

مقایسه ریختی شگ‌ماهیان جنس *Alosa* در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از صفات اندازه‌شی و شمارشی

سید رامین قطبی جوکندان^۱، محمدصادق علوی یگانه^{۱*} و شیرین جمشیدی^۲
^۱ گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
^۲ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

چکیده

مطالعه حاضر به منظور مقایسه ریختی چهار گونه از شگ‌ماهیان جنس *Alosa* از سواحل جنوبی دریای خزر شامل: شگ‌ماهی براشنیکووی (*A. braschnikowi*)، خزری (*A. caspia*)، مهاجر (*A. kessleri*) و چشم‌درشت (*A. saposchnikowii*) انجام شد. در مجموع، ۲۳۹ نمونه ماهی از پاییز ۱۳۹۲ تا اوایل بهار سال ۱۳۹۳ از سه ایستگاه صید پره (بندر انزلی، نور-محمودآباد، خلیج گرگان) جمع‌آوری شد. ۲۵ صفت اندازه‌شی و ۹ صفت شمارشی جهت مقایسه ریختی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA)، آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تابع تشخیص (DA) بیانگر کارایی مطلوب صفات ریختی مطالعه شده در تفکیک چهار گونه نامبرده بود. اگرچه هیچ یک از صفات بررسی شده به شکل تشخیصی تفاوت گونه‌ها را نشان ندادند اما صفات اندازه‌شی در مقایسه با صفات شمارشی کارایی بهتری در تمایز شگ‌ماهیان جنس *Alosa* داشتند. علاوه بر صفات شمارشی و اندازه‌شی اشاره شده در منابع و کلیدهای شناسایی موجود که اغلب مرتبط با اندازه و تعداد خارها و شعاع‌های کمان اول آیشی بودند، صفات اندازه‌شی شامل: ارتفاع باله مخرجی و پشتی، ارتفاع، عرض و طول سر، طول پوزه، ارتفاع ساقه دم، فاصله پس چشمی، طول باله سینه‌ای و شکمی و صفات شمارشی شامل: تعداد شعاع باله دم و تعداد شعاع منشعب و غیرمنشعب باله پشتی در مقایسه بین چهار گونه دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) بودند. هرچند دامنه تغییرات صفات اندازه‌شی و شمارشی زیست‌سنجی شده در مقایسه بین گونه‌های جنس *Alosa* در جنوب دریای خزر، همپوشانی داشت، اما این صفات می‌توانند در شناسایی بهتر و دقیق‌تر این گونه‌ها مفید باشند.

واژه‌های کلیدی: دریای خزر، ریخت‌شناسی، شگ‌ماهیان، جنس *Alosa*

مقدمه

جنس و حدود ۱۹۰ گونه است که از این تعداد حدود

۳۷ جنس و ۱۵۰ گونه در مناطق گرمسیری و بقیه در

نواحی نیمه‌گرمسیری زیست می‌کنند (Nelson, 2006).

خانواده شگ‌ماهیان (Clupeidae) از راسته

شگ‌ماهی شکلان (Clupeiformes) دارای بیش از ۵۰

* malavi@modares.ac.ir

وارد نواحی پایین دست رودخانه می شود (Berg, 1962؛ Abdoli and Naderi, 2008؛ Coad, 1997).

شناخت ویژگی های ریختی، علاوه بر نقشی که در شناسایی و طبقه بندی گونه های ماهیان دارد، در شناخت زیستگاه و ویژگی های بوم شناختی گونه نیز دارای اهمیت است (Bagenal and Tesch, 1978؛ Dhanya et al., 2004). پیش از این مطالعات منطقه ای در ارتباط با ریخت شناسی گونه های جنس *Alosa* انجام شده است. Hosseini (۲۰۰۰) در استان گیلان (در بخش جنوب غربی) سه گونه از شگ ماهیان شامل: *A. braschnikowi*، *A. caspia* و *A. kessleri* را شناسایی نمودند که در این بین، گونه *A. braschnikowi* بیشترین فراوانی (۶۵/۹ درصد) را به خود اختصاص داده بود. Afraei و همکاران (۲۰۰۶) از سواحل جنوبی دریای خزر در استان های گلستان و مازندران چهار گونه از این جنس شامل: *A. braschnikowi*، *A. caspia*، *A. kessleri* و *A. saposchnikowii* را بر اساس صفات ریختی شناسایی نمودند که بیشترین و کمترین فراوانی به ترتیب به گونه های *A. braschnikowi* (۸۴/۴ درصد) و *A. kessleri* (۳/۲ درصد) متعلق بود.

شبهات ظاهری زیادی بین گونه های این جنس در سواحل جنوبی خزر وجود دارد و کلیدهای شناسایی موجود (Berg, 1962؛ Whitehead, 1985)، فرامانطقه ای است و فقط به ویژگی های مرتبط با کمان آبششی به عنوان صفت تشخیصی اشاره شده است. در پژوهش حاضر، تلاش شد تا با بررسی محدوده جغرافیایی گسترده تر و تعداد نمونه های بیشتر علاوه بر بررسی دقیق صفات اشاره شده در کلیدهای شناسایی و سایر پژوهش های موجود، به شناخت سایر اختلافات ریختی

بدن شگ ماهیان معمولاً طولی و فشرده از طرفین است و اغلب از موجودات پلانکتونی کوچک تغذیه می کنند (Whitehead, 1985). گونه های این خانواده، سطح زی و به طور عمده دریایی هستند که برخی از آنها به آب شیرین مهاجرت نموده، یا بین آب شیرین و دریا در رفت و آمد هستند (Whitehead, 1985؛ Gaudant, 1991).

پراکنش شگ ماهیان به شرایط مختلف بوم شناسی، روابط غذایی و سازگاری های صورت گرفته با محیط زیست و دما ارتباط دارد که بر میزان تراکم و پراکنش گونه های مختلف این جنس تأثیر دارد (Sheldon, 1968). در دریای خزر دو جنس *Clupeonella* Kessler, 1877 و *Alosa* H. F. Linck, 1790 خانواده Clupeidae زیست می کنند (Abdoli and Naderi, 2008). پنج گونه از جنس *Alosa* شامل: *A. braschnikowi* (Borodin, 1904) (شگ ماهی براشنیکووی)، *A. caspia* (Eichwald, 1838) (خزری)، *A. kessleri* (Grimm, 1887) (مهاجر)، *A. saposchnikowii* (Grimm, 1887) (چشم درشت) و *A. sphaerocephala* (L. S. Berg, 1913) در دریای خزر توصیف شده است که به غیر از گونه *A. sphaerocephala* بقیه در آب های ایران گزارش شده است (Whitehead, 1985؛ Abdoli and Naderi, 2008). گونه های این جنس در دریای خزر مهاجرت های فصلی دارند، به طوری که در فصل بهار، برای تخم ریزی در آب های کم عمق شمالی خزر به سر می برند و پس از تخم ریزی و با آغاز فصل سرد (پاییز و زمستان) به سمت عرض های پایین تر و آب های عمیق نواحی جنوبی خزر مهاجرت نموده، غالباً زمستان را در آب های ساحلی ایران به سر می برند. در این بین، شگ ماهی مهاجر تنها گونه ای است که برای تخم ریزی

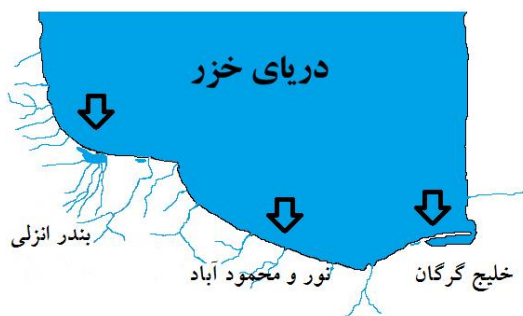
در گونه‌های جنس *Alosa* در سواحل جنوبی خزر پرداخته شود.

