



دانشگاه گیلان، رازی و ملی دانش گیلان

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد دوم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۲
<http://japu.gau.ac.ir>

بررسی ساختار جمعیتی ماهی سیاه‌کولی خزری *Vimba persa* در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌سنجی تراس و شمارشی

کیوان عباسی^۱، *آرش اکبرزاده^۲ و علینقی سرپناه^۳

^۱مربی پژوهشی گروه اکولوژی، پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، بندرانزلی،
^۲استادیار گروه شیلات، دانشگاه هرمزگان، آستادیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۴

چکیده

در این مطالعه ساختار جمعیتی ۱۲۴ نمونه ماهی سیاه‌کولی خزری (*Vimba persa*) در سواحل تالش، انزلی، کیشهر، لنگرود، چالوس و رودخانه تنکابن در دریای خزر با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌سنجی و شمارشی مورد بررسی قرار گرفت. ۲۴ شاخص ریخت‌سنجی شامل ۲۰ فاصله سیستم تراس، قطر چشم، فاصله بین دو چشم، طول پوزه، طول گونه و نیز ۱۰ شاخص شمارشی در هر ماهی اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که ۱۸ ویژگی ریخت‌سنجی اصلاح شده و ۵ ویژگی شمارشی در بین نمونه‌ها در سطوح مختلف دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P < 0/05$) که نشان‌دهنده وجود تنوع بالای فنوتیپی در ماهیان سیاه‌کولی مناطق مورد مطالعه می‌باشد. تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده و شمارشی به‌طور میانگین به ترتیب ۷۶/۶ و ۵۰/۸ درصد از افراد را به‌طور صحیح در جمعیت اصلی خود جای داد. نمودار به‌دست آمده از توابع متمایزکننده ۱ و ۲ برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی نشان داد که نمونه‌های سیاه‌کولی ساحل انزلی به‌طور کامل از سایر مناطق جدا شده، در حالی که نمونه‌های ساحل لنگرود بسیار نزدیک به نمونه‌های غرب مازندران (ساحل چالوس و رودخانه تنکابن) بوده و نمونه‌های سیاه‌کولی غرب مازندران هیچ‌گونه تمایزی از هم نداشتند. این در حالی بود که هم‌پوشانی بین نمونه‌ها در مورد ویژگی‌های شمارشی تقریباً زیاد بوده که نشان‌دهنده کارایی کم‌تر ویژگی‌های شمارشی نسبت به ویژگی‌های ریخت‌سنجی در جدا کردن جمعیت‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سیاه‌کولی خزری، دریای خزر، ویژگی‌های ریخت‌سنجی و شمارشی

* مسئول مکاتبه: akbarzadeh@ut.ac.ir

مقدمه

بررسی ماهیان در اکوسیستم‌های آبی به دلایل متعددی و از جمله بررسی تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی و بهره‌برداری ذخایر و پرورش ماهی دارای اهمیت است (لاگلر و همکاران، ۱۹۶۲). شناسایی ماهیان برای پی‌بردن به زیست‌شناسی آن‌ها و مطالعه بوم‌سازگان‌های آبی اولین قدم محسوب می‌گردد. با وجود بوم‌سازگان‌های آبی گوناگون در کشور، تاکنون مطالعات اندکی از نظر ماهی‌شناسی روی آن‌ها انجام شده و متأسفانه مشکلات زیادی از نظر سیستماتیک به‌ویژه در مورد زیرگونه‌ها وجود داشته و در مورد جمعیت‌ها، تاکنون کارهای ناچیزی در ایران صورت گرفته است.

