زاده صابر[۱]

*Jaafari.omid@yahoo.com; Pourmoghadamm@yahoo.com

۱- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۳

چکیده

شناسایی جمعیت‌ها از طریق صفات ریختی تمایزدهنده از اهمیت بالایی در برنامه‌های حفاظت و مدیریت شیلاتی برخوردار است. در تحقیق حاضر تغییرات مورفولوژیک شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* با استفاده از ۳۱ صفت مورفومتریک در حوضه خزر جنوبی در سه استان گیلان، مازندران و گلستان در زمستان ۱۳۹۹ مورد بررسی قرار گرفت. میانگین (± انحراف معیار) طول استاندارد در مناطق انزلی، میانکاله و ساری به‌ترتیب ۴/۳۸±۲۳۱/۷۳، ۳/۳۲±۲۰۰/۹۳ و ۴/۱۴±۲۳۱/۵۲ میلی‌متر بود. نتایج به‌دست آمده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه در ۱۷ مورد از صفات زیست‌سنجی شده اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$). نتایج آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز نشان داد که مناطق مورد بررسی در ۹ مؤلفه از یکدیگر قابل تمایز هستند به‌طوری‌که عمده تغییرات در مؤلفه اول در ناحیه سر و در مؤلفه دوم در ناحیه باله‌های سینه‌ای و پشتی مشاهده گردید. بررسی الگوی رشد در شگ‌ماهی *A.braschnikowi* نشان داد که مناطق انزلی (b=۲/۷۸) و ساری (b=۲/۶۱) دارای الگوی رشد آلومتریک منفی و منطقه میانکاله (b=۳/۱۲) دارای الگوی رشد از نوع آلومتریک مثبت هستند. همچنین بررسی ضریب چاقی نشان داد که شرایط تغذیه در مناطق انزلی (CF=۱/۱۰) و میانکاله (CF=۱/۰۹) نسبت به منطقه ساری (CF=۰/۷۱) بهتر بود. خوشه‌بندی مناطق بر اساس خصوصیات مورفولوژیک نیز نشان داد، حداقل دو جمعیت مجزا از شگ‌ماهی *A. braschnikowi* در مناطق مورد بررسی از حوضه خزر جنوبی وجود دارد. با توجه به یکسان بودن فصل نمونه‌برداری و نوع نمونه‌برداری، به‌نظر می‌رسد که خصوصیات زیست‌محیطی در هر منطقه باعث ایجاد تنوع مورفولوژیک بالا در مناطق مورد بررسی باشد، هرچند این موضوع نیاز به بررسی‌های مولکولی نیز دارد. با توجه به تغییرات ریختی در جنس *Alosa* در دریای خزر، پیشنهاد می‌گردد تا در مطالعات آتی از روش‌های تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر یادگیری ماشین نیز استفاده گردد.

لغات کلیدی: عامل وضعیت، جمعیت، زیست‌سنجی، مدیریت شیلاتی، شناسایی ذخایر

*نویسنده مسئول

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

مقدمه

انعطاف‌پذیری ریختی شامل توانایی ارگانیزم‌ها از جمله ماهیان در پاسخ به تغییرات زیست‌محیطی است (Delorenzo *et al*., 2022; Price *et al*., 2003; Robledo *et al*., 2024). انعطاف‌پذیری ریختی دربرگیرنده تمامی زمینه‌های ژنتیک، اکولوژی، سیر تکاملی و حتی علوم فیزیک، فیزیولوژی و رفتار شناسی است (Guill *et al*., 2003). آبهای داخلی دارای زیستگاه‌ها و شرایط متفاوتی از یکدیگر بوده و همین امر تنوع شکلی و گونه‌ای را در این آبها بسیار بالا برده است. شکل موجودات به عنوان یک عامل کلیدی در فرایندهای تکاملی فردزایی نیز نقش مهمی دارد. شکل بدن علاوه بر تأثیرپذیری از خصوصیات ژنتیکی و توارثی نشان‌دهنده تطابق آبزی با شرایط زیستی حاکم بر محیط بوده و نشانگر شرایط زیست محیطی اکوسیستم است. ماهیان از این برخوردارند که برای بقاء خود با شرایط مختلف محیطی سازگار شوند (Nacua *et al*., 2010). عوامل غیر زنده محیطی در تعیین شکل بدن موجودات طی فرآیند فردزایی به عنوان عاملی قدرتمند شناخته شده‌اند (Costa and Cataudella, 2007). به همین دلیل شکل بدن علاوه بر نشان دادن ژنتیک فرد می‌تواند نشان‌دهنده ویژگی‌های محیط زندگی ماهی نیز باشد (Guill *et al*., 2003).

در فرایند توسعه و پیشرفت اقتصادی هر کشوری توجه به منابع آبی و آبزیان و افزایش ذخایر آنها در آبهای داخلی از جایگاه مهمی برخوردار است. کشور ایران در منطقه‌ای به لحاظ آب و هوایی و توپوگرافی واقع گردیده که از نظر جغرافیای جانوری بسیار حائز اهمیت است. بررسی ماهیان در بوم سازگان‌های آبی به دلایل متعدد از جمله بررسی تکاملی، بوم شناختی، رفتارشناسی، حفاظت آنها، مدیریت منابع آبی و بهره‌برداری از ذخایر و پرورش ماهی حائز اهمیت است (Radkhah *et al*., 2024). شگ‌ماهی‌شکلان به عنوان ماهیان پلاژیک و حساس به شرایط اکولوژیک به‌خصوص دما شناخته می‌شوند که از تنوع ریختی نسبتاً بالایی برخوردارند (Nelson, 2006). شگ‌ماهی جنس *Alosa* در دریای خزر دارای هشت گونه است و بر اساس مطالعات انجام گرفته حضور چهار گونه *Alosa braschnikowi* (Borodin, 1904)، *A. caspia* (Eichwald, 1838)، *A. kessleri* (Grimm, 1887) و *A. saposchnikowi* (Grimm, 1887) در حوضه خزر جنوبی گزارش گردیده است (Paknejad *et al*., 2014) که در این میان شگ‌ماهی *A.braschnikowi* حدود ۶۶ درصد فراوانی را در حوضه جنوبی دریای خزر به‌خود اختصاص می‌دهد (Hoseini, 2000). به رغم اهمیت اقتصادی پایین گونه‌های جنس *Alosa* در حوضه خزر جنوبی، این گونه به دلیل فراوانی بالاتر و اندازه بزرگتر از اهمیت اقتصادی بالاتری برخوردار است (Afraei *et al*., 2006). از این‌رو، شناسایی جمعیت‌های مختلف حاضر از این گونه در حوضه خزر جنوبی و معرفی مهم‌ترین عوامل تمایزدهنده جمعیتی از دیدگاه حفاظت و بهره‌برداری شیلاتی از اهمیت بالایی برخوردار است.

