



مقایسه مورفومتریک درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای سه‌گونه ماهی جنس *Istiblennius* (Whitely, 1943) در سواحل حوزه مکران

فاطمه امانتی^۱، فاطمه طباطبایی یزدی*^۲، امید صفری^۳، ظهیر شکوه سلجوقی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲ استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳ دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۴ دانش‌آموخته دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

حفاظت از تنوع زیستی یکی از مسائل پر اهمیت دنیای امروزه است. مطالعات محدودی که تاکنون بر روی تنوع زیستی آب‌های خلیج فارس و دریای مکران انجام شده نشان‌دهنده غنای گونه‌ای قابل توجه آن است. این مطالعه باهدف بررسی تفاوت‌های مورفومتریک سه‌گونه *Ispilotus ledentulus* و *I. pax* از اعضای خانواده *Blenniidae* و جمعیت‌های آن‌ها در دریای مکران صورت گرفته است. در مجموع تعداد ۶۷ قطعه ماهی در طی بهار و تابستان ۱۳۹۷ از سه ایستگاه تیس، لپیبار و دریابزرگ با تور دستی جمع‌آوری گردید. تعداد ۳۴ صفت ریخت‌سنجی با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. با استفاده از روش‌های آماری تک متغیره (GLM) و دانکن در نرم‌افزار آماری SPSS سه‌گونه و جمعیت‌های آن‌ها مورد تحلیل قرار گرفتند. تحلیل‌های چندمتغیره، تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل تابع متمایز کننده (DFA) و آنالیز خوشه‌ای (Cluster Analysis) براساس فاصله اقلیدسی، به‌منظور بررسی تفاوت‌های ریختی بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای در نرم‌افزار آماری PAST انجام شد. نتایج نشان‌دهنده وجود شباهت‌هایی میان دوگونه *Ispilotus* و *I. pax* بود. وجه تمایز سه جمعیت گونه *Ispilotus* در قسمت باله سینه‌ای بود و نتایج تفاوت معنی‌داری را در بین جمعیت‌های این گونه نشان داد. دو جمعیت لپیبار و دریابزرگ از گونه *I. pax* دارای تفاوت‌های معناداری براساس شکل بدن بودند ($p < 0.05$) و همچنین تحلیل DFA نیز این دو جمعیت را جدا نمود. براساس نتایج این مطالعه، روش ریخت-سنجی سنتی توانست تفاوت‌های میان جمعیت‌های مورد مطالعه را نشان دهد که مطالعات ریخت‌سنجی هندسی و ژنتیکی می‌تواند مکمل این پژوهش در آینده باشد.

واژه‌های کلیدی:

تنوع زیستی، تفاوت‌های ریختی، *Blenniidae*، ریخت‌سنجی سنتی

نوع مقاله:

پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۸/۱۱/۱۳

پذیرش: ۹۹/۰۱/۰۵

نویسنده مسئول مکاتبه:

فاطمه طباطبایی‌یزدی، استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

ایمیل: f.tabatabaei@um.ac.ir

۱ | مقدمه

مطالعه ماهیان از لحاظ بوم‌شناسی، رفتارشناسی، تکامل، حفاظت، مدیریت و ارزیابی ذخایر بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Lager *et al.*, 1977). شکل یک موجود زنده می‌تواند نشان‌دهنده سازگاری‌های محیطی و همچنین انعکاس‌دهنده تغییرات ژنتیک موجود باشد (Guill *et al.*, 2003). پاسخ ماهیان و به‌طور کلی جانوران به هنگام تغییرات محیطی، می‌تواند شامل: تغییر در رفتار، ظاهر و فیزیولوژی آن‌ها باشد که در نهایت موجب تغییر در ریخت و نیز افزایش موفقیت تولیدمثلی و بقای آن‌ها می‌گردد (Myer, 1999). مطالعات ریخت‌شناسی دارای کاربردهای بسیاری برای بررسی گونه‌ها و جمعیت‌هاست و علاوه بر شناسایی تنوع زیستی و کمک به رده‌بندی جانوران می‌تواند اطلاعات مفیدی از نظر ویژگی‌های محیطی و اکولوژیکی فراهم آورد (Pianka, 1994).

مطالعه ماهیان از لحاظ بوم‌شناسی، رفتارشناسی، تکامل، حفاظت، مدیریت و ارزیابی ذخایر بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Lager *et al.*, 1977). شکل یک موجود زنده می‌تواند نشان‌دهنده سازگاری‌های محیطی و همچنین انعکاس‌دهنده تغییرات ژنتیک موجود باشد (Guill *et al.*, 2003). پاسخ ماهیان و به‌طور کلی جانوران به هنگام تغییرات محیطی، می‌تواند شامل: تغییر در رفتار، ظاهر و فیزیولوژی آن‌ها باشد که در نهایت موجب تغییر در ریخت و نیز افزایش موفقیت تولیدمثلی و بقای آن‌ها می‌گردد (Myer, 1999). مطالعات ریخت‌شناسی دارای کاربردهای بسیاری برای بررسی گونه‌ها و جمعیت‌هاست و علاوه بر شناسایی تنوع زیستی و کمک به رده‌بندی جانوران می‌تواند اطلاعات مفیدی از نظر ویژگی‌های محیطی و اکولوژیکی فراهم آورد (Pianka, 1994).

خانواده *Blenniidae* شامل ۵۸ جنس و ۳۹۷ گونه است که بزرگترین خانواده از راسته *Blennioidei* محسوب می‌گردد (Nelson *et*

سپس قنبری فرد و مالک (Ghanbarifardi and Malek, 2007)، 2009) تنها حضور آن‌ها را در خلیج فارس و دریای مکران اعلام نمودند. مطالعه‌ای دیگر نیز توسط عطاران فریمان و همکاران (Ataran Fariman et al., 2016) انجام شده است که روابط فیلولژی سه‌گونه از ماهیان خانواده Blenniidae را در سواحل مکران بررسی کردند. از آنجا که سیستماتیک و آرایه‌شناسی گونه‌های جنس *Istiblennius* (Whitely, 1943) در آب‌های ایران ناشناخته باقیمانده است و نیز شباهت‌های مورفولوژیکی که بین اعضای این جنس وجود دارد، ریخت‌سنجی می‌تواند تا حدودی این سردرگمی‌ها را برطرف نماید و مرزهایی را برای تمیز دادن این سه گونه مشخص نماید. به‌علت عدم وجود مطالعات کافی در رابطه با اعضای جنس *Istiblennius* در آب‌های خلیج فارس و دریای مکران و نیز پراکنش گسترده سه‌گونه *I.edentulus* (Forster and Schneider, 1801) ، *I.pox* (Springer and Williams, 1994) و *I.spilotus* (Springer and Williams, 1994) بررسی ریخت و ظاهر جمعیت‌های آن‌ها در سه منطقه تیس، لیپار و دریا بزرگ با روش ریخت‌سنجی سنتی و مورفومتریک در سواحل دریای مکران هدف این مطالعه قرار گرفت.