ماهی سیاه‌کولی جزو خانواده کپورماهیان بوده و در نیم‌کره شمالی زیست می‌کند و دارای دو گونه و چندین زیرگونه می‌باشد (آبلین و وینکلر، ۱۹۹۴؛ سیهار، ۱۹۹۱؛ برگ، ۱۹۴۹). سیاه‌کولی خزری از جمله ماهیان دریازی- رودکوچ بوده که در سواحل ایرانی به‌طور عمده از آستارا تا بابلسر و در سایر سواحل، بیش‌تر در سواحل آذربایجان و داغستان زیست نموده و در سن ۳ یا ۴ سالگی بالغ می‌شوند، این ماهی زمستان را در دریا می‌گذراند و در اواخر اسفند یا اوایل فروردین، به‌منظور تخم‌ریزی به آب‌های ساحلی و رودخانه‌های ایرانی این دریا به‌ویژه رودخانه‌های سفیدرود، خشک‌رود، حویق، آستاراچای، کرگانرود، ناورود، حوزه تالاب انزلی، تجن، گرگانرود، سرداب‌رود، چالوس، اترک، قره‌سو، بابلرود، هراز، ارس، تنکابن، خلیج گرگان و رودخانه شفارود وارد می‌گردد (عباسی و همکاران، ۲۰۰۴؛ کیابی و همکاران، ۱۹۹۹؛ عباسی و همکاران، ۱۹۹۹؛ کازانچیو، ۱۹۸۱) و در اردیبهشت تا تیرماه در خزر جنوبی تخم‌ریزی می‌نماید (عباسی و همکاران، ۲۰۰۵؛ کازانچیو، ۱۹۸۱؛ برگ، ۱۹۴۹). صید آن بیش‌تر در سن ۳ سالگی و طول آن ۳۰۰-۱۹۰ میلی‌متر می‌باشد. سیاه‌کولی یک ماهی ریزجثه و در عین‌حال بسیار لذیذ و مورد پسند ساحل‌نشینان می‌باشد. این ماهی در دریا، تالاب‌ها و رودخانه‌ها با پره‌های تعاونی، دام، لاکش، ماشک، کالو و انواع قلاب صید می‌گردد. میزان صید آن در ایران طی سال‌های اخیر (۸۹-۱۳۸۴) از ۴۷۴-۹ تن در نوسان بوده (سازمان شیلات ایران، ۲۰۱۱)، به‌طوری‌که از حدود ۹ تن در سال ۸۵-۱۳۸۴ به حدود ۴۷۴ تن در سال ۸۹-۱۳۸۸ رسیده و دوباره در سال ۹۰-۱۳۸۹ به ۹۹/۷ تن کاهش یافته است. میزان صید این ماهی در رودخانه سفیدرود (سال ۷۴-۱۳۷۳)، حدود ۷۱ تن برآورد شده است (خاوال، ۱۹۹۷).

مرور سوابق مطالعاتی نشان می‌دهد که تاکنون مطالعات اندکی روی سیاه‌کولی در حوزه دریای خزر صورت گرفته که می‌توان به مطالعات برگ (۱۹۴۹) و کازانچیو (۱۹۸۱) اشاره نمود که این مطالعات بیش‌تر در حوزه غیرایرانی دریای خزر انجام شده است. قلی‌اف (۱۹۹۷) سه جمعیت از آن را در دریای خزر شناسایی نموده است. در ایران نیز غنی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۰) بر روی میزان صید و ارزیابی ذخایر این ماهی، کریم‌پور و همکاران (۱۹۹۲) بر روی کوچگری آن به تالاب انزلی و خاوال (۱۹۹۷) و عباسی و همکاران (۲۰۰۵) بر روی زمان مهاجرت، تخم‌ریزی و میزان صید سیاه‌کولی در سفیدرود بررسی‌هایی را انجام دادند. همچنین عباسی و همکاران (۲۰۰۴) بررسی‌های ریخت‌شناختی آن را در سفیدرود، حسینی و همکاران (۲۰۱۰) بیولوژی تولیدمثل آن را در ساحل کیشهر، نجاتی و همکاران (۲۰۰۹) تنوع ریختی سیاه‌کولی را در سواحل آستارا، تنکابن و ترکمن مورد مطالعه قرار داده‌اند.

از آن‌جا که زیست‌شناسان شیلاتی، اساس بهره‌برداری از ذخایر آبزیان را در شناسایی جمعیت‌های مختلف آن‌ها در زیستگاه‌شان می‌دانند، بنابراین بررسی جمعیتی ماهیان و از جمله سیاه‌کولی خزری در دریای خزر بسیار دارای اهمیت است تا نسبت به برداشت خردمندانه آن اقدامات اساسی صورت گیرد. در نتیجه هدف از این مطالعه تعیین تنوع جمعیت سیاه‌کولی‌های سواحل ایرانی دریای خزر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: در این بررسی با توجه به فاصله سواحل از یکدیگر، فاصله رودخانه‌های مهم از یکدیگر، وضعیت هیدروبیولوژیک سواحل جنوبی دریای خزر و نیز فراوانی ماهی سیاه‌کولی در سواحل ایرانی دریای خزر براساس آمار صید، تعداد ۶ ایستگاه واقع در سواحل تالش، انزلی، کیشهر، لنگرود، چالوس و رودخانه تنکابن تعیین و نمونه‌برداری ماهیان در سال‌های ۸۶-۱۳۸۵ با پره و تور گوش‌گیر صورت گرفت. شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری را بر روی نقشه نشان می‌دهد. در این پژوهش در مجموع تعداد ۱۲۸ عدد ماهی سیاه‌کولی مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد ماهیان جمع‌آوری شده از هر منطقه، دامنه و میانگین طول آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. پس از نمونه‌برداری ماهیان، رنگ بدن آن‌ها ثبت و نمونه‌ها در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند.