شناسایی جمعیت‌های مختلف از یک گونه می‌تواند به‌وسیله اطلاعات مولکولی یا ریختی انجام پذیرد. استفاده از اطلاعات ریخت‌شناسی در جنبه‌های مختلف زیست‌شناسی و ماهی شناسی کاربردی ثابت گردیده است (Sattari *et al*., 2021). زیست‌سنجی ماهیان با استفاده از اطلاعات ریختی از مزایایی از جمله آسانی در استخراج داده و صرف هزینه کمتر در مقایسه با روش‌های ژنتیکی برخوردار است (Randall and Pyle, 2008). بنابراین، با مطالعه صفات ریختی در هر یک از ماهیان و به‌کارگیری روش‌های آماری می‌توان تعدادی از صفات مرفولوژیک شاخص یک جمعیت را به‌دست آورد. مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی با هدف تعریف و شناسایی واحدهای جمعیتی، از پیشینه‌ای طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی برخوردار است (Tudela, 1999). مطالعات پیشین انجام شده به روش‌های مولکولی (Jafari *et al*., 2019) و فنوتیپی (Paknejad *et al*., 2014; Zahmatkesh *et al*., 2016) وجود جمعیت‌های مجزا از شگ‌ماهی *A.braschnikowi* را گزارش نموده‌اند. با این‌حال، مقاله اخیر منتشره توسط اطلاعات مولکولی حاکی از نیاز به مطالعات بیشتر در تمایز گونه‌ها، جمعیت‌ها و زیرجمعیت‌های جنس *Alosa* در دریای خزر است (Orlova *et al*., 2024). از این‌رو، مطالعه حاضر با هدف شناسایی مهم‌ترین عوامل ریختی تمایزدهنده شگ‌ماهی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

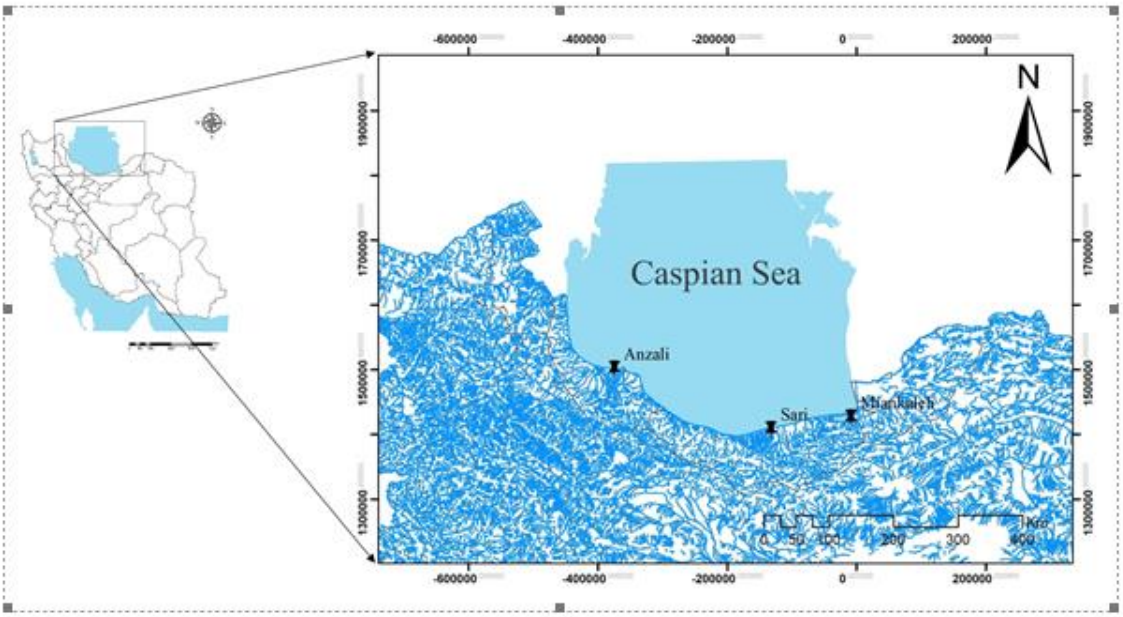
A.braschnikowi و بررسی تغییرات جمعیتی این ماهی، در حوضه جنوبی دریای خزر به اجرا درآمد.

مواد و روش کار

در زمستان سال ۱۳۹۹ تعداد ۷۴ عدد شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* با استفاده از صید پره از غرب به شرق در طول سواحل جنوبی دریای خزر نمونه‌برداری شدند. نمونه‌برداری‌ها در سطح سه استان شمالی کشور (گلستان، مازندران، گیلان) انجام گرفت و مناطق نمونه‌برداری شامل یک منطقه در هر استان بود (میانکاله در استان گلستان، دریای فرح‌آباد ساری در استان مازندران، انزلی در استان گیلان). موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه به‌ترتیب در میانکاله (E: 53°35', N: 36°48')، ساری (E: 53°03', N: 36°33') و انزلی (E: 49°26', N: 37°25') بود (شکل ۱). نمونه‌های هر ایستگاه پس از صید به طور جداگانه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین گردیدند. برای تعیین تنوع ریخت‌شناسی بین سه منطقه تعداد ۳۱ صفت مورفومتریک تعریف و با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت یک هزارم میلی‌متر اندازه گیری گردید (جدول ۱). به منظور استانداردسازی داده‌ها و کاهش تغییرات حاصل از رشد آلومتریک از فرمول ذیل استفاده شد (Karakousis *et al*., 1991):

$$M_{(t)} = M_{(o)}(\frac{L}{L_{(o)}})^b$$

M_t: مقادیر استاندارد شده صفات $M_{(o)}$: طول صفات مشاهده شده L: میانگین طول استاندارد برای کل نمونه‌ها و برای همه مناطق $L_{(o)}$: طول استاندارد هر نمونه b: ضریب رگرسیونی بین $\log M_{(o)}$ و $\log L_{(o)}$ برای هر منطقه



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی مناطق نمونه برداری از *Alosa braschnikowi* در حوضه جنوبی دریای خزر

Figure 1: Sampling locations of *Alosa braschnikowi* across the southern Caspian Sea

آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) جهت مشخص نمودن مهم‌ترین عوامل ریختی در ایجاد تغییرات بین جمعیت‌های مورد بررسی با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها (FA)[1] اجرا شد (Kuliev, 1988).

[1] Factor analysis

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

در روش تجزیه به عامل‌ها از آماره KMO[1] استفاده می‌شود و معمولاً مقدار KMO بزرگ‌تر از ۰/۶، دلالت بر روش تجزیه به عامل‌ها دارد (Field, 2000). بر اساس ویژگی‌های ریختی مورد بررسی در مطالعه حاضر، درخت فیلوژنی جمعیتی با استفاده از آنالیز خوشه‌ای (CA)[2] در نرم‌افزار PAST ver 4.14 انجام شد. در نهایت بر اساس تعداد کلاستر به‌دست آمده از درخت فیلوژنی، پراکنش ماهی‌ها با استفاده از روش K-means clustering در نرم افزار PAST مصورسازی شد. جهت بررسی رابطه طول- وزن شگ‌ماهی *A.braschnikowi* از روش Bagenal and Tesch (۱۹۷۸) استفاده گردید:

$$W = aL^b$$

W: وزن بدن (گرم)، L: طول کل (میلی‌متر)، b: شیب خط رگرسیونی طول و وزن، a: عرض از مبدأ

ضریب وضعیت چاقی نیز از رابطه فولتون به‌دست آمد (Biswas, 1993):

$$K = W \times 100/L^3$$

W: وزن بدن (گرم)، L: طول کل (سانتی‌متر)

نتایج

میانگین، کمینه، بیشینه، انحراف معیار و ضریب تغییرات داده‌های حاصل از ۳۱ صفت اندازشی مورد بررسی در شگ‌ماهی *A. braschnikowi* در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین (± انحراف معیار) وزن بدن در مناطق انزلی، ساری و میانکاله به‌ترتیب ۱۱/۷۲±۱۹۷/۹۲، ۴۳/۵۴±۱۹۳/۹ و ۸۶/۳۹±۱۲۶/۸ بود. نتایج حاصل از بررسی میزان تغییرپذیری صفات ریختی بین جمعیت‌های مورد بررسی نشان داد که از میان ۳۱ صفت مورد زیست‌سنجی، ۱۷ صفت دارای اختلاف معنی‌دار بین مناطق مورد بررسی هستند ($p<۰/۰۵$). بیشترین و کمترین ضریب تغییرات مربوط به صفات ارتفاع باله سینه‌ای (PH) و طول چنگالی (FL) بود که هر دو در جمعیت انزلی مشاهده شد (جدول ۱).

آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، ۹ مؤلفه را به عنوان مهم‌ترین عوامل در ایجاد تغییرات شناسایی نمودند که در مجموع شامل ۷۱ درصد تغییرات می‌شد و دو مؤلفه اول ۳۲ درصد تغییرات کل را بر عهده داشتند. در مؤلفه اول (PC1) ویژگی‌های ارتفاع سر و طول پوزه و در مؤلفه دوم (PC2) ویژگی‌های ارتفاع باله سینه‌ای و انتهای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی مهم‌ترین ویژگی‌های شناسایی شده برای ایجاد تغییرات بودند. نتایج حاصل از پراکنش ماهیان با استفاده از دو مؤلفه اول در شکل ۲ نشان داده شده است.

دندروگرام جمعیتی بر اساس میانگین صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده بر مبنای الگوریتم UPGMA و شاخص مشابهت[3] مجذور فاصله اوقلیدوسی (SED)[4] رسم گردید. گروه‌بندی حاصل از دندروگرام، سه منطقه مورد بررسی در تحقیق حاضر را به دو خوشه مجزا (با درصد حمایت بیش از ۶۰ درصد) تقسیم بندی کرد بدین صورت که خوشه اول شامل مناطق انزلی و ساری و خوشه دوم شامل منطقه میانکاله بود (شکل ۳). همچنین پراکنش ماهی‌های مورد بررسی با استفاده از روش K-means clustering و بر اساس نتایج حاصل از درخت فیلوژنی در شکل ۴ نشان داده شده است.

ضریب چاقی برای مناطق انزلی، میان‌کاله و ساری به‌ترتیب ۱/۱۰، ۱/۰۹ و ۰/۷۱ به‌دست آمد و بر این اساس منطقه ساری اختلاف معنی‌داری با مناطق انزلی و میانکاله داشت ($p<۰/۰۵$). نتایج حاصل از بررسی روابط طول-وزن در اشکال ۵ الی ۷ نشان داده شده است. بر اساس نمودارهای به‌دست آمده از روابط طول-وزن می‌توان بیان داشت الگوی رشد در مناطق انزلی و ساری از نوع آلومتریک منفی و در منطقه میانکاله از نوع آلومتریک مثبت است.

[1] Kaiser-merer-olkin (KMO)
[2] Cluster analysis (CA)
[3] Similarity index
[4] Squared Euclidean Distance (SED)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

جدول ۱: میانگین (میلی‌متر) ± انحراف معیار و ضریب تغییرات صفات مورفومتریک شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* در طول سواحل حوضه خزر جنوبی

Table 1: Mean (mm) ± SD and CV of measured morphometric traits in *Alosa braschnikowi* along the southern Caspian Sea

(CV%)				Mean ± SD			trait
Sari	Miankaleh	Anzali	P-value	Sari	Miankaleh	Anzali	
1.65	0.98	1.92	0.35	20.75±275.28	239.23±20.75	275.96±24.47	TL
1.46	1.16	1.73	0.09	18.61±243.57	17.67±214.4	21.95±246	FL
6.62	4.79	6.54	0.31	3.32±40.87	2.71±35.34	4.63±40.65	HL
5.45	5.13	6.65	0.004*	1.95±23.13	2.24±18.24	2.83±22.94	HW
6.72	3.20	4.93	0.04*	3.25±41.58	2.98±34.89	4.14±40.86	HH
8.95	4.19	6.09	0.008	3.30±32.90	2.35±26.75	3.20±31.98	HH2
6.36	5.81	5.59	0.13	3.47±57.27	5.45±51.20	6.48±59.3	BH
9.24	7.29	7.90	0.01*	2.89±26.57	2.74±21.60	3.48±27.47	BW
8.45	8.33	8.85	0.83	0.68±6.88	0.82±5.80	0.96±6.92	ND
8.37	5.96	5.74	0.000*	1.41±12.22	1.18±9.10	1.43±11.46	ED
6.75	4.39	5.27	0.000*	3.16±31.53	3.11±27.27	3.80±33.75	DEO
9.48	6.73	9.81	0.001*	0.75±7.26	0.70±6.83	0.96±8.03	MW
9.62	8.25	10.16	0.000*	3.08±36.14	2.41±24.31	3.87±36.63	SL
10.78	5.94	9.26	0.18	1.26±12.02	0.97±11.53	1.31±12.64	DE2
4.72	7.31	8.06	0.73	5.05±56.53	4.97±48.13	7.04±55.97	CPL
5.15	14.91	5.25	0.94	1.22±17.30	2.32±15.12	1.78±17.31	CPH
10.59	6.40	8.21	0.44	3.36±30.26	2.70±25.92	3.88±30.67	DBL
9.19	5.15	8.59	0.01*	2.88±26.46	2.04±21.98	2.52±26.74	HD
6.41	6.45	7.64	0.02*	4.06±37.51	3.07±30.90	3.44±35.53	ABL
12.30	8.64	15.20	0.01*	2.03±13.21	1.24±9.86	2.40±12.57	HA
8.15	6.67	8.36	0.07	0.94±7.93	0.75±6.49	0.67±7.78	PBL
24.75	13.64	49.49	0.000*	3.13±14.46	6.21±30.48	8.05±16.07	PH
14.36	11.01	11.54	0.000*	0.77±5.58	0.59±3.68	0.63±4.72	VBL
17.50	14.03	22.82	0.000*	3.12±16.45	2.48±17.75	3.59±14.86	VH
4.31	3.35	4.97	0.83	5.59±616.62	4.84±53.14	6.65±61.60	FPW
4.06	2.78	4.70	0.004*	8.90±107.94	9.15±96.47	12.58±112.82	FDW
6.39	4.51	8.16	0.13	12.45±125.80	12.47±116.52	15.77±129.28	EDEC
5.35	2.67	4.92	0.22	12.54±164.21	12.24±145.58	15.06±160.95	FAW
5.02	4.46	6.83	0.000*	4.76±68.55	5.61±62.62	6.16±63.07	EAEC
7.45	9.02	8.59	0.56	5.97±56.33	6.25±48.93	6.27±54.84	FDFA
17.56	8.43	20.75	0.005*	5.10±25.94	4.38±27.37	7.25±28.80	EDFA

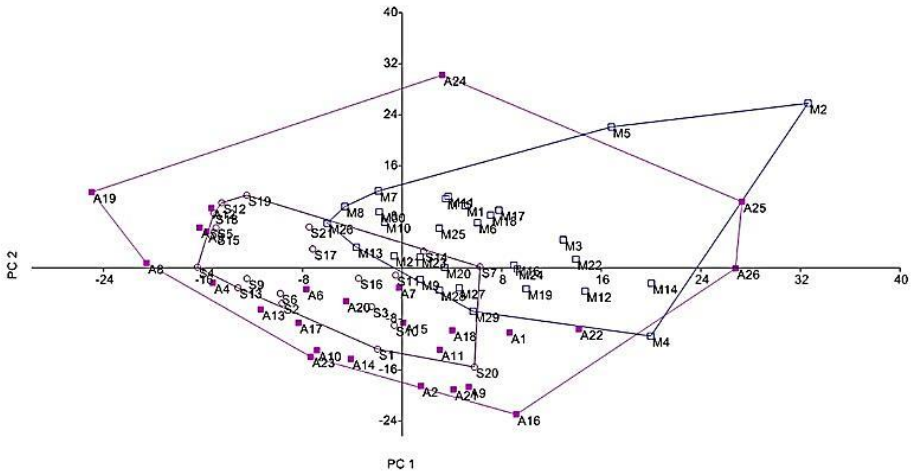
*: نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