۲ | مواد و روش‌ها

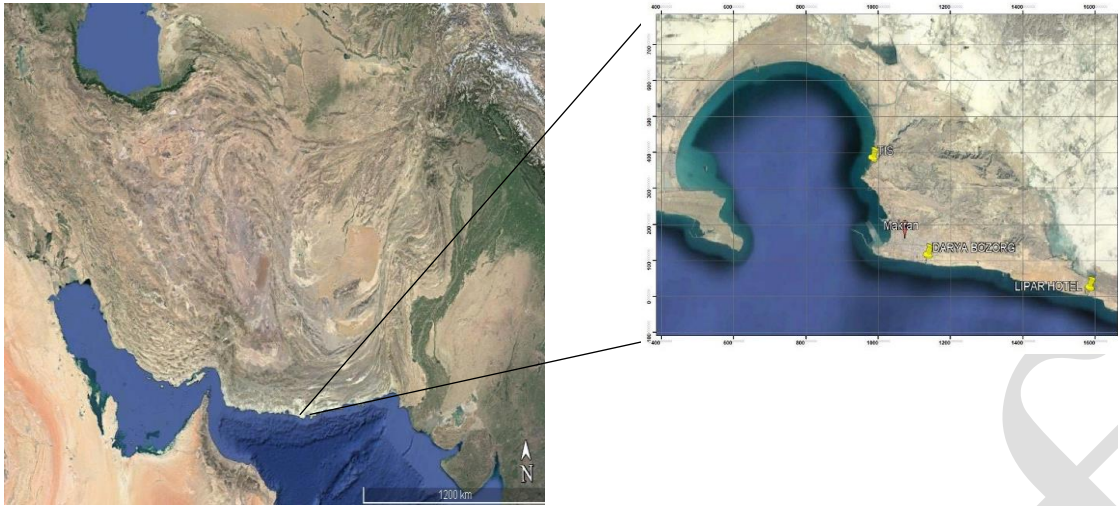
باتوجه به موقعیت سواحل چابهار (صعب‌العبور بودن سواحل صخره‌ای منطقه) و فراوانی ماهیان خانواده بلنیده در این حوزه و همچنین عدم دسترسی به سواحل صخره‌ای منطقه، ۳ ایستگاه (دریا بزرگ، تیس و لیپار) برای نمونه‌برداری مشخص شد (شکل ۱). کلیه نمونه‌ها توسط تور دستی در بهار و تابستان ۱۳۹۷ در زمان جزر جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها پس از صید در داخل محلول الکل ۹۶٪ نگهداری شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. تعداد ۶۷ قطعه ماهی برای انجام این تحقیق صید گردید که در جدول ۱ مختصات، محل نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌ها ذکر گردیده است. شناسایی نمونه‌ها توسط کلیدهای شناسایی (Hastings and Springer, 2009; Patzner et al., 2009; Froese and Pauly, 2017) انجام شد.

al., 2016). آن‌ها در سرتاسر جهان، از سواحل گرمسیری و استوایی تا شبه‌جزیره قطب جنوب و در انواع مختلفی از زیستگاه‌ها شامل: مناطق مرجانی، صخره‌ای، تاید پول‌ها (Tidepool)، مانگرو، بسترهای اویستری (Oyster beds)، شمار اندکی در رودخانه‌ها و حتی در محیط‌های عمیق یافت می‌شوند (Patzner et al., 2009; Springer and Hastings, 2013; Lin and Hastings, 2009). معمولاً افراد این خانواده کفزی هستند. بلنی‌های دندان شانه‌ای (Combtooth blennies) ماهیانی کوچک که اغلب کمتر از ۲۱۱ میلی‌متر طول دارند (Patzner et al., 2009). نام مشترک آن‌ها برگرفته از دندان‌های منحصر به فرد آن است که شامل یک ردیف شانه‌مانند بر روی فک‌ها و پیش‌فک (Premaxilla) و نیز عدم وجود دندان بر روی سایر استخوان‌ها در حفره دهانی می‌باشد. اکثر بلنی‌های دندان شانه‌ای دارای ظاهر کلی مشابهی هستند. بدن کشیده، پوزه کوتاه و گرد با چشم‌هایی که بر روی سر قرار دارد، باله‌های پشتی و مخرجی کشیده و به‌طور معمول وجود تاژک‌های باریکی (Cirri) که معمولاً در بخش جلویی سر قرار دارد (Patzner et al., 2009). بلنی‌ها به‌عنوان یک شاخص زیستی در پایش محیط‌زیست و ارزیابی تأثیر آلاینده‌های مختلف در آب‌های ساحلی مورد مطالعه قرار می‌گیرند (Ansari, 2015). علی‌رغم اهمیت آن‌ها در سیستم‌های اکولوژیکی و نقش‌های پر اهمیت آن‌ها در زنجیره‌های غذایی، سیستماتیک آن‌ها همچنان حل‌نشده باقی‌مانده است (Patzner et al., 2009).

مطالعات اندکی بر روی این خانواده در آب‌های ایران انجام شده است (Esmaeili and Mehraban, 2017; Ataran Fariman et al., 2016). مطالعات خانواده Blenniidae در ایران به‌طور محدود در حد چندگونه انجام شده که نمی‌تواند تنوع زیستی این خانواده را به‌طور کلی مشخص نماید و نیازمند مطالعات و بررسی‌های بیشتری است که قدم اول شناسایی ریخت و ظاهر آن‌ها است. بررسی مقدماتی توسط بلیگوارد و لاپنسن (Blegvard and Loppenthin, 1944) انجام شد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه مورد مطالعه	جنس بستر	موقعیت جغرافیایی	نام گونه	تعداد نمونه
دریا بزرگ	صخره‌ای	۰۲۵° ۱۶' ۶۶.۵ N ۰۶۰° ۳۹' ۹۴.۶ E	<i>I.spilotus</i> <i>I.pox</i>	۱۱ ۲۷
لیپار	صخره‌ای	۰۲۵° ۱۹' ۴.۷۶ N ۰۶۰° ۳۷' ۱۸.۲۱ E	<i>I.edentulus</i> <i>I.spilotus</i> <i>I.pox</i>	۲ ۱۳ ۱۳
تیس	ای و صخره Tidepool	۲۵° ۲۱' ۲۰.۶۴ N ۶۰° ۳۶' ۰۱.۵۲ E	<i>I.spilotus</i>	۱



شکل ۱- دریای مکران و سه ایستگاه مورد مطالعه (تیس، دریا بزرگ و لیپار)

بین گونه‌ای (*I.spilotus* و *I.edentulus*) و درون گونه‌ای نمونه‌ها استفاده شد. همچنین از آنالیز خوشه‌ای با انتخاب الگوریتم Paired group و مقایسه میزان تشابه براساس فاصله اقلیدسی به منظور بررسی میزان شباهت‌ها نیز استفاده گردید. کلیه آزمون‌های چندمتغیره با استفاده از نرم‌افزار آماری PAST-2.17 انجام شد (Hammer and Harper, 2013).