روش تحقیق

نمونه شگ ماهیان از صیدگاه‌های پره واقع در سه ایستگاه بندرانزلی، نور-محمودآباد و خلیج گرگان جمع‌آوری شد (شکل ۱).

نمونه‌ها برای شناسایی با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود (Whitehead, 1985; Berg, 1962; Coad, 2014) و ثبت اطلاعات زیست‌سنجی به آزمایشگاه منتقل شد. صفات ریختی بررسی شده شامل: ۲۵ صفت اندازه‌شی و ۹ صفت شمارشی بود که صفات اندازه‌شی شامل: طول کل (TL)، طول استاندارد (SL)، طول سر (HL)، ارتفاع سر (HH)، عرض سر (HW)، ارتفاع بدن (BH)، قطر چشم (OD)، فاصله بین دو چشم (IOD)، فاصله بین چشم تا انتهای سرپوش آبششی یا فاصله پس چشمی (POL)، طول پوزه (SnL)، فاصله نوک پوزه تا منشأ باله پشتی (PrDL)، فاصله نوک پوزه تا منشأ باله شکمی (PrVL)، فاصله نوک پوزه تا منشأ باله مخرجی (PrAL)، ارتفاع ساقه دم (CPH)، فاصله بین منشأ باله سینه‌ای تا منشأ باله شکمی (PVD)، فاصله منشأ باله شکمی تا منشأ باله مخرجی (VAD)، طول باله سینه‌ای (PL)، طول باله شکمی (VL)، ارتفاع باله مخرجی (AFH)، ارتفاع باله پشتی (DFH)، فاصله بین انتهای باله پشتی تا انتهای ساقه دم (DCPD)، فاصله بین انتهای باله مخرجی تا انتهای ساقه دم (ACPD)، طول پایه باله پشتی (DBL)، طول پایه باله مخرجی (ABL)، طول خار آبششی (GRL) و طول شعاع آبششی (GFL) بودند. صفات شمارشی شامل: تعداد

خار آبششی (GR)، تعداد شعاع سخت (غیرمنشعب) باله پشتی (DHR)، تعداد شعاع نرم (منشعب) باله پشتی (DSR)، تعداد شعاع باله سینه‌ای (PR)، تعداد شعاع سخت (غیرمنشعب) باله مخرجی (AHR)، تعداد شعاع نرم (منشعب) باله مخرجی (ASR)، تعداد شعاع باله دم (CR)، تعداد فلس روی خط جانبی (LLS) و تعداد فلس‌های تغییر شکل یافته شکمی (KS) بود. برای اندازه‌گیری صفات اندازه‌شی از ریزسنج با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد (Lagler, 1956). برای حذف اثر اندازه، مقادیر صفات اندازه‌شی به شکل نسبی یعنی نسبت به طول استاندارد و طول سر، تحلیل شدند. مقایسه بین گونه‌ها در هر یک از صفات با آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)، تابع تشخیصی (DA) و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶/۰ و رسم نمودارهای رسته‌بندی با استفاده از نرم‌افزار PAST انجام شد (Turan and Basusta, 2001; Somers, 1989).



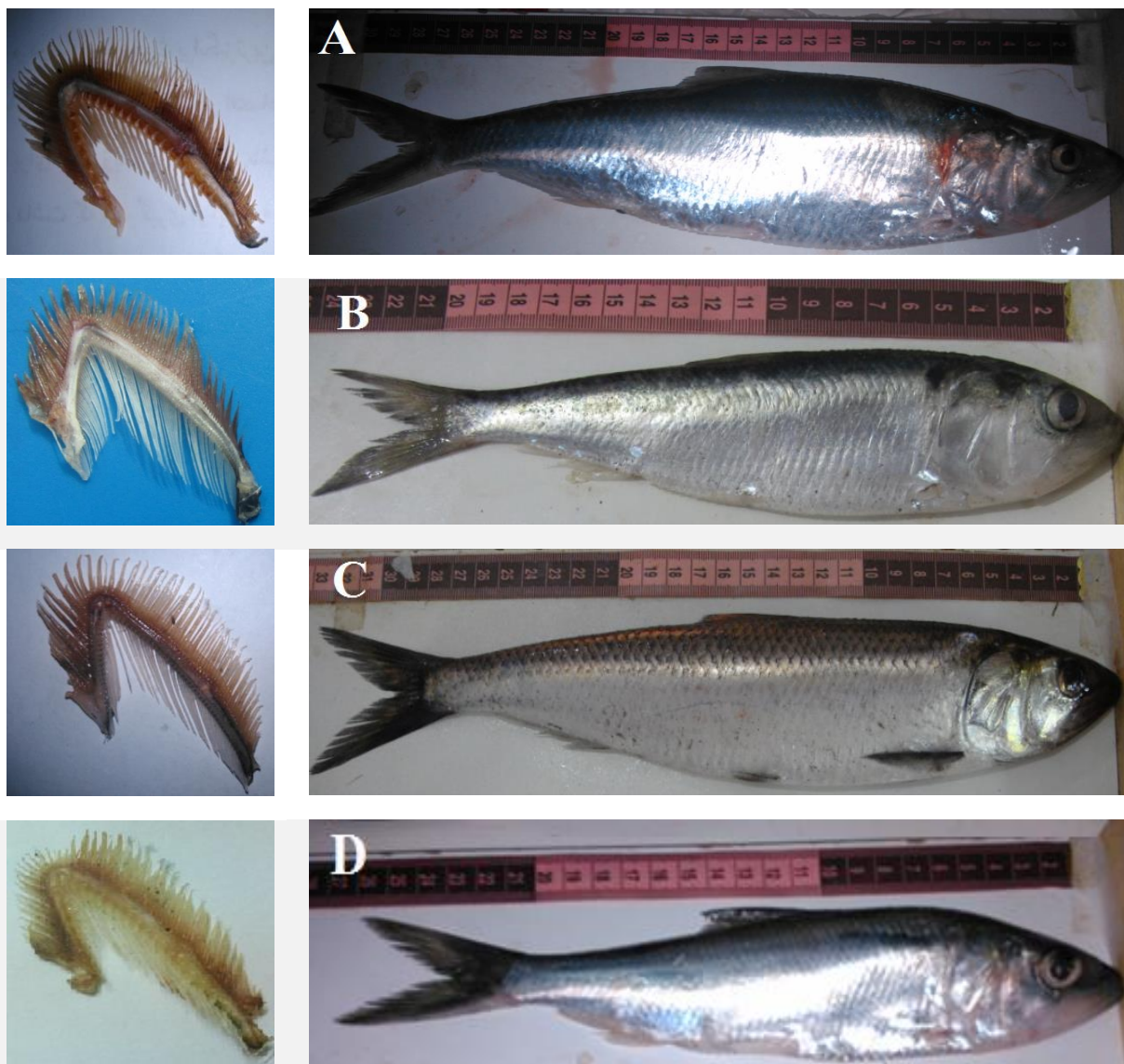
شکل ۱- موقعیت سه ایستگاه نمونه‌برداری واقع در سواحل جنوبی دریای خزر

نتایج

در مجموع، ۲۳۹ نمونه ماهی (شامل ۷۵ عدد شگ‌ماهی براشنیکووی *A. braschnikowi*، ۶۷ عدد

شگ ماهی خزری *A. caspia*، ۶۵ عدد شگ ماهی
A. saposchnikowii از سه ایستگاه صید پره
 جمع آوری شد (شکل ۲).