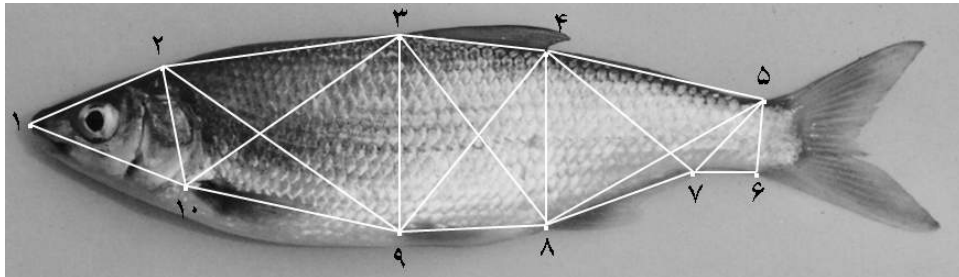
اندازه‌گیری ویژگی‌های ریخت‌سنجی و جمع‌آوری داده‌های شمارشی: شکل ۲ الگوی سیستم تراس را در ماهی سیاه‌کولی نشان می‌دهد. در این پژوهش ۱۰ لند مارک^۱ دور تا دور بدن ماهی انتخاب شد و

1- Landmark

۲۰ فاصله بین آن‌ها اندازه‌گیری گردید (استراس و بوکستین، ۱۹۸۲). علاوه بر اندازه‌گیری فواصل سیستم تراس، ۴ ویژگی روش سنتی شامل طول گونه (فاصله پس‌چشمی)، طول پوزه (فاصله پیش‌چشمی)، قطر چشم و فاصله بین دو چشم نیز اندازه‌گیری گردید. همچنین ۱۰ ویژگی شمارشی شامل تعداد فلس‌های رو، بالا و پایین خط جانبی، تعداد خارهای باله‌های پشتی و مخرجی، تعداد شعاع‌های نرم باله‌های پشتی، مخرجی، شکمی و همچنین تعداد خارهای آبششی فوقانی و تحتانی در ماهی سیاه‌کولی شمارش گردید. به‌منظور کاهش احتمال خطا، شمارش ویژگی‌های شمارشی ماهیان در زیر لوپ انجام گرفت.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی نقشه: ۱- ساحل تالش، ۲- ساحل انزلی، ۳- ساحل کیاشهر، ۴- ساحل لنگرود، ۵- رودخانه تنکابن و ۶- ساحل چالوس (منبع: www.maps.google.com)



شکل ۲- الگوی سیستم تراس در ماهی سیاه‌کولی. ۱- نوک پوزه، ۲- پیشانی، ۳- ابتدای باله پشتی، ۴- انتهای باله پشتی، ۵- محل اولین شعاع باله دمی (بالا)، ۶- محل آخرین شعاع باله دمی (پایین)، ۷- انتهای باله مخرجی، ۸- ابتدای باله مخرجی، ۹- ابتدای باله شکمی و ۱۰- ابتدای باله سینه‌ای

جدول ۱- دامنه، میانگین و انحراف معیار طول استاندارد ماهی سیاه‌کولی در مناطق مورد مطالعه (میلی‌متر)

منطقه مورد مطالعه	تعداد	دامنه طول	انحراف معیار (میانگین طول)
ساحل تالش	۱۵	۱۳۷-۱۷۱	152.7 ± 9.1
ساحل انزلی	۲۵	۱۳۲-۱۶۸	149.9 ± 8.4
ساحل کیشهر	۴۲	۱۳۰-۱۶۵	142.7 ± 8.1
ساحل لنگرود	۱۷	۱۲۰-۱۷۱	151.0 ± 15.3
رودخانه تنکابن	۱۷	۱۲۰-۱۶۷	132.0 ± 12.3
ساحل چالوس	۱۲	۱۵۲-۱۹۰	169.3 ± 11.1