۳۴ صفت ریخت‌سنجی با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد (جدول ۲). به منظور بررسی معنی‌داری صفات بین نمونه‌ها و همچنین به دست آوردن میانگین و انحراف معیار آن‌ها از آنالیزهای (General Linear Model) GLM و دانکن در نرم‌افزار آماری SPSS-23 استفاده شد. از آنالیزهای چندمتغیره تجزیه مؤلفه‌های اصلی (Principle Component Analysis) و تحلیل تابع متمایزکننده (Discriminant Function Analysis) برای بررسی تغییرات شکلی

جدول ۲- صفات ریخت‌سنجی بررسی شده

شماره	صفات اندازه‌گیری شده	شماره	صفات اندازه‌گیری شده
۳-۱	فاصله بین پوزه و دهان	۱۰-۹	فاصله بین جلو پوزه و پستی II و پشت پوزه مخرجی
۳-۱	فاصله بین پوزه و جلوی چشم	۱۱-۹	طول پوزه پستی II
۳-۲	فاصله بین دهان و جلوی آیش	۱۱-۱۰	فاصله بین پشت پوزه مخرجی و پشت پوزه پستی II
۴-۲	فاصله بین پوزه و جلوی آیش	۱۲-۱۰	فاصله بین پشت پوزه مخرجی و جلوی پوزه دم
۴-۳	قطر سر	۱۳-۱۱	فاصله بین انتهای پوزه پستی II و پوزه دم
۵-۳	فاصله بین پشت چشم و جلوی آیش	۱۳-۱۲	قطر دم
۶-۳	فاصله بین پشت چشم و باله‌های شکمی	۱۵-۱	فاصله بین جلو پوزه و جلوی پوزه پستی
۵-۴	فاصله بین حلق و جلوی پوزه پستی	۱۶-۱	فاصله بین جلو پوزه و پشت پوزه پستی II
۶-۴	فاصله بین حلق و جلوی پوزه شکمی	۲۰-۱	فاصله بین جلو پوزه و پشت پوزه مخرجی
۶-۵	فاصله بین جلوی پوزه پستی I و باله شکمی	۲۱-۱	فاصله بین جلو پوزه و جلو پوزه مخرجی
۷-۵	فاصله بین جلو و پشت پوزه پستی I	۲۲-۱	فاصله بین جلو پوزه و باله شکمی
۸-۵	فاصله بین جلو پوزه پستی I و باله مخرجی	۲۳-۱	فاصله بین جلو پوزه و جلوی پوزه سیته‌ای
۷-۶	فاصله بین پشت پوزه پستی I و باله شکمی	۲۴-۱	فاصله بین جلو پوزه و پشت پوزه سیته‌ای
۸-۷	فاصله بین پشت پوزه پستی I و باله مخرجی	۲۴-۲۳	طول پوزه سیته‌ای
۹-۷	فاصله بین دو پوزه پستی	۲۶-۲۵	طول چشم
۹-۸	فاصله بین جلو پوزه پستی II و باله مخرجی	SL	طول استاندارد
۱۰-۸	طول پوزه مخرجی	TL	طول کل
۱۱-۸	فاصله بین جلو پوزه مخرجی و پشت پوزه پستی II		

۳ | نتایج

نتایج آنالیزهای صفات مورد بررسی میان سه‌گونه (*I.edentulus*, *I.spilotus*, *I.pox*)

بررسی میانگین فواصل اندازه‌گیری شده در آنالیز تک‌متغیره (Univariate) تفاوت‌های معنی‌داری در چند صفت نشان داد (جدول ۳). از آنجا که در تفاوت مقدار برخی متغیرها طول کل بدن نیز تأثیرگذار است؛ بدین منظور متغیرهایی که دارای اختلاف معنی‌داری بودند، به‌صورت نسبی نیز محاسبه و به‌عنوان متغیری مجزا در آنالیزها

وارد شدند. از این تعداد، ۵ متغیر مربوط به فاصله میان باله‌پشتی و شکمی، فاصله باله‌پشتی و مخرجی، طول کل باله-پشتی، فاصله میان پوزه و قسمت جلویی و پشتی باله سینه‌ای در میان متغیرهایی که به‌طور نسبی محاسبه شد، تفاوت‌های معنی‌داری را توسط آزمون دانکن نشان دادند.

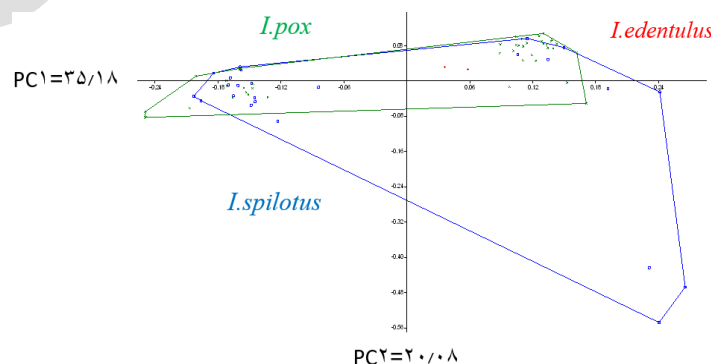
جدول ۳- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) صفات اندازه‌گیری شده دارای اختلاف آماری معنی‌دار، نمونه‌های سه‌گونه (*I.spilotus* *I.edentulus* و *I.pox*) در سه ایستگاه مورد مطالعه در دریای مکران