TL: طول کل؛ FL: طول چنگالی، HL: طول سر، HW: عرض سر، HH: ارتفاع سر، HH2: ارتفاع سر در ناحیه چشمی، BH: ارتفاع بدن، BW: عرض بدن، ND: فاصله دو سوراخ بینی، ED: قطر چشم، DEO: فاصه پشت چشم تا اولین نقطه سرپوش آبششی، MW: عرض دهان، SL: طول پوزه، DE2: فاصله دو چشم، CPL: طول ساقه دمی، CPH: ارتفاع ساقه دمی، DBL: طول قاعده باله پشتی، HD: ارتفاع باله پشتی، ABL: طول قاعده باله مخرجی، HA: ارتفاع باله مخرجی، PBL: طول قاعده باله سینه‌ای، PH: ارتفاع باله سینه‌ای، VBL: طول قاعده باله شکمی، VH: ارتفاع باله شکمی، FPW: ابتدای باله سینه‌ای تا نوک پوزه، FDW: ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه، EDEC: انتهای باله پشتی تا انتهای بدن، FAW: ابتدای باله مخرجی تا نوک پوزه، EAEC: انتهای باله مخرجی تا انتهای بدن، FDFA: ابتدای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی، EDFA: انتهای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی.

*Indicates significant difference at 95 percent confidence level.

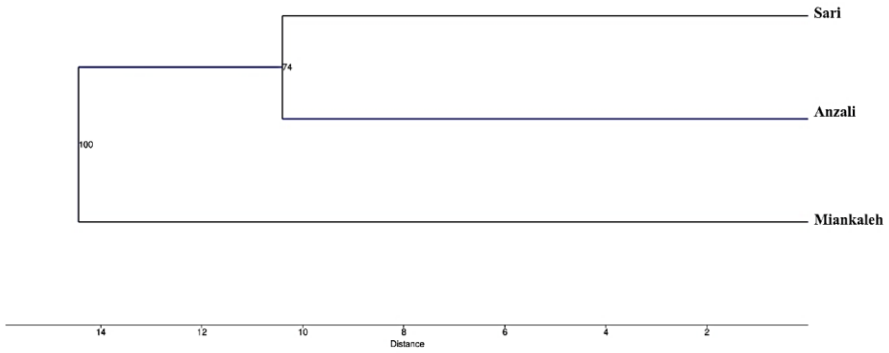
TL: total length, FL: fork length, HL: head length, HW: head width, HH: head height, HH2: head height on the eye area, BH: body depth, BW: body width, ND: nose distance, ED: eye diameter, DEO: post-orbital length, MW: mouth width, SL: Snout length, DE2: Eyes distance, CPL: caudal peduncle length, CPH: caudal peduncle height, DBL: dorsal fin base length, HD: dorsal fin height, ABL: anal fin base length, HA: anal fin height, PBL: pectoral fin base length, PH: pectoral fin height, VBL: Pelvic fin base length, VH: pelvic fin height, FPW: pre-pectoral length, FDW: pre-dorsal length, EDEC: post-dorsal length, FAW: pre-anal length; EAEC: post-anal length; FDFA: dorsal anal length, EDFA: distance between the endpoint of dorsal fin and start point of the anal fin.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]



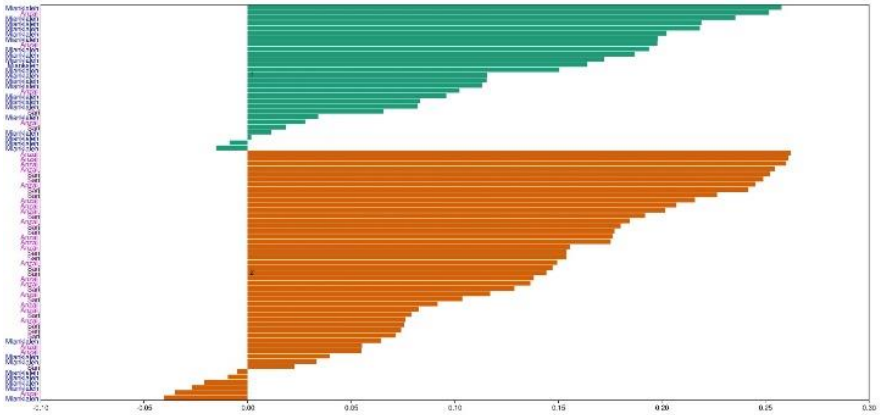
شکل ۲: نمودار پراکنش شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* در حوضه خزر جنوبی با استفاده از دو مؤلفه اول (A: انزلی، M: میانکاله، S: ساری)

Figure 2: PCA scatter plot of *Alosa braschnikowi* based on the two first components across the south of the Caspian Sea (A: Anzali, M: Miankaleh, S: Sari)



شکل ۳: درخت فیلوژنی حاصل از تجزیه‌وتحلیل خوشه‌ای در شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* حوضه خزر جنوبی با استفاده از صفات ریختی

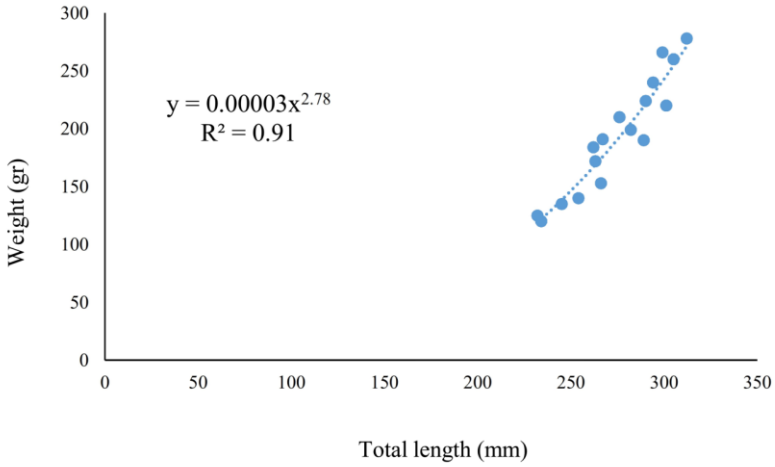
Figure 3: UPGMA phylogenetic tree obtained from cluster analysis of morphometric traits in *Alosa braschnikowi* across the southern basin of the Caspian Sea



شکل ۴: پراکنش ماهی‌های مورد بررسی از *Alosa braschnikowi* در حوضه خزر جنوبی بر اساس روش K-means clustering

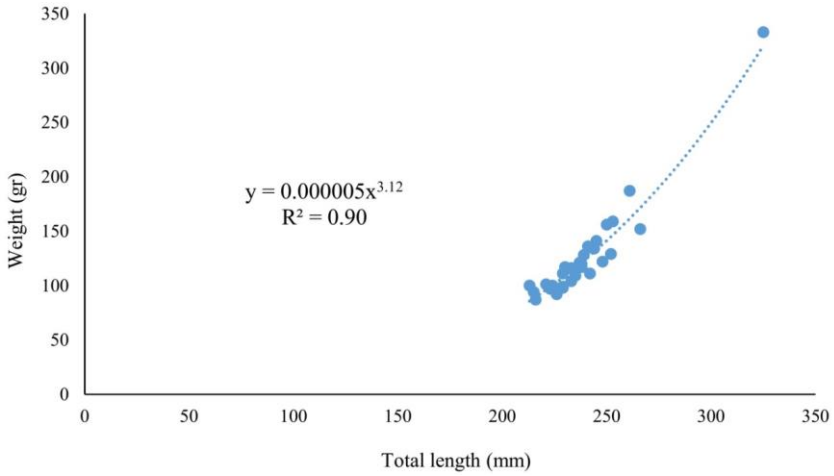
Figure 4: K-means clustering of investigated *Alosa braschnikowi* across the southern Caspian Sea