مهاجر *A. kessleri* و ۳۲ عدد شگ ماهی چشم درشت



شکل ۲- به ترتیب از بالا به پایین، تصویر چهار گونه شگ ماهی شناسایی شده از سواحل جنوبی دریای خزر و نخستین کمان آبخشی آنها شامل: (A) شگ ماهی براشنيکویی (*A. braschnikowi*)، (B) شگ ماهی خزری (*A. caspia*)، (C) شگ ماهی مهاجر (*A. kessleri*) و (D) شگ ماهی چشم درشت *A. saposchnikowii*.

صفات شمارشی (به غیر از شعاع غیر منشعب و منشعب
 باله مخرجی) تفاوت معنی داری در مقایسه های بین
 گونه ای مشاهده شد ($P < 0.05$). اما در تمام صفات،

بر اساس نتایج زیست سنجی صفات شمارشی
 (جدول ۱) مشخص شد که با توجه به آنالیز واریانس
 یک طرفه در آزمون چند دامنه ای دانکن، در اغلب

همپوشانی بارزی بین صفات شمارشی بود. تعداد خار نخستین کمان آبششی به عنوان متمایز کننده‌ترین صفت شمارشی در شگ ماهی برانشنیکووی برابر با ۲۵-۴۷، در شگ ماهی خزری ۶۷-۱۲۵ عدد، در شگ ماهی مهاجر ۴۹-۸۸ عدد و در شگ ماهی چشم‌درشت ۲۶-۳۶ عدد بود. شگ ماهی خزری با میانگین ۹۷/۶۵ عدد و شگ ماهی چشم‌درشت با میانگین ۲۵/۱۲ عدد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد خار آبششی در نخستین کمان آبششی بودند.

جدول ۲ نتایج ۲۵ صفت اندازه‌شی نسبی زیست‌سنجی شده چهار گونه از شگ ماهیان مورد بررسی را نشان می‌دهد. باتوجه به نتایج تجزیه واریانس یک طرفه در آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در تمام صفات اندازه‌شی، در مقایسه بین گونه‌ای تفاوت معنی‌دار حداقل در یکی از گونه‌ها دیده شد. از این بین، در چهار صفت شامل: طول خار به شعاع آبششی، ارتفاع

باله مخرجی به طول استاندارد، عرض سر نسبت به طول سر و قطر چشم نسبت به طول سر، اختلاف معنی‌دار در مقایسه بین هر چهار گونه از شگ ماهیان مورد بررسی مشاهده شد ($P < 0.05$).

نتایج آزمون PCA به تفکیک صفات شمارشی و اندازه‌شی در جدول ۳ نشان داده شده است. در بین صفات اندازه‌شی، صفات: نسبت طول باله سینه‌ای، طول باله شکمی، ارتفاع باله مخرجی، ارتفاع باله پشتی، ارتفاع بدن، فاصله بین نوک پوزه تا منشأ باله سینه‌ای و طول سر نسبت به طول استاندارد و عرض و ارتفاع سر نسبت به طول سر بیشترین سهم را در تمایز چهار گونه در دو محور اول بر عهده داشتند (بار عاملی بیشتر از ۰/۷) و در بین صفات شمارشی، صفات: تعداد شعاع آبششی، تعداد شعاع‌های سخت و نرم باله پشتی و تعداد شعاع‌های باله دمی بیشترین سهم (بار عاملی بیشتر از ۰/۷) را در تمایز چهار گونه برخوردار بودند.

جدول ۱- نتایج صفات شمارشی در چهار گونه شگ ماهی: *A. braschnikowi* (۷۵ عدد)، *A. caspia* (۶۷ عدد)، *A. kessleri* (۶۵ عدد) و *A. saposchnikowii* (۳۲ عدد). GR: تعداد خار آبششی، DHR: شعاع سخت (غیر منشعب) باله پشتی، DSR: شعاع منشعب باله پشتی، PR: تعداد شعاع باله سینه‌ای، AHR: تعداد شعاع سخت (غیر منشعب) باله مخرجی، ASR: تعداد شعاع نرم (منشعب) باله مخرجی، CR: تعداد شعاع باله دمی، LLS: تعداد فلس روی خط جانبی، KS: تعداد فلس‌های تغییر شکل یافته تیغه شکمی. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

گونه	<i>A. braschnikowi</i>		<i>A. caspia</i>		<i>A. kessleri</i>		<i>A. saposchnikowii</i>	
صفت	میانگین ± انحراف	دامنه	میانگین ± انحراف	دامنه	میانگین ± انحراف	دامنه	میانگین ± انحراف	دامنه
تغییرات	از معیار	تغییرات	از معیار	تغییرات	از معیار	تغییرات	از معیار	تغییرات
GR	۳۱/۴۶ ± ۵/۳۸۸c	۲۵-۴۷	۹۷/۶۵ ± ۱۵/۱۰۳a	۶۷-۱۲۵	۷۰/۳۶ ± ۷/۳۳۶b	۴۹-۸۸	۲۵/۱۲ ± ۲/۳۳۸c	۲۶-۳۶
DHR	۳/۵۸ ± ۰/۵۴۷bc	۲-۵	۳/۴۴ ± ۰/۶۸۰bc	۲-۵	۳/۷۸ ± ۰/۶۲۴a	۳-۵	۳/۴۳ ± ۰/۵۶۴ab	۳-۵
DSR	۱۳/۶۱ ± ۰/۶۵۷b	۱۲-۱۵	۱۳/۴۱ ± ۰/۷۴۱b	۱۲-۱۵	۱۳/۶۹ ± ۰/۷۴۸b	۱۲-۱۵	۱۴ ± ۰/۵۶۷a	۱۳-۱۵
PR	۱۴/۰۵ ± ۰/۸۳۶bc	۱۳-۱۶	۱۴/۲۸ ± ۰/۷۷۴b	۱۳-۱۶	۱۴/۶ ± ۰/۶۳۲a	۱۴-۱۶	۱۳/۸۱ ± ۰/۷۸۰c	۱۳-۱۵
AHR	۳/۰۹ ± ۰/۸۰۸a	۲-۵	۲/۹۵ ± ۰/۶۳۸a	۲-۴	۳/۰۳ ± ۰/۵۸۵a	۲-۴	۳/۰۹ ± ۰/۴۶۵a	۲-۴
ASR	۱۷/۷۴ ± ۱/۱۲۸a	۱۵-۲۱	۱۸/۱۳ ± ۱/۰۴۲a	۱۶-۲۰	۱۷/۹۸ ± ۰/۹۶۰a	۱۶-۲۰	۱۷/۷۵ ± ۰/۸۷۹a	۱۶-۲۰
CR	۲۲/۳۶ ± ۱/۴۷۶a	۱۸-۲۵	۱۹/۸۸ ± ۱/۵۱۲c	۱۷-۲۳	۲۱/۱۶ ± ۱/۴۲۰b	۱۸-۲۴	۲۱/۵۳ ± ۱/۷۵۹b	۱۸-۲۵
LLS	۵۱/۰۶ ± ۱/۷۵۰b	۴۶-۵۶	۴۹/۹۷ ± ۱/۷۰۵c	۴۶-۵۴	۵۲/۳۲ ± ۱/۳۵۹a	۴۸-۵۴	۵۱ ± ۱/۴۵۹b	۴۸-۵۴
KS	۳۰/۵۳ ± ۱/۸۸۴b	۲۷-۳۵	۳۰/۰۴ ± ۱/۶۲۷b	۲۶-۳۴	۳۱/۴۷ ± ۱/۳۵۹a	۲۸-۳۴	۳۱/۲۵ ± ۱/۴۱۴a	۲۷-۳۳