<i>I.spilotus</i>	<i>I.pox</i>	<i>I.edentulus</i>	فاکتور مورد بررسی
۷/۱±۷۴/۶۳ ^{ab}	۱۱/۵±۳۸/۴۸ ^b	۵/۴±۳۹/۳۹ ^a	۶-۵
۱۷/۸±۸۷/۱۱ ^a	۳۱/۱۱±۶۳/۳ ^b	۲۲/۲±۸/۸۳ ^{ab}	۱۰-۸
۱۸/۶±۵۷/۷۷ ^a	۳۳/۱۳±۱/۱۹ ^b	۲۳/۰±۵۲/۴۱ ^{ab}	۱۱-۸
۱۶/۵±۵۶/۳۳ ^{ab}	۲۷/۱۰±۵۷/۷۵ ^b	۱۲/۰±۷۶/۸۶ ^a	۱۰-۹
۱۷/۶±۰۷/۶۵ ^a	۲۹/۱۰±۹۹/۶۷ ^b	۱۳/۰±۳۶/۲۸ ^a	۱۱-۹
۱۰/۲±۱۱/۸ ^{ab}	۱۴/۵±۷۴/۶۱ ^b	۸/۰±۱۳/۲۴ ^a	۱۵-۱
۱۱/۲±۵۲/۹ ^{ab}	۱۶/۶±۴۹/۴۸ ^b	۹/۰±۳۳/۰۷ ^a	۲۳-۱
۱۶/۴±۴۱/۸ ^{ab}	۱۹/۸±۷۹/۸۴ ^b	۹/۰±۶۹/۲۶ ^a	۲۴-۱
۴۷/۸±۱/۴۸ ^{ab}	۶۷/۲۰±۶۲/۶۹ ^b	۴۶/۱±۶۶/۳۵ ^a	طول استاندارد
۰/۰±۱۴/۰۲۹ ^b	۰/۰±۱۴/۰۳۶ ^b	۰/۹۹ ± ۰/۷۷/۰ ± a	نسبی ۶-۵
۰/۰±۳۱/۰۰۹ ^{ab}	۰/۰±۳۵/۰۰۶ ^b	۰/۰±۲۴/۰۰۳ ^a	نسبی ۱۰-۹
۰/۰±۳۲/۰۱۱ ^{ab}	۰/۰±۳۸/۰۴۷ ^b	۰/۰±۲۵/۰۱۳ ^a	نسبی ۱۱-۹
۰/۰±۲۱/۰۰۵ ^{ab}	۰/۰±۲۱/۰۰۴ ^b	۰/۰±۱۷/۰۰۱ ^a	نسبی ۲۳-۱
۰/۰±۳/۳۱ ^b	۰/۰±۲۶/۰۰۱ ^{ab}	۰/۰±۱۸/۰۰۴ ^a	نسبی ۲۴-۱

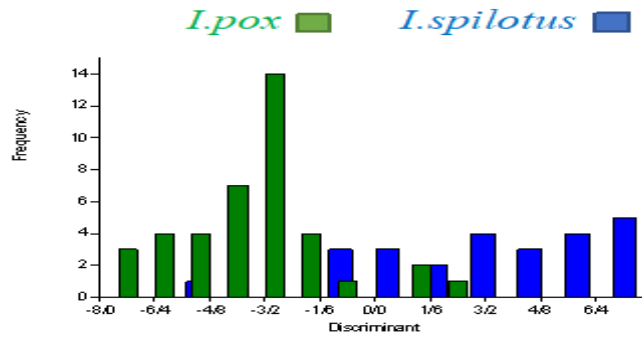
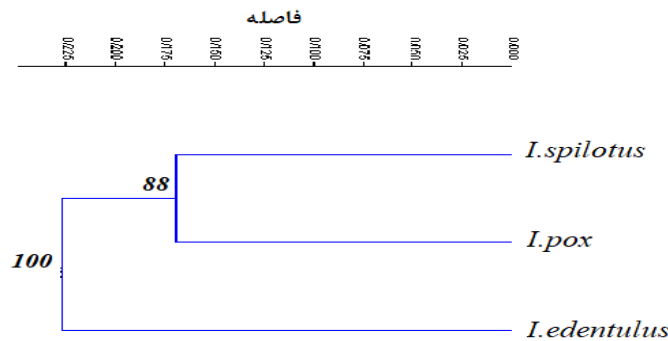
* ردیف‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۰/۰۵ تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

حاصل از آزمون T هتلینگ (t-test Hotelling) تفاوت معنی‌داری را بین دو گونه (*I.spilotus* و *I.pox*) از نظر ویژگی‌های ریختی مورد بررسی نشان نداد (Hotellings t2=114.08; F=1.59; p>0.05). دو گونه *I.spilotus* و *I.pox* نیز در نمودار تا حدودی دارای همپوشانی نشان بودند (شکل ۳).

در تکنیک‌های چندمتغیره (Multivariate) به‌طور همزمان چندین متغیر یا جمعیت مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، از این روست که می‌تواند شباهت نمونه‌ها را ارزیابی نمود. تحلیل تجزیه به مولفه‌های اصلی سه گونه نشان داد که دو مؤلفه اول و دوم در مجموع ۵۵/۲۶ درصد از تغییرات شکل بدن را شامل می‌شوند (شکل ۲). نتایج تحلیل DFA



شکل ۲- نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA)، شکل بدن نمونه‌های سه‌گونه مورد مطالعه

شکل ۳- نمودار DFA فاصله شکل بدن دو گونه *I.pox* و *I.spilotus*

شکل ۴- نمودار تحلیل خوشه‌ای شکل بدن سه گونه مورد مطالعه

و طول کل، مجدداً به‌طور نسبی نیز با استفاده از آنالیزهای آماری مورد محاسبه قرار گرفتند (جدول ۴). نتیجه محاسبات آماری متغیرهای نسبی میان سه جمعیت تیس، لیپار و دریا بزرگ معناداری چندمتغیر را نشان داد ($p < 0.05$). متغیرهایی مربوط به فاصله میان پشت چشم و جلوی آبشش و باله شکمی، فاصله حلق و جلوی باله شکمی، فاصله جلو پوزه و جلو باله پشتی، فاصله بین انتهای باله پشتی II و باله دمی و همچنین طول باله مخرجی نشان دهنده اختلاف آماری معنادار میان سه جمعیت تیس، لیپار و دریا بزرگ گونه *I.spilotus* بودند.

باتوجه به نمودار آنالیز خوشه‌ای (با ۱۰۰۰۰ تکرار)، جمعیت‌های سه گونه *I.pox*، *I.spilotus* و *I.edentulus* براساس ریخت و ظاهر از یکدیگر جدا شدند. جمعیت گونه *I.edentulus* با پشتیبانی ۱۰۰ درصد از دو گونه دیگر جدا شد (شکل ۴).