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]



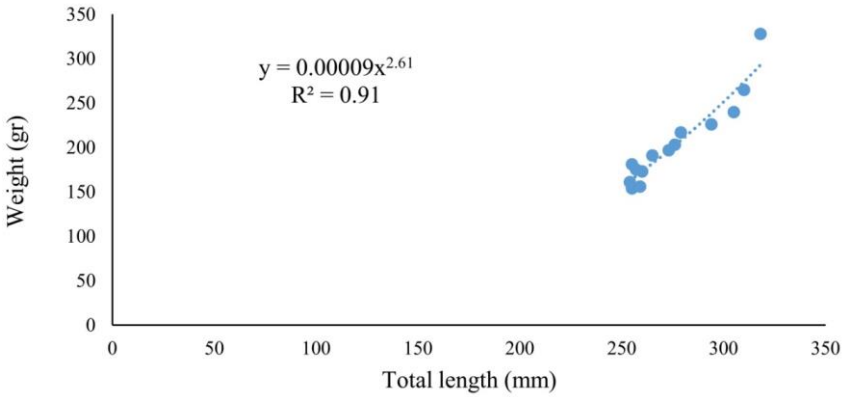
شکل ۵: رابطه طول- وزن شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* در منطقه انزلی

Figure 5: Length-weight equation of *Alosa braschnikowi* in Anzali



شکل ۶: رابطه طول- وزن شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* در منطقه میان کاله

Figure 6: Length-weight equation of *Alosa braschnikowi* in Miankaleh



شکل ۷: رابطه طول- وزن شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* در منطقه ساری

Figure 7: Length-weight equation of *Alosa braschnikowi* in Sari

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

بحث

در مطالعه حاضر، انعطاف‌پذیری ریختی شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* بین مناطق مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر با استفاده از روش ریخت‌سنجی سنتی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله از تجزیه‌وتحلیل صفات مورفومتریک بیانگر پتانسیل بالای این گونه در ایجاد تنوع ریختی بود. تغییرات ریختی در پاسخ به شرایط محیطی نسبت به تغییرات ژنتیکی سریع‌تر ایجاد شده و به صورت چند ژنی کنترل می‌شوند (Soule and Couzin-Roudy, 1982). این موضوع سبب افزایش بقاء شده که در اصطلاح «سازگاری» گفته می‌شود. ریخت‌شناسی معمولاً در پاسخ به شرایط زیستگاهی قابل تغییر است و اطلاعات مفیدی در بررسی زیست‌شناسی گونه‌ها فراهم می‌آورد. در اکثر موارد، تغییرات ریخت‌شناسی به عنوان ریخت‌شناسی جمعیتی در نظر گرفته می‌شود، زیرا انتظار می‌رود نمونه‌هایی که در شرایط محیطی و تنوع ژنتیکی مختلف رشد و نمو دارند، فنوتیپ‌های متنوعی در سطح جمعیت از خود بروز دهند (Karakousis *et al*., 1991). چون آبهای داخلی به‌وسیله موانع فیزیکی و شرایط خاص جغرافیایی از یکدیگر جدا بوده، دارای شرایط اکولوژیک، هیدرولوژی و حتی آلودگی خاص خود هستند و بنا بر اصل سازش جمعیت‌های آبزیان جهت بقا، تغییرات منحصربه‌فردی را درون خود متحمل می‌شوند که در طولانی‌مدت این تغییرات نیز می‌تواند منجر به گونه‌زایی در جمعیت‌های ماهیان شود (Jafari Kenari *et al*., 2015). زیرا این تغییرات می‌تواند بر نحوه تولیدمثل به دلیل ویژگی‌های مورفولوژیک خاص تأثیر گذارد و خزانه ژنی متفاوتی به‌وجود آورد درحالی‌که در ماهیان دریایی عوامل دیگری مانند شوری، دما، ساعات تغذیه، مکان‌های زیست و آشیان‌های اکولوژیک متفاوت می‌تواند باعث ایجاد جمعیت‌های مجزا از یکدیگر گردد (Mousavi-Sabet *et al*., 2016). در مطالعه بر تغییرات ریختی ماهی خیاطه (*Alburnoides eichwaldii*) در چهار رودخانه حوضه جنوبی دریای خزر با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی، تفاوت معنی‌دار بین جمعیت‌های مختلف این گونه در رودخانه‌های مختلف مشاهده شده و هر جمعیت به عنوان یک ذخیره ژنی و ریختی مجزا معرفی گردید (Eagderi *et al*., 2013). در تحقیق حاضر، نتایج حاصل از آنالیز تجزیه واریانس یک‌طرفه، بیانگر اختلاف معنی‌دار در ۱۷ صفت از ۳۱ صفت ریخت‌سنجی شده در شگ‌ماهی *A. braschnikowi* بین سه منطقه انزلی، فرح آباد ساری و میانکاله گلستان بود ($p<۰/۰۵$). در مطالعه بر شگ‌ماهی *A.braschnikowi* در حوضه خزر جنوبی در آبان سال ۱۳۹۱، از بین ۳۳ صفت ریخت‌شناسی مورد بررسی، ۳۲ صفت بین شش منطقه (میانکاله، ساری، تنکابن، انزلی، رضوانشهر و آستارا) اختلاف معنی‌داری نشان دادند (Paknejad *et al*., 2014). بخش جنوبی دریای خزر دارای سواحل کاملاً متفاوتی از نظر شرایط اکولوژیک (جنس بستر، دما، نوع زیستگاه‌ها، مواد غذایی، نوع ساحل و جریان چرخه آبی) است که بی‌شک این عوامل بر ساختار ذخایر و جمعیت‌های مربوطه تأثیرگذار است. نوع و شدت جریان آب بر شکل‌گیری و نوع رفتار شنای آبزیان اثرات قابل ملاحظه‌ای بر جای می‌گذارد به‌طوری‌که ماهی‌های حاضر در مناطق با جریان آبی ساکن‌تر، از بدنی مرتفع‌تر برخوردارند که این شکل از بدن ماهی آنها را برای شنای لحظه‌ای و سریع‌تر مهیا می‌سازد که بر همین اساس انرژی زیادی مصرف می‌کند، ولی در آبهای با شدت جریان بیشتر، شکل بدن ماهی تحت تأثیر محیط حاکم بر خود به فرم بدن دوکی‌شکل و کشیده تغییر یافته است و در نتیجه، سطح تماس با آب کاهش می‌یابد، انرژی کمتری مصرف می‌شود و در نهایت آنها را برای شناهای طولانی مدت مانند مهاجرت‌های شگ‌ماهیان در آبهای آزاد جهت تولیدمثل یا تغذیه آماده می‌کند. در مطالعه بر کپورماهیان و سوف ماهیان حوضه میانی و جنوبی دریای خزر از شمال به جنوب و از غرب به شرق دریای خزر برخی از صفات ریخت‌شناسی(طول سر، طول پوزه، فاصله بین چشمی، ارتفاع بیشینه بدن، طول باله‌های پشتی و مخرجی) به طور مشخص کاهش و سایر صفات (طول باله دمی، فاصله باله سینه‌ای و شکمی)، افزایش یافته است (Ghasemov, 1994). صفاتی مثل طول سر، ارتفاع بدن، ارتفاع ساقه دمی و طول باله‌های پشتی و مخرجی دارای بیش‌ترین تغییرپذیری هستند. این تغییرات صفات مرفومتریک تغییرات شرایط اکولوژیک آنها را تأیید نموده و موجب