جدول ۲- نتایج صفات اندازه‌شی نسبی در چهار گونه شگ‌ماهی *A. braschnikowi* (۷۵ عدد)، *A. caspia* (۶۷ عدد)، *A. kessleri* (۶۵ عدد) و *A. saposchnikowii* (۳۲ عدد). PL: طول باله سینه‌ای، VL: طول باله شکمی، AFH: ارتفاع باله مخرجی، DFH: ارتفاع باله پشتی، GRL: طول خار آبششی، BH: ارتفاع بدن، PVD: فاصله بین منشأ باله سینه‌ای تا منشأ باله شکمی، VAD: فاصله منشأ باله شکمی تا منشأ باله مخرجی، PrDL: فاصله نوک پوزه تا منشأ باله پشتی، PrVL: فاصله نوک پوزه تا منشأ باله شکمی، PrAL: فاصله نوک پوزه تا منشأ باله مخرجی، PrPL: فاصله نوک پوزه تا منشأ باله سینه‌ای، DBL: طول پایه باله پشتی، ABL: طول پایه باله مخرجی، CPH: ارتفاع ساقه دم، HL: طول سر، DCPD: فاصله بین انتهای باله پشتی تا انتهای ساقه دم، ACPD: فاصله بین انتهای باله مخرجی تا انتهای ساقه دم، SnL: طول پوزه، OD: قطر چشم، IOD: فاصله بین دو چشم، POL: فاصله پس چشمی، HH: ارتفاع سر، HW: عرض سر، GRL: طول خار آبششی و GFL: طول شعاع آبششی. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

گونه	<i>A. braschnikowi</i>		<i>A. caspia</i>		<i>A. kessleri</i>		<i>A. saposchnikowii</i>	
صفت	میانگین ±	انحراف معیار	میانگین ±	انحراف معیار	میانگین ±	انحراف معیار	میانگین ±	انحراف معیار
PL/SL	۰/۱۳±۰/۱۸	۰/۱۵±۰/۱۱c	۰/۱۴±۰/۱۸	۰/۱۶±۰/۰۸b	۰/۱۳±۰/۱۷	۰/۱۵±۰/۰۷c	۰/۱۴±۰/۲۰	۰/۱۸±۰/۱۳a
VL/SL	۰/۰۷±۰/۱۲	۰/۰۹±۰/۰۶c	۰/۰۹±۰/۱۱	۰/۱۰±۰/۰۴b	۰/۰۸±۰/۱۰	۰/۰۹±۰/۰۳c	۰/۰۸±۰/۱۲	۰/۱۰±۰/۰۷a
AFH/SL	۰/۰۵±۰/۰۹	۰/۰۷±۰/۰۷d	۰/۰۶±۰/۱۳	۰/۰۸±۰/۱۳b	۰/۰۶±۰/۰۹	۰/۰۷±۰/۰۶c	۰/۰۷±۰/۱۲	۰/۰۹±۰/۰۹a
DFH/SL	۰/۱۱±۰/۱۶	۰/۱۴±۰/۱۱c	۰/۱۳±۰/۱۶	۰/۱۵±۰/۰۷b	۰/۱۱±۰/۱۵	۰/۱۴±۰/۰۷d	۰/۱۳±۰/۱۷	۰/۱۵±۰/۱۰a
GRL/SL	۰/۰۱±۰/۰۴	۰/۰۳±۰/۰۵c	۰/۰۴±۰/۱۰	۰/۰۶±۰/۱۰a	۰/۰۳±۰/۰۶	۰/۰۴±۰/۰۶b	۰/۰۳±۰/۰۵	۰/۰۴±۰/۰۶b
BH/SL	۰/۲۰±۰/۲۸	۰/۲۵±۰/۱۶a	۰/۲۰±۰/۳۰	۰/۲۴±۰/۲۱a	۰/۱۸±۰/۲۵	۰/۲۲±۰/۱۴b	۰/۲۰±۰/۲۸	۰/۲۵±۰/۲۰a
PVD/SL	۰/۲۰±۰/۲۷	۰/۲۴±۰/۱۱a	۰/۲۱±۰/۲۵	۰/۲۳±۰/۰۸c	۰/۲۲±۰/۲۷	۰/۲۴±۰/۰۹b	۰/۲۲±۰/۲۶	۰/۲۴±۰/۱۲b
VAD/SL	۰/۲۰±۰/۲۵	۰/۲۲±۰/۱۲a	۰/۱۸±۰/۲۳	۰/۲۱±۰/۱۰b	۰/۱۸±۰/۲۳	۰/۲۱±۰/۱۰b	۰/۱۷±۰/۲۵	۰/۲۲±۰/۱۹a
PrDL/SL	۰/۴۵±۰/۵۴	۰/۴۹±۰/۱۵b	۰/۴۷±۰/۵۱	۰/۴۹±۰/۱۰b	۰/۴۴±۰/۵۱	۰/۴۸±۰/۱۲c	۰/۴۹±۰/۵۴	۰/۵۲±۰/۱۲a
PrVL/SL	۰/۴۶±۰/۵۱	۰/۵۱±۰/۰۲۳b	۰/۴۸±۰/۵۵	۰/۵۱±۰/۱۲b	۰/۴۸±۰/۵۳	۰/۵۰±۰/۱۰c	۰/۴۹±۰/۵۵	۰/۵۲±۰/۱۴a
PrAL/SL	۰/۶۸±۰/۷۸	۰/۷۲±۰/۱۷b	۰/۶۸±۰/۷۳	۰/۷۱±۰/۱۰c	۰/۶۷±۰/۷۴	۰/۷۱±۰/۱۳c	۰/۷۱±۰/۷۶	۰/۷۳±۰/۱۲a
PrPL/SL	۰/۲۴±۰/۳۰	۰/۲۶±۰/۰۱۳b	۰/۲۶±۰/۳۰	۰/۲۸±۰/۰۹a	۰/۲۴±۰/۲۹	۰/۲۶±۰/۰۹b	۰/۲۶±۰/۳۰	۰/۲۸±۰/۱۲a
DBL/SL	۰/۱۱±۰/۱۵	۰/۱۳±۰/۰۸a	۰/۱۱±۰/۱۷	۰/۱۳±۰/۰۱ab	۰/۱۱±۰/۱۴	۰/۱۲±۰/۰۵b	۰/۱۱±۰/۱۶	۰/۱۲±۰/۱۲ab
ABL/SL	۰/۱۳±۰/۲۰	۰/۱۵±۰/۱۰b	۰/۱۲±۰/۱۷	۰/۱۶±۰/۰۹a	۰/۱۴±۰/۱۷	۰/۱۶±۰/۰۵ab	۰/۱۲±۰/۱۹	۰/۱۵±۰/۱۲b
CPH/SL	۰/۰۶±۰/۱۲	۰/۰۷±۰/۰۷a	۰/۰۶±۰/۰۸	۰/۰۷±۰/۰۴a	۰/۰۶±۰/۰۹	۰/۰۷±۰/۰۴b	۰/۰۶±۰/۰۸	۰/۰۷±۰/۰۵a
HL/SL	۰/۲۳±۰/۳۰	۰/۲۷±۰/۱۴c	۰/۲۷±۰/۳۱	۰/۲۹±۰/۰۹b	۰/۲۳±۰/۲۹	۰/۲۷±۰/۱۱c	۰/۲۴±۰/۳۱	۰/۲۹±۰/۱۴a
DCPD/SL	۰/۳۷±۰/۴۴	۰/۴۰±۰/۱۳a	۰/۳۸±۰/۴۶	۰/۴۱±۰/۱۵a	۰/۳۷±۰/۴۳	۰/۴۰±۰/۱۱a	۰/۳۵±۰/۴۴	۰/۳۸±۰/۱۵b
ACPD/SL	۰/۱۲±۰/۱۷	۰/۱۴±۰/۰۸a	۰/۱۲±۰/۱۸	۰/۱۴±۰/۰۷a	۰/۱۲±۰/۱۶	۰/۱۴±۰/۰۶a	۰/۱۲±۰/۱۸	۰/۱۳±۰/۱۰b
SnL/HL	۰/۲۷±۰/۳۵	۰/۳۱±۰/۱۶a	۰/۲۶±۰/۳۲	۰/۳۰±۰/۱۱b	۰/۲۸±۰/۳۴	۰/۳۱±۰/۱۳a	۰/۲۶±۰/۳۴	۰/۳۱±۰/۱۶a
OD/HL	۰/۱۶±۰/۲۴	۰/۱۹±۰/۱۸d	۰/۱۷±۰/۲۳	۰/۲۱±۰/۱۴b	۰/۱۸±۰/۲۲	۰/۲۰±۰/۱۰c	۰/۲۴±۰/۲۷	۰/۲۵±۰/۰۸a
IOD/HL	۰/۱۵±۰/۲۰	۰/۱۷±۰/۱۱b	۰/۱۵±۰/۲۱	۰/۱۸±۰/۱۰a	۰/۱۴±۰/۱۹	۰/۱۷±۰/۱۰b	۰/۱۴±۰/۱۹	۰/۱۶±۰/۱۰c
POL/HL	۰/۴۳±۰/۵۴	۰/۴۸±۰/۲۲a	۰/۴۵±۰/۵۳	۰/۴۸±۰/۱۶a	۰/۴۵±۰/۵۱	۰/۴۸±۰/۱۵a	۰/۴۳±۰/۵۳	۰/۴۶±۰/۲۱b
HH/HL	۰/۶۸±۰/۸۰	۰/۷۴±۰/۰۳ab	۰/۷۰±۰/۸۱	۰/۷۶±۰/۰۳۱a	۰/۶۶±۰/۷۵	۰/۷۰±۰/۲۴c	۰/۶۸±۰/۸۱	۰/۷۳±۰/۰۳۵b
HW/HL	۰/۳۳±۰/۴۴	۰/۳۸±۰/۰۲۵a	۰/۳۳±۰/۴۰	۰/۳۶±۰/۰۱۵c	۰/۳۳±۰/۴۰	۰/۳۵±۰/۱۵d	۰/۳۳±۰/۴۱	۰/۳۷±۰/۰۱۸b
GRL/GFL	۰/۴۸±۰/۹۹	۰/۸۴±۰/۱۱d	۱/۰۴±۰/۲۱۷	۱/۰۶±۰/۲۱۶a	۱/۰۹±۰/۱۴۹	۱/۰۲۲±۰/۱۳۹b	۱/۰۶±۰/۱۴۳	۱/۰۱±۰/۱۵۹c