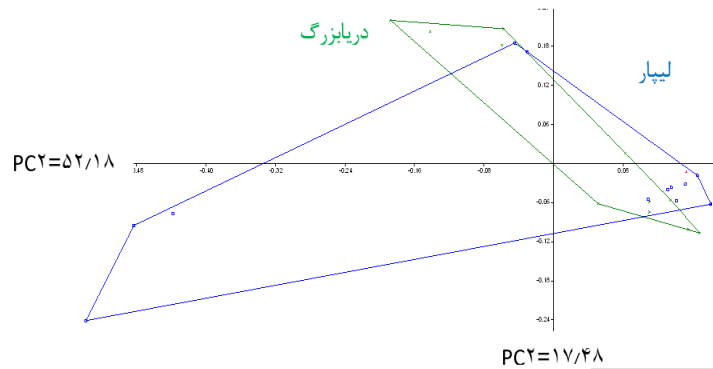
نتایج آنالیزهای صفات مورد بررسی میان جمعیت‌های گونه *I.spilotus* نتایج بررسی‌های آماری میان سه جمعیت تیس، لیپار و دریا بزرگ، گونه *I.spilotus* تفاوت آماری چندانی را میان آن‌ها نشان نداد (جدول ۴). تنها متغیری که دارای اختلاف معنادار بود ($p < 0.05$) طول باله سینه‌ای (متغیر ۲۴-۲۳) بود. به‌منظور بررسی وجود رابطه بین متغیرها

جدول ۴- مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) فاکتورهای مورد بررسی دارای اختلاف آماری معنی‌دار نمونه‌های سه جمعیت (تیس، لیپار و دریا بزرگ)، گونه *I.spilotus*

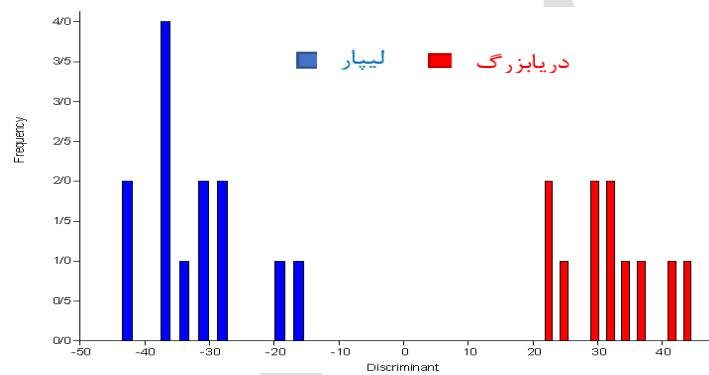
P-value	میانگین \pm انحراف معیار ($x \pm SD$)			فاکتور مورد بررسی
	تیس	لیپار	دریا بزرگ	
۰/۰۱	۱۰/۱۷	۳/۱±۴۴/۲۸	۶/۲±۷۶/۳۵	۲۴-۲۳
۰/۰۰۴	۰/۱۱	۰/۰±۱۴/۱۳	۰/۰±۰۷/۰۳	۵-۳ نسبی
۰/۰۰۲	۰/۱۴	۰/۰±۲۲/۱	۰/۰±۱۵/۰۴	۶-۳ نسبی
۰/۰۰۲	۰/۰۵	۰/۰±۱۴/۱۴	۰/۰۴±۰/۰۱	۶-۴ نسبی
۰/۰۲	۰/۳۸	۰/۰±۳۳/۱۶	۰/۰±۳۲/۰۰۶	۱۰-۸ نسبی
۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰±۰۶/۰۲	۰/۰±۰۵/۰۱	۱۳-۱۱ نسبی
۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰±۲/۰۵	۰/۰±۱۷/۰۲	۱۵-۱ نسبی

تفکیک کامل دو جمعیت لیپار و دریا بزرگ را نشان داد (شکل ۶). نمودار آنالیز خوشه‌ای (با ۱۰۰۰۰ تکرار)، جدایی جمعیت‌های سه ایستگاه تیس لیپار و دریا بزرگ را توانست به خوبی نمایش دهد (شکل ۷). جمعیت تیس با پشتیبانی ۱۰۰ درصد از لیپار و دریا بزرگ جدا شد.

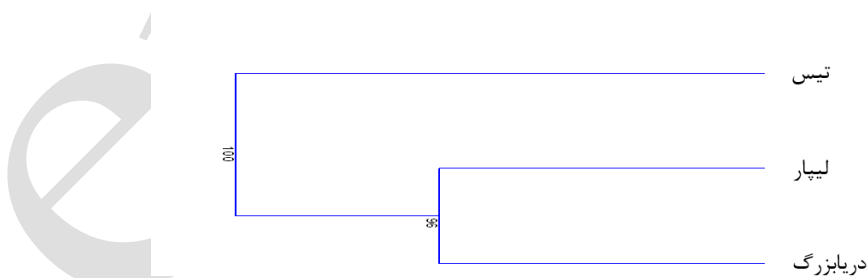
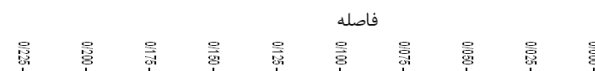
تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی به منظور برآورد تفاوت‌های بالقوه بین جمعیت‌ها، تغییرات شکل بدن را در دو مؤلفه اصلی اول با مجموع واریانس ۶۹/۶۶ درصد نشان داد (شکل ۵). از جمعیت تیس تنها یک نمونه جمع‌آوری شده بود، لذا امکان انجام آنالیزهای چندانی روی آن وجود نداشت و از آنالیزها نیز حذف گردید. نتایج تحلیل DFA دارای اختلاف معنی‌دار بود ($\text{Hotellings } t^2=869.1; F=3.36; p<0.05$) و



شکل ۵- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، شکل بدن نمونه‌های دو جمعیت گونه *I.spilotus*



شکل ۶- نمودار DFA فاصله شکل بدن دو جمعیت لیپار و دریا بزرگ، گونه *I.spilotus*



شکل ۷- نمودار تحلیل خوشه‌ای شکل بدن سه جمعیت (تیس، لیپار و دریا بزرگ) گونه *I.spilotus*

پشت باله‌پشتی I و باله‌شکمی، فاصله پشت باله‌پشتی I و باله‌مخرجی، فاصله جلو باله‌پشتی II و باله‌مخرجی، طول باله‌مخرجی، فاصله جلو باله مخرجی و پشت باله‌پشتی II، فاصله جلو باله‌پشتی II و پشت باله مخرجی، طول باله‌پشتی II، فاصله پشت باله‌مخرجی و جلوی باله‌دمی، فاصله جلو پوزه و جلوی باله‌پشتی، فاصله جلو پوزه و پشت باله‌پشتی II، فاصله جلو پوزه و پشت باله‌مخرجی، فاصله جلو پوزه و جلو باله مخرجی، فاصله جلو پوزه و جلوی باله‌سینه‌ای، طول باله‌سینه‌ای، طول

نتایج آنالیزهای صفات مورد بررسی میان جمعیت‌های (لیپار و دریا بزرگ) گونه *I.pox* آماری تک‌متغیره انجام‌شده روی جمعیت‌های دریا بزرگ و لیپار گونه *I.pox* از میان ۳۴ متغیر بررسی‌شده در ۲۰ متغیر تفاوت‌های آماری معنادار را نشان دادند (جدول ۵). متغیرهایی مربوط به فاصله پوزه و جلوی آبشش، فاصله پشت‌چشم و جلوی آبشش، فاصله حلق و جلوی باله‌پشتی، فاصله جلوی باله‌پشتی I و باله‌شکمی، فاصله

متغیرهای فاصله حلق و جلو باله شکمی، فاصله جلو پوزه و پشت باله پشتی II و فاصله پوزه و باله‌سینه‌ای دارای تفاوت‌های آماری معناداری باشند.