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

تشکیل برخی جمعیت‌های اکولوژیک در مناطق مختلف این ناحیه شده است. میانگین ضریب تغییرات صفات مورفولوژیک (بدون در نظر گرفتن وزن) مورد بررسی برای شگ‌ماهی *A.braschnikowi* در این تحقیق برای منطقه انزلی، میانکاله و فرح‌آباد ساری به‌ترتیب ۹/۵۰، ۵۰/ ۶ و ۸/۴۸ به‌دست آمد که این مقدار کم ضریب تغییرات می‌تواند بیانگر تغییرات درون جمعیتی بسیار کم باشد. در ماهیان، ضرایب تغییرات در جمعیت‌ها معمولاً بیش از ۱۰ درصد است (Carvalho, 1993). به طور کلی، ماهیان درجات بالاتری از تغییرات درون و بین جمعیتی را نسبت به سایر مهره‌داران نشان می‌دهند و بیشتر مستعد تغییرات مورفولوژیک القاء شده از تغییرات محیطی هستند (Wimberger, 1992). این تغییرات در مورفولوژی معمولاً به دلیل جداسازی بخشی از جمعیت درون شرایط زیستگاهی محلی (منطقه‌ای) است. درجه کافی از جداسازی می‌تواند منجر به تمایزات قابل‌توجه ریختی و ژنتیکی بین جمعیت‌های متعلق به یک گونه ماهی شود که به عنوان مبنایی برای جداسازی و مدیریت جمعیت‌های مجزا از هم ماهیان است (Turan *et al*., 2004). این تمایزات می‌تواند طی فرایندهای مختلفی رخ دهد، برای مثال جداسازی تولید مثلی بین ذخایر مختلف ماهی می‌تواند با عمل بازگشت به خانه[1] به محل‌های تخم‌ریزی متفاوت رخ داده (Hourston, 1982) یا ایزوله سازی جمعیتی می‌تواند به‌واسطه خصوصیات جریان آبی و ویژگی‌های هیدروگرافی که منجر به کاهش یا حذف مهاجرت بین مناطق مختلف گردیده است، رخ دهد (Iles and Sinclair,1982). شکست در شناسایی و تشخیص یا برآورد پیچیدگی ذخایر در مدیریت بخش‌ها می‌تواند منجر به فرسایش و زوال عوامل تخم‌ریزی شود که در نتیجه منجر به از دست رفتن تنوع ژنتیکی و سایر پیامدهای ناخواسته اکولوژیک می‌شود (Begg *et al*., 1999). تغییرات ریختی مشاهده شده بین سه جمعیت مورد بررسی از شگ‌ماهی *A.braschnikowi* می‌تواند پیامدی از انعطاف‌پذیری ریختی در پاسخ به شرایط هیدرولوژیک غیر معمول (اختلاف در قلیائیت، الگوی جریان آب، گل‌آلودگی، دما، الگوهای کاربری مختلف) در هر منطقه باشد. روش تجزیه عاملی (PCA) یکی از بهترین روش‌های تجزیه‌وتحلیل آماری برای شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در ایجاد تغییرات هستند. از آن‌جایی‌که مقدار KMO در این تجزیه‌وتحلیل بالاتر از ۰/۶ بود (۰/۶۶)، استفاده از این تجزیه‌وتحلیل را مقدور نمود. در تحقیق حاضر، آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۹ مؤلفه را به عنوان مهم‌ترین مؤلفه‌های ایجاد تغییرات، شناسایی نمود که به‌صورت کلی در ۷۱ درصد تغییرات مشارکت داشتند. نمودار پراکنش جمعیت‌ها بر اساس دو مؤلفه اول که در مجموع شامل ۳۳ درصد تغییرات می‌شد، رسم گردید. تغییرات مقادیر ویژه هر عامل در صفات مورد مطالعه بیانگر بیشتر بودن مقدار ویژه عوامل اول و دوم بوده که در واقع، دارای بیشترین میزان واریانس و تنوع صفات است. هر چه میزان واریانس یک عامل بیشتر باشد، ضریب شرکت آن عامل در تفکیک جمعیت‌ها بیشتر خواهد بود و صفاتی که ضریب عاملی بزرگتر از ۰/۷۵ بوده از صفات جداکننده جمعیت‌ها هستند (Field, 2000). در مؤلفه اول، مهم‌ترین تغییرات در ناحیه سر و در مؤلفه دوم تغییرات در مورفولوژی باله سینه‌ای و شکمی مشاهده گردیده است که می‌تواند این تغییرات بیانگر سازش جمعیت‌ها مطابق با الگوی و شدت جریان آب حاکم بر هر منطقه باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مشخص گردید که همپوشانی بالایی از نظر صفات ریختی بین سه منطقه مورد بررسی وجود دارد و دندروگرام رسم شده مبتنی بر صفات ریختی، مناطق مورد بررسی از شگ‌ماهی *A.braschnikowi* را به دو خوشه تقسیم نمودند. در مطالعه صورت گرفته در همین زمینه در شش منطقه از حوضه خزر جنوبی بیان گردید که آنالیز PCA جمعیت‌های مورد بررسی را در شش عامل ریختی از یکدیگر متمایز می‌کند و دندروگرام حاصله نیز سه ذخیره از شگ‌ماهی *A.braschnikowi* را ارائه نمود (Paknejad *et al*., 2014).

رابطه طول با وزن در جمعیت‌های مختلف اغلب می‌تواند نشانه‌های استراتژی مصرف انرژی به‌وسیله ماهی را ارائه نماید و تنوع مقدار ضریب b در مناطق مختلف پراکنشی یک گونه، به عنوان تنوع درون جمعیتی تفسیر می‌گردد (Vøllestad and L'Abée -Lund, 1990; Przybylski,