جدول ۳- مقادیر بار عاملی صفات اندازه‌شی و شمارشی در دو مؤلفه اصلی از آزمون PCA. مقادیر بار عاملی بیش از ۰/۷ با علامت * مشخص شده است.

صفت شمارشی	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	صفت شمارشی	مؤلفه اول	مؤلفه دوم
GR	* ۰/۷۸۵	۰/۱۸۰	ASR	۰/۱۲۲	۰/۰۳۱
DHR	۰/۱۹۸	* ۰/۸۰۶	CR	۰/۸۱۱	۰/۰۵۹
DSR	۰/۳۰۲	* ۰/۷۳۴	LLS	۰/۴۸۹	۰/۳۷۱
PR	۰/۰۱۳	۰/۲۲۴	KS	۰/۱۲۰	۰/۱۰۴
AHR	۰/۰۵۲	۰/۲۷۳	واریانس	۱۸/۶۱۹ درصد	۱۶/۶۶۵ درصد

صفت اندازه‌شی	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	صفت اندازه‌شی	مؤلفه اول	مؤلفه دوم
PL/SL	۰/۸۵۹ *	۰/۰۹۹	ABL/SL	۰/۰۳۸	۰/۰۱۲
VL/SL	۰/۷۹۶ *	۰/۱۹۴	CPH/SL	۰/۴۰۰	۰/۴۳۳
AFH/SL	۰/۷۰۱ *	۰/۰۵۶	HL/SL	۰/۹۰۸ *	۰/۰۹۹
DFH/SL	۰/۷۹۲ *	۰/۲۱۳	DCPD/SL	۰/۲۸۲	۰/۰۳۸
GRL/SL	۰/۴۴۸	۰/۰۴۸	ACPD/SL	۰/۱۲۰	۰/۰۲۳
BH/SL	۰/۲۴۶	۰/۸۱۰ *	SnL/HL	۰/۰۲۱	۰/۰۳۳
PVD/SL	۰/۲۳۴	۰/۴۳۳	OD/HL	۰/۶۷۴	۰/۰۴۳
VAD/SL	۰/۲۱۵	۰/۴۳۳	IOD/HL	۰/۴۶۳	۰/۳۵۶
PrDL/SL	۰/۶۹۲	۰/۱۱۷	POL/HL	۰/۵۴۱	۰/۲۲۵
PrVL/SL	۰/۴۷۷	۰/۰۵۹	HH/HL	۰/۱۰۳	۰/۷۵۷ *
PrAL/SL	۰/۲۱۵	۰/۲۱۷	HW/HL	۰/۱۸۵	۰/۷۱۰ *
PrPL/SL	۰/۸۱۶ *	۰/۰۹۰	GRL/GFL	۰/۳۰۰	۰/۱۳۸
DBL/SL	۰/۱۶۴	۰/۲۵۶	واریانس	۲۵/۹۰۴ درصد	۱۰/۲۲۰ درصد

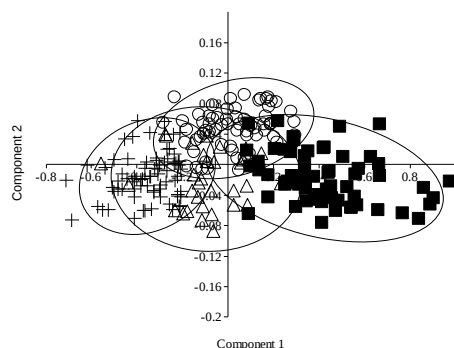
شد (شکل ۳).

علاوه بر صفات زیست‌سنجی شده برخی اختلافات ظاهری نیز قابل توجه بودند. از مهم‌ترین موارد مشاهده شده می‌توان به عدم توسعه و شکل‌گیری دندان‌های ریز روی فک شگ ماهی خزری، رنگ تیره بدن در ناحیه پشتی، نوک پوزه و باله سینه‌ای شگ ماهی مهاجر و رنگ بدن نقره‌فام و روشن تر شگ ماهی براشینیکووی اشاره کرد.