استاندارد و طول کل ارتباط معناداری میان جمعیت‌های دو ایستگاه مورد مطالعه نشان دادند. جمعیت‌های دو ایستگاه به‌طور نسبی نیز مقایسه شدند (جدول ۵) که نتیجه مقایسه‌ها نشان داد، دو جمعیت در

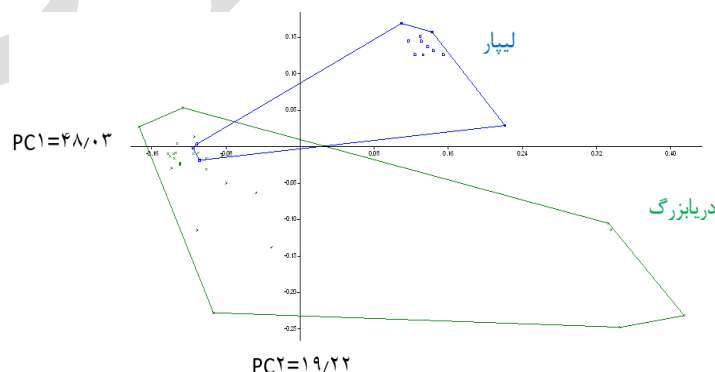
جدول ۵- مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) فاکتورهای مورد بررسی دارای اختلاف آماری معنی‌دار نمونه‌های سه جمعیت (لیپار و دریا بزرگ).

گونه *I.pox*

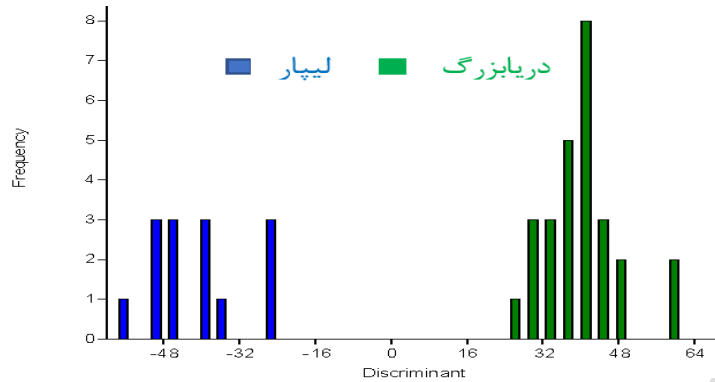
P-value	میانگین \pm انحراف معیار ($x \pm SD$)		فاکتور مورد بررسی
	لیپار	دریا بزرگ	
۰/۰۶	۷/۱ \pm ۵۳/۷	۱۲/۶ \pm ۹۲/۴۸	۴-۲
۰/۰۱۱	۴/۱ \pm ۳۹/۲۱	۹/۶ \pm ۴۶/۶۱	۵-۳
۰/۰۰۶	۸/۱ \pm ۱۸/۳۳	۱۳/۵ \pm ۱/۹۸	۵-۴
۰/۰۱۵	۸/۱ \pm ۳۹/۱۷	۱۲/۶ \pm ۸۲/۱۵	۶-۵
۰/۰۰۲	۱۶/۲ \pm ۸۲/۸۱	۳۰/۱ \pm ۱۶/۲۶	۷-۶
۰/۰۰۵	۷/۱ \pm ۶۹/۷۸	۱۲/۵ \pm ۷/۹۲	۸-۷
۰/۰۰۶	۷/۱ \pm ۶۲/۸۷	۱۳/۶ \pm ۳۴/۹	۹-۸
.	۲۲/۳ \pm ۹۴/۵۴	۳۵/۱ \pm ۸۲/۳۹	۱۰-۸
.	۲۳/۳ \pm ۰۲/۹۹	۳۷/۱۳ \pm ۹۶/۳۵	۱۱-۸
۰/۰۰۱	۱۹/۲ \pm ۹۹/۸۸	۳۱/۱ \pm ۲۲/۲۸	۱۰-۹
.	۲۰/۳ \pm ۳۹/۶۷	۳۴/۹ \pm ۶۲/۸۲	۱۱-۹
۰/۱۴	۳/۱ \pm ۹۵/۰۲	۸/۱۰ \pm ۳۲/۵	۱۱-۱۰
۰/۰۲۷	۳/۱ \pm ۱۱/۲۴	۶/۵ \pm ۴۹/۱۸	۱۲-۱۰
۰/۰۱	۱۱/۱ \pm ۵۲/۵۳	۱۶/۶ \pm ۳/۲	۱۵-۱
۰/۰۰۲	۴۶/۶ \pm ۶/۱۷	۶۳/۱۹ \pm ۲۲/۶۳	۱۶-۱
.	۴۴/۴ \pm ۸۹/۸۸	۶۴/۱۷ \pm ۵۵/۴۴	۲۰-۱
.	۲۱/۲ \pm ۸۶/۲۴	۳۸/۱۳ \pm ۳۷/۱۱	۲۱-۱
۰/۰۲	۱۳/۱ \pm ۲۸/۳۲	۱۸/۷ \pm ۰۴/۳۸	۲۳-۱
۰/۰۱۹	۱۰/۱ \pm ۰۶/۲۱	۱۴/۶ \pm ۶۵/۶۵	۲۴-۲۳
۰/۰۲	۰/۰ \pm ۱۳/۰۲	۰/۰ \pm ۱/۰۴	۴-۳ نسبی
۰/۰۰۴	۰/۰ \pm ۰۸/۰۲	۰/۰ \pm ۰۴/۰۱	۶-۴ نسبی
۰/۰۲	۰/۰ \pm ۸/۰۶	۰/۰ \pm ۷۲/۱۶	۱۶-۱ نسبی
۰/۰۳	۰/۰ \pm ۸/۰۵	۰/۰ \pm ۷۴/۱۵	۲۰-۱ نسبی
۰/۰۰۹	۰/۰ \pm ۲۴/۰۳	۰/۲ \pm ۰/۰۴	۲۳-۱ نسبی

دو جمعیت انجام شد (شکل ۹)، نتایج آزمون DFA حاصل از آزمون تی-هتلینگ (t-test Hotelling) معنی‌داری آماری را نشان داد (Hotellings $t_2=762.7$; $F=3.45$; $p<0.05$) و دو جمعیت براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی به‌طور کامل از یکدیگر جدا شدند.