[1] Homing

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

1996) به‌خصوص اگر میزان آن مخالف ۳ به‌دست آید بایستی در بررسی ضریب مذکور، مقدار محاسباتی هر جمعیت جداگانه در نظر گرفته شود (Bagenal and Tesch, 1978). مقدار ضریب نمایی b اغلب برای ماده‌ها بزرگتر از نرهاست که احتمالاً به دلیل تفاوت‌ها در مقدار ضریب چاقی و نمو گنادی است. ضریب بزرگتر نشانگر سنگین‌تر بودن نمونه‌های هم‌سن اما با ضریب بزرگتر است (Papageorgiou, 1979). شیب خط رگرسیونی طول-وزن دارای اهمیت بالایی در بررسی بیولوژی جمعیتی گونه‌هاست، چون این ضریب شاخص تاریخچه زندگی به‌حساب می‌آید و بیانگر دینامیسم رشد است. نتایج حاصل از ارتباط طول و وزن در هر سه منطقه مورد مطالعه نشان داد که بین طول و وزن ماهیان (انزلی: R^2=۰/۹۱، ساری: ۰/۹۱ و میانکاله: R^2=۰/۹۰) همبستگی بالایی برقرار است. شیب خط برای انزلی، میانکاله و فرح‌آباد ساری به‌ترتیب ۲/۷۸، ۳/۱۲ و ۲/۶۱ به‌دست آمد. مقایسه دامنه تغییرات به تفکیک منطقه نشان می‌دهد که شرایط زیستگاهی حاکم بر هر یک از جمعیت‌ها، نسبت به عوامل توارثی نقش مهم‌تری در نحوه رشد دارند. با توجه به یکسان بودن فصل نمونه‌برداری، به نظر می‌رسد که عوامل زیستگاهی مؤثر بر قابلیت دسترسی به غذا، رشد و توسعه گنادها و سلامت ماهی‌ها (شدت جریان آب، اکسیژن محلول و ...)، بر میزان شیب رابطه طول-وزن مؤثر بوده‌اند (Tarkan *et al.*, 2006). با تکیه بر نتایج تجزیه‌وتحلیل رگرسیون رابطه طول- وزن می‌توان بیان داشت که صرف نظر از جنسیت برای شگ‌ماهی *A. braschnikowi* در منطقه انزلی و ساری الگوی رشد از نوع آلومتریک منفی و در منطقه میانکاله الگوی رشدی آلومتریک مثبت وجود دارد. در مطالعه‌ای که به منظور تعیین رابطه طول- وزن در جنس *Alosa* در حوضه خزر جنوبی صورت گرفته بود، میانگین ضریب b را برای گونه *A. braschnikowi* ۳/۲۴ تخمین زدند (Fazli *et al.*, 2021). ضریب چاقی نیز یکی از مهم‌ترین عوامل زیستی است که اطلاعات ارزشمندی در خصوص محیط زیست و شرایط تغذیه‌ای ماهی‌ها در هر محل ارائه می‌نماید. ضریب چاقی بزرگتر بیانگر وضعیت تغذیه‌ای بهتر ماهیان است. در تحقیق حاضر، بیشترین میزان ضریب چاقی در مناطق انزلی و میانکاله و پس از آن در منطقه ساری مشاهده گردید (به‌ترتیب ۱/۱۰، ۱/۰۹ و ۰/۷۱۵). منطقه میانکاله یک منطقه حفاظت‌شده و تحت نظارت محیط زیست است، احتمالاً وضعیت بهتر تغذیه‌ای یا کیفی آب در این منطقه شرایط زیست‌محیطی بهتری را در آبهای ساحلی این بخش از خزر جنوبی برای گونه *A. braschnikowi* فراهم آورده است. ازآنجایی‌که شگ‌ماهیان بیشتر در آبهای آزاد و با کیفیت و به صورت گله‌ای حرکت می‌کنند، تغییر در خصوصیات آب و افت کیفی تغذیه آن منجر به تغییرات قابل‌توجهی در سطح جمعیت می‌شود.

با توجه بر نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر، می‌توان بیان داشت که بر اساس اطلاعات ریختی، حداقل دو جمعیت فنوتیپی مجزا از شگ‌ماهی *A.braschnikowi* در حوضه خزر جنوبی وجود دارد. مهم‌ترین عوامل فنوتیپی در ایجاد تمایزات ریختی در گونه شگ‌ماهی *A.braschnikowi* را می‌توان به طول پوزه و ارتفاع سر مرتبط دانست هرچند استفاده از روش‌های نوین تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر یادگیری ماشین نیز به عنوان ابزاری قدرتمند در شناسایی صفات ریختی کلیدی آبزیان (صفات تمایزدهنده) و نیز تشخیص جمیعت‌ها در مطالعات بعدی پیشنهاد می‌گردد. همچنین بین مناطق مورد مطالعه در اکثر صفات مورد بررسی، تنوع فنوتیپی نسبتاً قابل ملاحظه‌ای مشاهده گردید که با توجه به عدم جدایی‌های آلوپاتریک، به‌نظر می‌رسد که خصوصیات زیست‌محیطی در هر منطقه می‌تواند عامل مؤثری در تنوع فنوتیپی این ماهی باشد که این مهم نیازمند مطالعات بیشتر است. با توجه به پلاژیک بودن این ماهیان و حساسیت بالای آنها به کیفیت آب، بررسی‌های توأمان ریختی-محیطی نیز جهت شناسایی مهم‌ترین عوامل محیطی در ایجاد تغییرات فنوتیپی در شگ‌ماهیان نیز پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر نتایج بخشی از پروژه تحقیقاتی با کد مصوب ۲-۹۴-۳۳۶ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان است. بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی و معنوی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور طی انجام تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

منابع

Afraei, M., Parafkandeh, F. and Janbaz, A., 2006. Abundance and diversity of Clupeidae species in Mazandaran and Golestan coastal waters, north Iran. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 15(1):21-32. DOI:10.22092/ISFJ.2006.113934 (in Persian)

Bagenal, T.B. and Tesch, F.W., 1978. Age and Growth. In: Bagenal, T., Ed., Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, 3rd Edition, IBP Handbook No. 3, Blackwell Science Publications, Oxford, pp. 101-136.

Begg, G.A., Friedland, K.D. and Pearce, J.B., 1999. Stock identification and its role in stock assessment and fisheries management: an overview. *Fisheries Research*, 43(1-3):1-8. DOI:10.1016/S0165-7836(99)00062-4

Biswas, S.P., 1993. Manual of method in fish biology. South Asian Publication, Pvt.Ltd. New Dehli. 145 P.

Carvalho, G.R., 1993. Evolutionary aspects of fish distribution: genetic variability and adaptation. *Journal of Fish Biology*, 43:53-73. DOI:1095-8649.1993.tb01179.x

Costa, C. and Cataudella, S., 2007. Relationship between shape and trophic ecology of selected species of Sparids of the Caprolace coastal lagoon (Central Tyrrhenian sea). *Environmental Biology of Fishes*, 78:115-123. DOI:10.1007/s10641-006-9081-9

Delorenzo, L., DeBrock, V., Carmona Baez, A., Ciccotto, P.J., Peterson, E.N., Stull, C., Roberts, N.B., Roberts, R.B. and Powder, K.E., 2022. Morphometric and genetic description of trophic adaptations in cichlid fishes. *Biology*, 11(8):1165. DOI: 10.3390/biology11081165

Eagderi, S., Esmaeilzadegan, E. and Maddah, A., 2013. Body shape variation in riffle minnows (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii, 1863) populations of Caspian Sea basin. *Taxonomy and Biosystematics*, 5(14):1-8. (in Persian)

Fazli, H., Daryanabard, G., Naderi Jolodar, M., Mollaei, H., Taleshian, H. and Bagherzadeh, F., 2021. Length-weight relationship, condition factor and relative condition factor of Alosa braschnikowi and A. caspia in the southeast of the Caspian Sea (Goharbaran). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 19(1):105-113. DOI:10.22124/CJES.2021.4501

Field, A.P., 2000. Discovering statistics using SPSS for Windows: Advanced techniques for beginners. Sage Publications, Inc, United States. 496 P.

Ghasemov, F.A.G., 1994. Ecology of Caspian Sea (Translated by Sharifi, A.). Iranian Fisheries Research and Training Organization, Iran. 272 P.

Guill, J.M., Hood, C.S. and Heins, D.C., 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). *Ecology of Freshwater Fish*, 12(2):134-140. DOI:10.1034/j.1600-0633.2003.00008.x

Hoseini, S., 2000. Systematic and status investigated of the genus Alosa in the Western South of Caspian Sea coasts (Guilan coastal waters), Islamic Azad University, Lahijan Branch, Iran. 100 P. (in Persian)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

Hourston, A.S., 1982. Homing by Canada's west coast herring to management units and divisions as indicated by tag recoveries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(10):1414-1422. DOI:10.1139/f82-190

Iles, T.D. and Sinclair, M., 1982. Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science*, 215(4533):627-633. DOI:10.1126/science.215.4533.627

Jafari Kenari, S.S., Rahmani, H., Rahimi, G. and Farhadi, A., 2015. Determination of morphological diversity of wetlands and riverine populations of *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782) using traditional and geometric methods. *Journal of Applied Ichthyological Research*, 3(2):13-28. (in Persian)

Jafari, O., Fernandes, J.M.D.O., Hedayati, A.A., Shabany, A. and Nasrolahpourmoghadam, M., 2019. Microsatellite analysis of five populations of *Alosa braschnikowi* (Borodin, 1904) across the southern coast of the Caspian Sea. *Frontiers in Genetics*, 10:760. DOI:10.3389/fgene.2019.00760

Karakousis, Y., Triantaphyllidis, C. and Economidis, P.S., 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmo trutta* L., in Greece. *Journal of Fish Biology*, 38(6):807-817. DOI:10.1111/j.1095-8649.1991.tb03620.x

Kuliev, Z.M., 1988. Morphometric and ecological characteristics of Caspian Vimba" Vimba vimba persa". *Journal of Ichthyology*, 28(1):29-37.