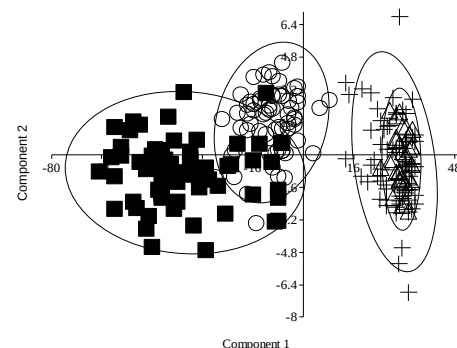
نتایج آزمون تابع تشخیص (DA) برای صفات اندازه‌شی و شمارشی نشان داد که به ترتیب از نظر ویژگی‌های اندازه‌شی و شمارشی ۹۳/۷ و ۸۳/۳ درصد تطبیق بین گروه‌بندی انجام گرفته اولیه و گروه‌بندی آزمون وجود دارد که بیانگر تمایز و کارآیی نسبتاً مطلوب صفات مورد استفاده بود.

برای رسم نمودارهای رسته‌بندی از مؤلفه‌های اول و دوم آزمون PCA صفات شمارشی و اندازه‌شی استفاده

A



B



شکل ۳- نمودار رسته‌بندی چهارگونه شگ ماهی براشینیکووی (+)، خزری (■)، مهاجر (○) و چشم‌درشت (Δ) (A) با استفاده از دو مؤلفه اول آزمون PCA برای صفات اندازه‌شی و (B) با استفاده از دو مؤلفه اول آزمون PCA برای صفات شمارشی

بحث

مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی با اهداف توصیف و شناسایی گونه‌ها و گروه‌های جمعیتی، پیشینه‌ای طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهیان برخوردار داشته است (Tudela, 1999) و به منظور مدیریت منطقی و کارآمد شیلات و همچنین حفاظت از منابع زیستی و ذخایر ژنتیکی ماهیان بومی هر منطقه، اهمیت به سزایی دارد (Turan et al., 2006؛ Tzeng, 2004).

پنج گونه از شگ ماهیان متعلق به جنس *Alosa* از آب‌های دریای خزر گزارش شده است (Whitehead, 1985؛ Coad, 2014) که تاکنون حضور گونه *A. sphaerocephala* از سواحل ایران تأیید نشده است. در مطالعه حاضر نیز نمونه‌های چهار گونه دیگر یعنی شگ ماهی براشینیکووی، خزری، مهاجر و چشم‌درشت شناسایی شد. این نتایج در راستای نتایج Afraei و همکاران (۲۰۰۶) در استان‌های گلستان و مازندران است. این در حالی است که در مطالعه Hosseini (۲۰۰۰) در سواحل گیلان تنها حضور سه گونه براشینیکووی، خزری و مهاجر گزارش شده است. با توجه به فراوانی اندک گونه چشم‌درشت، احتمالاً نمونه‌برداری در محدوده اندک به صید نشدن و شناسایی نشدن این گونه منجر شده است. چنانچه در مطالعه حاضر نیز تنها حدود ۱ تا ۲ درصد از نمونه‌های صید شده به گونه چشم‌درشت مربوط بود و برای جمع‌آوری نمونه‌های این گونه تلاش زیادی صورت گرفت.

در کلیدهای شناسایی کنونی تنها به ویژگی‌های ریختی کمان اول آبششی یعنی تعداد خارهای آبششی و نسبت طول خار به شعاع اشاره شده است (Whitehead, 1985؛ Berg, 1962). در مطالعه حاضر نیز شناسایی گونه‌ها بر حسب همین ویژگی‌ها و توصیف ظاهری

خارهای آبششی صورت گرفت اما تعداد خارها به شکل جزئی با دامنه اشاره شده قبلی اختلاف داشت. به طوری که در کلیدهای شناسایی موجود این تعداد برای شگ ماهی‌های براشینیکووی، خزری، مهاجر و چشم‌درشت به ترتیب برابر با: ۱۸-۴۷، ۵۰-۱۸۰، ۵۹-۱۵۵ و ۲۵-۴۱ و در مطالعه حاضر برابر با: ۲۵-۴۷، ۶۷-۱۲۵، ۴۹-۸۸ و ۲۶-۳۶ شمارش شد. احتمال می‌رود علت مشاهده اختلاف‌های ذکر شده مربوط به وجود زیرگونه‌های متعدد گزارش شده برای جنس *Alosa* باشد (Whithead, 1985) که در پژوهش حاضر از نواحی مختلف نمونه‌برداری شده است.

با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در اغلب صفات شمارشی (به غیر از شعاع غیر منشعب و منشعب باله مخرجی) تفاوت معنی‌دار در حداقل یکی از گونه‌ها مشاهده شد ($P < 0/05$). تفاوت‌های مشاهده شده جزئی و در تمام صفات شمارشی همپوشانی بین چهار گونه وجود داشت که با توجه به نتایج آزمون PCA از میان ۹ صفت شمارشی بررسی شده، صفات: تعداد شعاع منشعب و غیر منشعب باله پشتی و تعداد شعاع باله دمی در کنار تعداد خارهای آبششی در تمایز ایجاد شده بیشترین سهم را داشتند.

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه برای ۲۵ صفت اندازه‌شی‌نسبی، نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار در حداقل یکی از گونه‌ها بود و در پنج صفت شامل نسبت طول خار آبششی به شعاع آبششی (GRL/GFL)، ارتفاع باله مخرجی به طول استاندارد (AFH/SL)، ارتفاع باله پشتی نسبت به طول استاندارد (DFH/SL)، عرض سر به طول سر (HW/HL) و قطر چشم نسبت به طول سر (OD/HL)، هر یک از چهار گونه با اختلافی

معنی‌دار از یکدیگر جدا شدند ($P < 0/05$). به بیان ساده‌تر، طول خار آبششی نسبت به شعاع آبششی با اختلافی معنی‌دار به ترتیب در شگ ماهی خزری (۱/۶۱)، شگ ماهی مهاجر (۱/۲۲)، شگ ماهی چشم‌درشت (۱/۱۰) و شگ ماهی براشینیکووی (۰/۸۴) بیشتر است. همچنین، باله مخرجی کشیده‌تر با اختلافی معنی‌دار به ترتیب در گونه‌های شگ ماهی چشم‌درشت (۰/۰۹)، شگ ماهی خزری (۰/۰۸)، شگ ماهی مهاجر (۰/۰۷) و براشینیکووی (۰/۰۷) مشاهده شد. باله پستی با اختلاف معنی‌دار به ترتیب در گونه‌های شگ ماهی چشم‌درشت (۰/۱۵۸)، شگ ماهی خزری (۰/۱۵۰)، شگ ماهی براشینیکووی (۰/۱۴۵) و مهاجر (۰/۱۴۰) به شکل کشیده‌تر دیده شد. مقایسه صفت نسبی عرض سر نسبت به طول سر با اختلافی معنی‌دار نشانگر وجود سر عریض‌تر به ترتیب در گونه‌های شگ ماهی براشینیکووی (۰/۳۸)، چشم‌درشت (۰/۳۷)، خزری (۰/۳۶) و مهاجر (۰/۳۵) بود. نسبت قطر چشم به طول سر در شگ ماهی چشم‌درشت (میانگین ۰/۲۵) بیانگر وجود چشم‌های درشت‌تر در این گونه بود. این اختلاف به شکل معنی‌دار به ترتیب در گونه‌های شگ ماهی خزری (۰/۲۱)، مهاجر (۰/۲۰) و براشینیکووی (۰/۱۹) نیز مشاهده شد.