نتایج آنالیز PCA میان دو جمعیت دریا بزرگ و لیپار گونه *I.pox* منجر به استخراج دو مؤلفه معنی‌دار از لحاظ آماری شد (شکل ۸). دو مؤلفه اول و دوم در مجموع ۶۷/۲۵ درصد از واریانس کل را نشان داد (به ترتیب ۴۸/۰۳ درصد و ۱۹/۲۲ درصد). تحلیل ممیزی برای جداسازی



شکل ۸- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، شکل بدن نمونه‌های دو جمعیت (لیپار و دریا بزرگ) گونه *I.pox*



شکل ۹- نمودار DFA فاصله شکل بدن دو جمعیت لیپار و دریا بزرگ، گونه *I.plox*

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

به عبارتی هر سه جمعیت ویژگی‌های متفاوتی را نشان دادند و آنالیزها توانستند تفاوت میان آن‌ها را به خوبی نمایش دهند. آنالیز تک‌متغیره درون گونه‌ای *I.plox* در ۲۰ متغیر میان دو جمعیت دریا بزرگ و لیپار تفاوت معنی‌دار نشان داد. متغیرهای مربوط به طول سر، عرض بدن، متغیرهایی مربوط به باله‌مخرجی و باله‌دمی، طول کل و طول استاندارد نیز دارای معنی‌داری بوده‌اند. آنالیزهای چند متغیره نیز جدایی دو جمعیت لیپار و دریا بزرگ را نشان دادند و آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی براساس ۶۷/۲۵ درصد واریانس کل توانست اختلافات دو جمعیت را از یکدیگر نشان دهد. براساس تحلیل ممیزی جدایی دو جمعیت لیپار و دریا بزرگ مشاهده گردید و تفاوت آن‌ها از لحاظ آماری نیز معنی‌دار بوده است ($p < 0.05$). از آنجا که پس از مرحله شناسایی گونه‌ها و جمعیت‌هاست که می‌توان از آن‌ها حفاظت کرد (Turan, 1999) و اقدام به مدیریت و ارزیابی آن‌ها نمود و تاکنون نیز شناسایی دقیق و مطالعه بر روی این گونه‌ها و جمعیت‌های آن‌ها انجام نشده، لذا نمی‌توان این ذخایر آبریزان و تنوع‌زیستی را مدیریت و حفاظت نمود. از سویی شناخت تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های یک گونه از نظر حفاظت و درک روند تکامل آن‌ها به‌عنوان واحدهای تکاملی اهمیت به‌سزایی دارد (Nasri et al., 2013). نتایج این تحقیق می‌تواند به درک بهتر تفاوت‌های ریختی گونه‌های مختلف این جنس کمک نموده و منجر به شناخت مسیر تکاملی اعضای این جنس نیز گردد.

پست الکترونیک نویسنده

فاطمه امانتی: fa.amanati@mail.um.ac.ir
 فاطمه طباطبایی بزدی: f.tabatabaei@um.ac.ir
 امید صفری: omidsafari@um.ac.ir
 ظهیر شکوهی سلجوقی: zoheirsaljoghi@gmail.com

REFERENCES

Ansari A. 2015. Relative density of *Istiblennius dussumieri* along some selected coastal sites of the Red Sea, Tabuk, Saudi Arabia, Entomology and Zoology Studies, 3(3): 255- 257.

از آنجا که هدف این تحقیق بررسی میزان تفاوت‌های ریختی میان سه گونه *I.plox*، *I.spilotus*، *I.edentulus* در حوزه مکران بود، نتایج توانست تا حدودی جدایی میان آن‌ها و میزان شباهت‌ها و تفاوت‌های سه گونه را مشخص نماید. دو گونه *I.plox* و *I.spilotus* مشابهت بیشتری با یکدیگر داشتند. تفاوت‌های ریختی میان سه گونه مورد مطالعه به‌طور عمده مربوط به ویژگی‌های ارتفاع بدن و ساقه‌دمی به-همراه موقعیت باله‌های مخرجی و پشتی بوده است که می‌تواند مرتبط با شرایط اکولوژیکی (تیپ بستر) در سه ایستگاه مختلف و یا رژیم غذایی متفاوت آن‌ها باشد (Chapman et al., 2008; Schaefer and Kerfoot, 2006). تغییر شکل در ناحیه سر و دهان می‌تواند بیان‌کننده تفاوت در سطوح تغذیه‌ای یا تفاوت در منابع غذایی مورد استفاده باشد (Langerhans et al., 2003; Ruehl and Dewitt, 2005). در میان آنالیزهای نسبی میان سه گونه ۵ متغیر مربوط به فاصله میان باله پشتی و شکمی، فاصله باله‌پشتی و مخرجی، طول کل باله‌پشتی، فاصله پوزه و قسمت جلویی و پشتی باله‌سینه‌ای، تفاوت‌های معنی‌داری را توسط آزمون دانکن نشان دادند. نتایج آزمون تحلیل ممیزی میان دو گونه *I.plox* و *I.spilotus* همپوشانی و میزان شباهت بالایی میان این دو گونه نشان داد. براساس نتایج آنالیز خوشه‌ای گونه *I.edentulus* دارای تفاوت بیشتری با *I.plox* و *I.spilotus* بود. به‌طور کلی دو گونه *I.plox* و *I.spilotus* مشابهت بیشتری با یکدیگر داشتند و گونه *I.edentulus* دارای فاصله ریختی بیشتری با دو گونه دیگر بود. انجام مطالعات ژنتیکی بر روی این سه گونه وضعیت مقاربت ژنتیکی گونه *I.spilotus* را با دو گونه دیگر مشخص خواهد نمود و این مطالعات تکمیلی خواهند توانست به روشن شدن وضعیت آرایه‌شناسی این گونه‌ها کمک نماید.

نتایج آنالیزهای تک‌متغیره میان سه جمعیت تیس، لیپار و دریا بزرگ گونه *I.spilotus* تفاوت آماری چندانی نشان نداد، تنها متغیر معنی‌دار طول باله سینه‌ای بود. تحلیل متغیرهای نسبی در مورد این سه جمعیت نشان داد که میان طول کل و متغیرهای مورد بررسی تفاوت‌های آماری معناداری وجود دارد. آنالیز تحلیل ممیزی توانست دو جمعیت لیپار و دریا بزرگ را به‌طور کامل از یکدیگر تفکیک کند. جمعیت تیس نیز براساس آنالیز خوشه‌ای از دو جمعیت دیگر جدا شد.