Mousavi-Sabet, H., Heidari, A. and Paknejad, S., 2016. Length-weight and length-length relationships of the genus *Alosa* (Clupeoidei: Clupeiformes: Clupeidae) along the southern Caspian Sea coast. *Journal of Applied Ichthyology*, 32(1):129-130. DOI:10.1111/jai.12908

Nacua, S.S., Dorado, E.L. and Torres, M.A.J., 2010. Body shape variation between two populations of the white goby, *Glossogobius giuris*. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5: 44-51.

Nelson, J.S., 2006. Fishes of the World 4th edition. John Wiley & Sons. Inc, New Jersey. 622 P.

Orlova, S.Y., Emelyanova, O., Nebesikhinad, N., Rabazanove, N. and Orlov, A., 2024. The Problems of DNA-Barcoding the Shads of genus *Alosa* (Alosidae) of the Ponto-Caspian Basin. *Journal of Ichthyology*, 64:510-520. DOI:10.1134/S0032945224700188

Paknejad, S., Heidari, A., Jamalzadeh, H. and Faghani Langroudi, H., 2014. A Comparison of the morphological characteristics of *Alosa braschnikowii* (Borodin, 1904) in the southern Caspian Sea basin. *Journal of Applied Ichthyological Research*, 2(2):79-92. (in Persian)

Papageorgiou, N.K., 1979. The length weight relationship, age, growth and reproduction of the roach Rutilus rutilus (L.) in Lake Volvi. *Journal of fish biology*, 14(6):529-538. DOI:10.1111/j.1095-8649.1979.tb03552.x

Price, T.D., Qvarnström, A. and Irwin, D.E., 2003. The role of phenotypic plasticity in driving genetic evolution. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1523):1433-1440. DOI:10.1098/rspb.2003.2372

Przybylski, M., 1996. Variation in fish growth characteristics along a river

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

course. *Hydrobiologia*, 325:39-46. DOI:10.1007/BF00023666

Radkhah, A., Eagderi, S. and Poorbagher, H., 2024. Study of habitat suitability of Namak chub (*Squalius namak*) in Qarachai River from Namak Lake basin. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 33(1):53-69. DOI:10.22092/ISFJ.2024.131260 (in Persian)

Randall, J.E. and Pyle, R.L., 2008. Synodus orientalis, a new lizardfish (Aulopiformes: Synodontidae) from Taiwan and Japan, with correction of the Asian record of *S. lobeli*. *Zoological Studies*, 47(5):657-662.

Robledo, D., Ogwang, J., Byakora, E., Nascimento-Schulze, J.C., Benda, K.K., Fraslin, C., Salisbury, S., Solimo, M., Mayega, J.F., Peter, B. and Masembe, C., 2024. Genetic diversity and population structure of farmed and wild Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Uganda: The potential for aquaculture selection and breeding programs. *Genomics*, 116(1), 110781 P. DOI:10.1016/j.ygeno.2024.110781

Sattari, M., Mazareiy, M.H., Khataminejad, S., Bibak, M. and Imanpour Namin, J., 2021. Geometric Morphometric analysis of Alosa braschnikowi (Teleostei, Clupeidae) populations in the southern Caspian Sea. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 17(1):1-13. DOI:10.22067/IJAB.2021.63418.0

Soule, M.E. and Cuzin-Roudy, J., 1982. Allomeric variation. 2. Developmental instability of extreme phenotypes. *The American Naturalist*, 120(6):765-786. DOI:10.1086/284029

Tarkan, A.S., Gaygusuz, Ö., Acıpınar, H., Gürsoy, Ç. and Özuluğ, M., 2006. Length–weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4):271-273. DOI:10.1111/j.1439-0426.2006.00711.x

Tudela, S., 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. *Fisheries Research*, 42(3):229-243. DOI:10.1016/S0165-7836(99)00052-1

Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Başusta, N. and Turan, F., 2004. Morphometric structuring of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28(5):865-871.

Vøllestad, L.A. and L'Abée-Lund, J.H., 1990. Geographic variation in life–history strategy of female roach, *Rutilus rutilus* (L.). *Journal of Fish Biology*, 37(6):853-864. DOI:10.1111/j.1095-8649.1990.tb03589.x

Wimberger, P.H., 1992. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of Geophagus (Pisces: Cichlidae). *Biological Journal of the linnean society*, 45(3):197-218. DOI:10.1111/j.1095-8312.1992.tb00640.x

Zahmatkesh, M., Shabanipour, N., Zahmatkesh, A. and Abbasi, K., 2016. Population structure of *Alosa* Linck, 1970 in the southern Coast of Caspian Sea (Guilan province). *Journal of Animal Research* (*Iranian Journal of Biology*), 28(4):457-465. (in Persian)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

Morphometric variations and Length-weight relationships of the Caspian marine shad (*Alosa braschnikowi* Borodin, 1904) populations across the southern basin of the Caspian Sea

Jafari O.[1*]; Nasrolahpourmoghadam M.[2*]; Abdollahzadeh E.[1]; Hassanzadeh Saber M.[1]

Jaafari.omid@yahoo.com; Pourmoghadamm@yahoo.com

1-International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
2-Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Fish population segregation through diagnostic morphometric traits has a great importance in fish conservation and fisheries management programs. In the current study, morphometric variations of 31 morphometric characteristics of *Alosa braschnikowi* was investigated in the Southern Caspian Sea in three provinces including Guilan, Mazandaran and Golestan, during winter 2021. The average standard length (±SD) was 231.73±4.38, 231.52±4.14 and 200.93±32 in Guilan, Mazandaran and Golestan, respectively. The results obtained from the one-way ANOVA showed a significant difference (p<0.05) in 17 out of 31 morphometric traits. The PCA showed that the investigated areas can be distinguished through nine components, so that the main changes in the first component (PC1) are in the head area while variations in the pectoral and dorsal fins were identified as important through the second component (PC2). Investigating the growth pattern of *A. braschnikowi* illustrated a negative allometric growth for Anzali (b=2.78) and Sari (b=2.61) regions while Miankaleh (b=3.12) had a positive allometric growth pattern. Furthermore, condition factors estimation revealed a better nutritional condition in Anzali (CF=1.10) and Miankaleh (CF=1.09) compared to Sari region (CF=0.71). Morphometric-based clustering showed that there are at least two separate populations of *A. braschnikowi* in the studied areas of the Southern Caspian Sea. Due to the evenness in sampling season and way of sampling, it seems that the environmental features in each region have caused the ensuing high morphological diversity in *A. braschnikowi*, however, investigations through molecular methods are needed for this claim. Considering the high rate of morphometric variations in *Alosa* genus in the Caspian Sea, the usage of machine-learning based analytical methods is highly recommended for future studies.

Keywords: Condition factor, Population, Biometry, Fisheries management, Stock identification

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]