از دیگر صفات بارز با اختلاف معنی‌دار می‌توان به طول پوزه کوتاه‌تر (میانگین نسبت به طول سر = ۰/۳۰۲) در گونه خزری، ارتفاع بدن کمتر (میانگین نسبت به طول استاندارد = ۰/۲۲) و ارتفاع کمتر ساقه دم (میانگین نسبت به طول استاندارد = ۰/۰۷۴) در گونه شگ ماهی مهاجر و همچنین ساقه دم کوتاه‌تر (میانگین فاصله انتهایی باله پستی تا انتهایی ساقه دم) نسبت به طول استاندارد = ۰/۳۸ و میانگین فاصله انتهایی

باله مخرجی تا انتهایی ساقه دم) نسبت به طول استاندارد (= ۰/۱۳) و فاصله پس چشمی کمتر (میانگین نسبت به طول سر = ۰/۴۶) در گونه شگ ماهی چشم‌درشت اشاره کرد.

در منابع و کلیدهای شناسایی موجود در صفات شمارشی به تعداد خارهای کمان اول آبششی و در صفات اندازه‌شی تنها به وجود اختلاف در سه صفت نسبت طول خار آبششی به شعاع آبششی (GRL/GFL) و قطر چشم نسبت به طول سر (OD/HL) و ارتفاع بدن به طول استاندارد (BH/SL) اشاره شده است (Berg, 1962؛ Whitehead, 1985؛ Hosseini, 2000؛ Abdoli and Naderi, 2008) و در ارتباط با سایر تفاوت‌های مشاهده شده گزارش مشابهی وجود ندارد. نتیجه آزمون PCA برای صفات شمارشی، به طور مشابه با آزمون واریانس یک طرفه بیانگر بار عاملی بیشتر صفات: تعداد شعاع باله دم، تعداد خار آبششی و تعداد شعاع منشعب و غیرمنشعب باله پستی در دو مؤلفه اول و نقش آنها در تمایز مشاهده شده بود. در صفات اندازه‌شی نیز نتایج آزمون PCA مؤید نقش بیشتر صفات مرتبط با ارتفاع باله‌های پستی و مخرجی، طول باله سینه‌ای و شکمی، عرض ارتفاع و طول سر، ارتفاع بدن و فاصله پیش باله سینه‌ای بود.

در نمودار رسته‌بندی بر حسب صفات اندازه‌شی (شکل ۳-۱) تنها نمونه‌های گونه شگ ماهی خزری و براشینیکووی در دو گروه کاملاً متمایز قرار گرفتند. در نمودار رسته‌بندی بر حسب صفات شمارشی دو گونه شگ ماهی براشینیکووی و چشم‌درشت و دو گونه شگ ماهی خزری و مهاجر در کنار هم و در دو گروه کاملاً مجزا قرار گرفتند (شکل ۳-۲). این موضوع احتمالاً به علت اختلاف در صفت تعداد خار نخستین

کمان آبششی باشد.

با توجه به نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه، ۵ صفت اندازه‌شی در مقایسه هر چهار گونه اختلاف معنی داری داشتند. همچنین نتایج آزمون تابع تشخیص (DA) نشانگر قابلیت تفکیک ۹۳/۷ درصدی صفات اندازه‌شی در برابر قابلیت تفکیک ۸۳/۳ درصدی صفات شمارشی بود. در نمودار رسته‌بندی نیز تفکیک چهار گونه بر حسب صفات اندازه‌شی نسبت به صفات شمارشی به طور واضح‌تری مشاهده شد (شکل ۳). مجموع مشاهدات فوق بیانگر برتری نسبی صفات اندازه‌شی زیست‌سنجی شده در مقایسه با صفات شمارشی در تفکیک گونه‌های جنس *Alosa* در جنوب دریای خزر بود.

صفات ریختی اندازه‌شی و شمارشی در تشخیص و تمایز گونه‌ها و جمعیت‌ها کارآیی بالایی دارند (Murta, 2000؛ Silva, 2003؛ Turan et al., 2006). صفات اندازه‌شی پیوسته است و ویژگی شکل بدن را نشان می‌دهد، در حالی که صفات شمارشی گسسته و قابل شمارش بوده، از زمان لاروی تعدادشان تقریباً ثابت است (Cadrin, 2000). این صفات تحت تأثیر مجموع عوامل محیطی همچون: دما، شوری، اکسیژن محلول، عمق آب و شدت جریان هستند (Turan, 2000). در مقایسه جمعیت‌های یک گونه یا گونه‌هایی با شباهت زیاد معمولاً صفات اندازه‌شی با توجه به پیوسته بودن و تغییرپذیری بالا، قابلیت بیشتری در تمایز آرایه‌ها نشان می‌دهند (Tzeng, 2004؛ Khara et al., 2007؛ Mardani Karani et al., 2008). در پژوهش حاضر نیز صفات اندازه‌شی در مقایسه با صفات شمارشی کارآیی بهتری در تمایز شگ‌ماهیان جنس *Alosa* داشتند.

ویژگی‌های ریختی در اثر برهم کنش دو عامل محیط و ژنتیک تعیین می‌شود (Poulet et al., 2004؛ Salini et al., 2004). با توجه به احتمال وقوع هیبرید بین گونه‌های مختلف از جنس *Alosa* که مواردی از آن در اروپا گزارش شده است (Bentzen et al., 1993؛ Bagliniere et al., 2003)، بخشی از شباهت و همپوشانی مشاهده شده در صفات ریختی می‌تواند به دلیل وجود زیرگونه‌ها یا وقوع هیبریداسیون بین این گونه‌ها باشد.

در نتیجه‌گیری کلی می‌توان ادعا کرد که علاوه بر صفات شمارشی و اندازه‌شی اشاره شده در منابع موجود که شامل تعداد خار آبششی، نسبت طول خار آبششی به شعاع آبششی و قطر چشم و ارتفاع بدن است، صفات اندازه‌شی دیگری از قبیل: ارتفاع باله مخرجی و پشتی، ارتفاع، عرض و طول سر، طول پوزه، ارتفاع ساقه دم، فاصله پس چشمی، طول باله سینه‌ای و شکمی و صفات شمارشی دیگری همچون: تعداد شعاع باله دم و تعداد شعاع منشعب و غیرمنشعب باله پشتی نیز در شناسایی و تمایز چهار گونه بررسی شده از شگ‌ماهیان دریای خزر مفید است.

پژوهشگران معتقدند که در رده‌بندی فعلی گونه‌های جنس *Alosa* مشکلاتی وجود دارد (Coad, 1997) و احتمالاً اغلب تفاوت‌های ریختی مشاهده شده در گونه‌های این جنس در حوزه جنوبی خزر، مرتبط با عوامل محیطی به ویژه الگوی تغذیه این ماهیان باشد. امروزه استفاده از نشانگرهای مولکولی همچون توالی میتوکنندایی یا نشانگرهای ریزماهواره برای شناسایی و بازسازی تبارشناسی گونه‌ها و زیرگونه‌هایی با شباهت ریختی بالا، نتایج مطلوبی را در این نوع مطالعات فراهم نموده است (Blouin et al., 1996؛ Balloux and

سپاسگزاری

نگارندگان از کلیه عزیزانی که در مراحل نمونه‌برداری و آزمایشگاهی پژوهش حاضر یاری‌رسان بودند به ویژه آقایان خسرو سیدی، مرتضی فرشچی و خانم زحمتکش قدردانی می‌نمایند.

Alavi-Yeganeh *et al.*, 2002؛ Lugon-Moulin, 2002

(2014). بنابراین با توجه به تنوع گونه‌ای، احتمال وجود زیرگونه‌های هم‌جا (sympatric)، وقوع هیبریداسیون، شباهت ریختی زیاد استفاده از سایر صفات مانند نشانگرهای مولکولی توصیه می‌گردد.