- Ataran Fariman G., Estekani S., Ghasem zade J. 2016. First morphological and phylogenetic study of three rare species of family Blenniidae fishes in the Makran Sea coast based on cytochrome oxidase gene sequence 1. Iranian Journal of Fisheries, 25 (1): 15-23.
- Blegvard H.B. Loppenthin. 1944. Fishes of the Iranian Gulf. Danish Scientific Investigation in Iran. Einar Munksgaard, Copenhagen, Denmark. 247 p.
- Chapman L., Albert J., Galis F. 2008. Developmental plasticity, genetic differentiation, and hypoxia-induced trade-offs in an African cichlid fish. Open Evolution Journal, 2: 75-88.
- Froese R., Pauly D. 2017. FishBase 2017, version (March 2017). <http://www.fishbase.org>. Accessed on: 2017-03-27.
- Fishbase. 2019. www.fishbase.org (accessed on 17 January 2019).
- Ghanbarifard M., Malek M. 2009. Distribution, Diversity, and abundance of rocky intertidal fishes in the Persian Gulf and Gulf of Oman, Iran. Marine Biology research, 5: 469-502.
- Ghanbarifard M., Malek M. 2007. Permanent intertidal fish from the Persian Gulf and Gulf of Oman, Iran. Iranian Journal of Animal Biosystematics, 3(1):1-14.
- Guill J.M., Hood C., Heins D.C. 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae), Ecology of Freshwater Fish, 12: 134-140.
- Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. 2013. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis, Palaeontologica Electronica, 4(1): 9-15.
- Hasting P.A., Springer V.G. 2009. Systematics of the Blenniidae (Combtooth Blennies). (Eds. Patzner R. A., Gonçalves E. J., Hastings P.A., Kapoor B.G.) Enfield: Science Publishers, pp:69-91. <http://folk.uio.no/ohammer.past>.
- Kerfoot J.R., Schaefer J.F. 2006. Ecomorphology and habitat utilization of *Cottus* species. Environmental Biology and Fisheries, 76(1): 1-13.
- Khataminejad S.M., Sattari Vatandoust S., Eagderi S. 2013. A Comparative Study on Body Shape of the Genus *Alburnus* (Rafinesque, 1820) in Iran, Using Geometric Morphometric Analysis. Caspian Journal of Environmental Sciences, 11(2): 205-215.
- Lagler K.F., Bardach J.E., Miller R., Passino D.R. 1977. Ichthyology, 2nd Ed. New York: Wiley, 528 p.
- Langerhans R.B., Layman C.A., Langerhans A.K., DeWitt T.J. 2003. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. Biological Journal of Linnean Society, 80: 689-698.
- Lin H.C., Hastings P.A. 2013. Phylogeny and biogeography of a shallow water fish clade (Teleostei: Blenniiformes). BMC Evolutionary Biology, 13: 1-18.
- Mehraban Hh., Esmaili h. 2017. New geographical lined rockskipper *Istiblennius lineatus* (Valencnnes, 1836) from the Iranian coast of the Makran Sea (Teleostei, Blenniidae). Check list of the journal of biodiversity data, 13(6): 743- 746.
- Myers R.F. 1999. Micronesian reef fishes: a comprehensive guide to the coral reef fishes of Micronesia, 3rd revised and expanded edition, Coral Graphics, Barrigada, Guam, 330 p.
- Nasri M., Keivany Y., Dorafshan S. 2013. Comparative Osteology of Lotaks, *Cyprinion kais* and *C. macrostomum* (Cypriniformes, Cyprinidae), from *Godarkhosh* River, Western Iran. Journal of Applied Ichthyology, 53: 455-463.
- Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V. 2016. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA. 752p.
- Patzner R.A., Gonçalves E.J., Hastings P.A. 2009. The Biology of Blennies. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, UK. 473 p.
- Pianka E. 1994. Comparative ecology of *Varanus* in the Great Victoria Desert, Australian Journal of Ecology, pp: 395-408.
- Robinson B.W., Wilson D.S. 1994. Character release and displacement in fishes: a neglected literature, American Naturalist. USA. pp: 596-627.
- Ruehl C.B., DeWitt T.J. 2005. Trophic plasticity and fine-grained resource variation in populations of western mosquitofish. *Gambusia affinis*. Evolutionary Ecology Research, 7: 801-819.
- Turan C. 1999. A note on the examination of morphometric differentiation among populations: The truss system. Journal of Zoology, 23: 259-263.
- Watson D.J., Balon E.D. 2009. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. Fish Biology, 25(3): 371-384.

نحوه استناد به این مقاله:

امانتي ف.، طباطبائي يزدي ف.، صفري ا.، شكوه سلجوقي ظ. مقايسه مورفومتریک درون گونه‌ای و بین گونه‌ای سه گونه ماهی جنس *Istiblennius* (Whitely, 1943) در سواحل حوزه مکران. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۷۰-۶۱ (۴): ۸.

Amanati F., Tabatabaei Yazdi F., Safari O., Shokouh Saljoughi Z. Inter and intra-specific morphometric comparison of three species belong to *Istiblennius* genus (Whitely, 1943) from Makran coastal basin. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 8(4): 61-70.

Inter and intra-specific morphometric comparison of three species belong to *Istiblennius* genus (Whitely, 1943) from Makran coastal basin

Amanati F^{*1}, Tabatabaei Yazdi F², Safari O³, Shokouh Saljoughi Z⁴.

¹ MSc, Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

² Assistant Prof, Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

³ Associate Prof, Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

⁴ PhD, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 02-02-2020

Accepted: 24-03- 2020

Corresponding author:

Tabatabaei Yazdi F. Assistant Prof,
Dept. of Environment, Faculty of Natural
Resources and Environment, Ferdowsi
University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: f.tabatabaei@um.ac.ir

Abstract

Biodiversity conservation is one of the most important issues in today's world. Few studies to date on the biodiversity of the waters of the Persian Gulf and the Makran Sea indicate its remarkable species richness. This study aimed to investigate the morphometric differences of three fish species (*I. edentulus*, *I. pilotus* and *I. pox*) from Blenniidae and the populations of the studied species in the Makran Sea. A total of 67 specimens were captured during the spring and summer 1397 from the three stations of Tis, Lipar and Darya-bozorg by a hand net. 34 morphometric traits were measured using digital caliper. Three species and their populations were analyzed by SPSS software using univariate statistical methods (GLM) and Duncan. Multivariate analysis such as principal component analysis (PCA), and discriminant function analysis (DFA) and cluster analysis based on Euclidean distance were performed to investigate inter and intra-specific morphological differences in PAST statistical software. The results showed considerable similarities between *I. pilotus* and *I. pox*. Differentiation of three populations of *I. pilotus* species was mainly in the pectoral fin and the results showed significant differences ($p < 0.05$) among the populations of this species. The body shape was considerably difference between the two populations of Lipar and Darya-bozorg of *I. pox* species. DFA analysis separated the later populations, as well. Although, the results of this study, based upon the traditional morphometric method was able to show the differences between the studied populations, Geometric Morphometrics and genetic studies could complement this research in the future.

Keywords: Biodiversity, Morphological differences, Blenniidae, Traditional Morphometrics