منابع

- Abdoli, A. and Naderi, M. (2008) Fish species biodiversity of southern Caspian Sea. Abzian Scientific Publication, Tehran (in Persian).
- Afraei, M. A., Parafkandeh-Haghighi, F. and Janbaz, A. (2006) Abundance and species diversity of Clupeid fishes of coastal area of Mazandran and Golestan provinces. Iranian Journal of Fisheries 15(1): 21-32 (in Persian).
- Alavi-Yeganeh, M. S., Keivany, Y., Seyfabadi, J., Kazemi, B. and Wallis, G. P. (2014) Taxonomic validity and phylogenetic relationships of a newly-described tooth-carp, *Aphanius mesopotamicus* Coad, 2009 (Teleostei: Cyprinodontidae). Zootaxa 3780(3): 594-600.
- Bagenal, J. B. and Tesch, F. W. (1978) Methods for assessment of fish production in freshwaters. Oxford, Blackwell Scientific Publication, London.
- Bagliniere, J. L., Sabatie, M. R., Rochard, E., Alexandrino, P. and Aprahamian, C. D. (2003) The allis shad *Alosa alosa*: biology, ecology, range, and status of populations. American Fisheries Society Symposium 35, Bethesda, USA.
- Balloux, F. and Lugon-Moulin, N. (2002) The estimation of population differentiation with microsatellite markers. Molecular Ecology 11(2): 155-165.
- Bentzen, P., Leggett, W. C. and Brown, G. G. (1993) Genetic relationships among the shads (*Alosa*) revealed by mitochondrial DNA analysis. Journal of Fish Biology 43(4): 909-917.
- Berg, L. S. (1962) Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- Blouin, M. S., Parsons, M., Lacaille, V. and Lotz, S. (1996) Use of microsatellite loci to classify individuals by relatedness. Molecular Ecology 5(3): 393-401.
- Cadrin, S. X. (2000) Advances in morphometric identification of fishery stocks. Reviews in Fish Biology and Fisheries 10: 91-112.
- Coad, B. W. (1997) Shad in Iranian waters for the study, protection, and celebration of shad around the world. SHAD Journal 2(4): 2-8.
- Coad, B. W. (2014) Freshwater fishes of Iran. Retrieved from: <http://www.briancoad.com>. On: 20 August 2014.
- Dhanya, V. M. R., Jaiswar, A. K., Palaniswamy, R. and Chakraborty, S. K. (2004) Morphometry and length-weight relationship of *Coilia dussumieri*, Valenciennes, 1848 from Mumbai waters. Journal of Indian Fisheries Association 31: 65-70.
- Gaudant, J. (1991) Paleontology and history of clupeoid fishes. In: The freshwater fishes of Europe: Clupeidae, Anguillidae (Ed. Hoestlandt, H.). Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Hosseini, S. (2000) Investigation of systematic and identification of Clupeid fishes, genus *Alosa* in

- inshore waters of southwest Caspian Sea (in-shore waters of Guilan province). MSc thesis, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran (in Persian).
- Khara, H., Keyvan, A., Vosoughi, G., Pourkazemi, M., Rezvani, S., Nezami, S. A., Ramin, M. and Sarpanah, A. N. (2007) Comparison of morphometric and meristic of bream (*Abramis brama orientalis* Berg 1905), in Caspian Sea and Anzali wetland. Pajouhesh and Sazandegi 77: 177-187 (in Persian).
- Lagler, K. F. (1956) Freshwater fishery biology. 2nd edition, W.M.C. Brown Company, Dubuque, Iowa.
- Mardani Karani, M., Sheidaei, M. and Pazooki, J. (2008) Morphometric and meristic study of Zebra fish (*Aphanius vladkovi*) in Charmahal and Bakhtiari province. Iranian Journal of Biology 20: 447-457 (in Persian).
- Murta, A. G. (2000) Morphological variation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Iberian and North Africa Atlantic: implication for stock identification. ICES Journal of Marine Science 57(4): 1240-1248.
- Nelson, J. S. (2006) Fishes of the world. 4th edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Poulet, N., Berrebi, P., Crivelli, A. J., Lek, S. and Argillier, C. (2004) Genetic and morphometric variation in the pikeperch Sander lucioperca of a fragmented delta. Archives of Hydrobiology 159(4): 531-554.
- Salini, J. P., Milton, D. A., Rahman, M. J. and Hussain, M. G. (2004) Allozyme and Morphological variation throughout the geographic range of the tropical shad, hilsa *Tenualosa ilisha*. Fisheries Research 66: 53-69.
- Sheldon, A. L. (1968) Species diversity and longitudinal succession in stream fishes. Ecology 49(2): 193-198.
- Silva, A., (2003) Morphometric variation among sardine (*Sardina pilchardrus*) populations from the northeastern Atlantic and the western Mediterranean. ICES Journal of Marine Science 60(6): 1352-1360.
- Somers, K. M. (1989) Allometry, isometry and shape in principal components analysis. Systematic Biology 38(2): 169-173.
- Tudela, S. (1999) Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. Fisheries Research 42: 229-243.
- Turan, C. (2000) Otolith shape and meristic analysis of herring (*Clupea harengus*) in the northeast Atlantic. Archive of Fishery and Marine Research 48(3): 283-295.
- Turan, C. and Basusta, N. (2001) Comparison of morphometric characters of twaite shad (*Alosa fallax nilotica*, Geoffroy Saint-Hilaire, 1808) among three areas in Turkish seas. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 362/363: 1027-1035.
- Turan, C., Oral zturf, B. O. and Duzgunes, E. (2006) Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish, *Pomatomus saltatrix* in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. Fisheries Research 79: 139-147.
- Tzeng, T. D. (2004) Morphological variation between populations of spotted mackerel *Scomber australasicus* off Taiwan. Fisheries Research 68: 45-55.
- Whitehead, P. J. P. (1985) FAO species catalogue. Clupeid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). FAO Fisheries Synopsis, Rome.

Morphological comparison of *Alosa* shad species using morphometric and meristic characteristics in the southern coast of Caspian Sea

Seyed Ramin Ghotbi Jokandan ¹, Mohammad Sadegh Alavi-Yeganeh ^{1*} and Shirin Jamshidi ²

¹ Department of Marine Biology, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

² Department of Fishery, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Abstract

Comparative morphological study carried out for four shad species of the genus *Alosa* including *A. braschnikowi*, *A. caspia*, *A. kessleri* and *A. saposchnikowii* in the southern coast of Caspian Sea. Totally 239 specimens were collected from autumn 2013 to spring 2014 in three beaches in fisheries stations (Anzali Port, Noor-Mahmoudabad, Gorgan Bay) along the southern coast of the Caspian Sea. Nine meristic and twenty five morphometric characteristics were used for morphological comparison. The Results of One-Way ANOVA, Principle component Analysis (PCA) and Discriminant Function Analysis implies efficiency of selected morphological characteristics for the separation of these species. Although no diagnostic characteristics were identified but morphometric characters showed higher variation within four species. In addition to previous known key characters which were associated with the size and number of gill rakers and filaments on first branchial arc, here some other key characteristics including Dorsal and Anal fin's height, Head's height, width and length, Snout's length, Caudal peduncle's height, Post Orbital's length, Ventral and Pectoral fin's length in morphometrics and Number of Caudal fin rays, Number of hard and soft dorsal fin rays in meristics were significantly different ($p < 0.05$) in comparison within four shad species. Although overlaps were appeared in comparison of all measured morphometrics and counted meristic characteristics range but mentioned characteristics could be useful in better and more accurate identification of these four *Alosa* shad species along the southern coast of Caspian Sea.

Key words: Caspian Sea, Morphology, Shads, *Alosa*

* malavi@modares.ac.ir