آماده‌سازی داده‌های ریخت‌سنجی پیش از تحلیل‌های آماری: از آن‌جا که ویژگی‌های شمارشی در سرتاسر دوران زندگی ثابت باقی‌مانده و هیچ ارتباطی با اندازه ماهی ندارد، نیازی به حذف اثر اختلاف اندازه از این داده‌ها نمی‌باشد (پالت و همکاران، ۲۰۰۴). اما اندازه‌های ریخت‌سنجی به‌طور پیوسته‌ای با افزایش اندازه بدن تغییر می‌کند که معمولاً در مطالعات ریخت‌سنجی ماهیان، اثر اختلاف اندازه نمونه‌ها از تغییرات شکل بدن حذف می‌گردد (اسچرک و مویلی، ۱۹۹۰)، چرا که اختلاف ریخت‌سنجی بین جمعیت‌های یک گونه باید ناشی از اختلاف واقعی فاصله‌های اندازه‌گیری شده و شکل بدن آن‌ها باشد و این اختلاف نباید به‌دلیل تفاوت در اندازه نسبی نمونه‌های هر جمعیت باشد (توران و همکاران، ۲۰۰۴). اثر اختلاف اندازه بدن را می‌توان به روش‌های مختلفی از داده‌های ریخت‌سنجی حذف نمود که این روش‌ها بر پایه چند نوع از تحلیل‌های رگرسیونی استوار است

(شرک و مویل، ۱۹۹۰). در این پژوهش از فرمول آلومتريک $M_{adj}=M(L_s/L_o)^b$ که توسط الیوت و همکاران (۱۹۹۵) برای اصلاح اثر اختلاف سائز نمونه‌ها ارایه گردید، استفاده شد که در آن، M : اندازه واقعی فاصله اندازه‌گیری شده، M_{adj} : اندازه اصلاح شده فاصله اندازه‌گیری شده، L_o : طول استاندارد ماهی، L_s : میانگین طول استاندارد کل نمونه‌ها و b : شیب رگرسیون $\log M$ به $\log L_o$ تمامی ماهیان در کل نمونه‌ها.

سپس کارآیی داده‌های اصلاح شده از طریق آزمون معنی‌دار بودن همبستگی بین متغیر اصلاح شده و طول استاندارد مورد سنجش قرار گرفت. معنی‌دار نبودن این همبستگی نشان‌دهنده حذف کامل اثر اختلاف اندازه از داده‌ها می‌باشد.

تحلیل‌های آماری داده‌های ریخت‌سنجی و شمارشی: داده‌های اصلاح شده ریخت‌سنجی و نیز داده‌های شمارشی در ابتدا تحت آزمون نرمال بودن قرار گرفت و از آنجا که داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند، به‌منظور برآورد اختلاف معنی‌دار هر متغیر در بین گروه‌ها از تحلیل واریانس یک‌طرفه ANOVA و تست توکی^۲ استفاده شد. همچنین اندازه‌گیری‌های اصلاح شده ریخت‌سنجی و داده‌های شمارشی به‌منظور بررسی اختلاف ریختی بین گروه‌های مورد بررسی تحت تحلیل چندمتغیره تابع متمایزکننده^۳ قرار گرفت. نتایج تحلیل تابع متمایزکننده به کمک رسم نمودار به‌منظور قرار دادن افراد در هر گروه مورد استفاده قرار گرفت و میزان موفقیت این گروه‌بندی بر پایه درصد افرادی که به‌طور صحیح در گروه‌های اصلی خود قرار می‌گیرند تخمین زده شد (پین‌هیرو و همکاران، ۲۰۰۵). اجرای تجزیه و تحلیل‌های آماری در این مطالعه با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری SPSS 11.5 و Minitab انجام شد.

نتایج

جدول‌های ۲ و ۳ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های ریخت‌سنجی و شمارشی ماهی سیاه‌کولی در مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. هیچ‌یک از ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده با طول استاندارد اختلاف معنی‌دار نداشت و بنابراین فرمول آلومتريک به‌طور موفقیت‌آمیزی اثر اختلاف اندازه را از داده‌ها حذف نمود.

2- Tukey

3- Discriminant Function Analysis

تحلیل واریانس یک طرفه و تست Tukey برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده نشان داد که ۱۸ ویژگی از ۲۴ ویژگی اندازه‌گیری شده در بین ۶ جمعیت دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$) (جدول ۳). همچنین از مجموع ۱۰ ویژگی شمارشی، ۵ ویژگی مابین نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$) (جدول ۴). از آن‌جا که تعداد خارهای باله‌های شکمی و مخرجی در ماهی سیاه‌کولی ثابت بود (۳ عدد خار)، این متغیرها در آنالیزهای آماری بعدی در نظر گرفته نشدند.

در تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده ۵ تابع به‌دست آمد که تابع اول (DF_1) ۳۷/۴ درصد و تابع دوم (DF_2) ۳۰/۴ درصد و در مجموع دو تابع اول ۶۷/۷ درصد کل تغییرات بین‌گروهی را توضیح می‌دهند. در تابع متمایزکننده اول قطر چشم و فاصله بین دو لندمارک ۲ و ۱۰ همبستگی مثبت بالایی را با این تابع نشان دادند (به‌ترتیب ۰/۴۹۱ و ۰/۴۱۶). در تابع تشخیص دوم نیز قطر چشم و فاصله بین دو لندمارک ۳ و ۴ دارای همبستگی مثبت بالایی با این تابع بودند (به‌ترتیب ۰/۴۹۱ و ۰/۴۱۶).

نمودار به‌دست آمده از توابع تشخیص ۱ و ۲ (شکل ۳) نشان می‌دهد که نمونه‌های سیاه‌کولی ساحل انزلی به‌طور کامل از سایر مناطق جدا شده و در سمت راست و بالای نمودار قرار گرفته‌اند. نمونه‌های سیاه‌کولی ساحل کیشهر نیز تقریباً از نمونه‌های سواحل شرقی گیلان (ساحل لنگرود) و سواحل مازندران (چالوس و تنکابن) جدا بوده و در بخش پایین نمودار تمرکز دارند. نمونه‌های سیاه‌کولی مازندران (ساحل چالوس و رودخانه تنکابن) هیچ‌گونه تمایزی از هم نداشته و در قسمت بالایی و سمت چپ نمودار تمرکز دارند. همچنین تمرکز نمونه‌های سیاه‌کولی ساحل لنگرود بسیار نزدیک به نمونه‌های مازندران می‌باشد. تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده به‌طور میانگین ۷۶/۶ درصد از افراد را به‌طور صحیح در جمعیت اصلی خود جای داد که در حد به‌نسبت بالایی قرار دارد. بیش‌ترین درصد موفقیت در طبقه‌بندی افراد مربوط به نمونه‌های سیاه‌کولی سواحل انزلی بود که ۸۸ درصد از افراد به‌طور صحیح در این جمعیت قرار گرفتند (جدول ۴).

در تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های شمارشی ۵ تابع به‌دست آمد که در آن تابع اول (DF_1) ۴۰/۵ درصد و تابع دوم (DF_2) ۲۹/۵ درصد از تغییرات بین‌گروهی را توضیح داده و در مجموع دو تابع اول ۷۰ درصد کل تغییرات بین‌گروهی را توضیح می‌دهند. در تابع متمایزکننده اول تعداد فلس‌های زیر خط جانبی همبستگی مثبت بالا (۰/۶۶۶) و تعداد فلس‌های روی خط جانبی همبستگی منفی بالا (۰/۴۴۱-) و در تابع متمایزکننده دوم تعداد فلس‌های بالای خط جانبی همبستگی

مثبت بالایی (۰/۸۱۸) را دارا بودند.

نمودار به‌دست آمده از توابع متمایزکننده ۱ و ۲ برای ویژگی‌های شمارشی نشان می‌دهد که ماهیان سیاه‌کولی ساحل تالش بیش‌تر در سمت پایین و چپ نمودار تمرکز داشته و در مقابل افراد مربوط به ساحل انزلی بیش‌تر در سمت پایین و راست نمودار پراکنش دارند. لازم به ذکر است که هم‌پوشانی بین نمونه‌ها در مورد ویژگی‌های شمارشی تقریباً زیاد بوده که نشان‌دهنده کارایی کم‌تر ویژگی‌های شمارشی نسبت به ویژگی‌های ریخت‌سنجی در جدا کردن جمعیت‌ها می‌باشد (شکل ۴). تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های شمارشی به‌طور میانگین ۵۰/۸ درصد از افراد را به‌طور صحیح در جمعیت اصلی خود جای داد که در حد پایین‌تری نسبت به ویژگی‌های ریخت‌سنجی قرار دارد. بیش‌ترین درصد موفقیت در طبقه‌بندی افراد مربوط به نمونه‌های سیاه‌کولی ساحل تالش بود که ۸۰ درصد از افراد به‌طور صحیح در این جمعیت قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۲- طول میانگین (میلی‌متر) $\pm$ انحراف معیار و نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و پس آزمون توکی برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده ماهی سیاه‌کولی در مناطق مورد مطالعه ($P < 0.05$)^a

ویژگی ریخت‌سنجی	ساحل تالش	ساحل انزلی	ساحل کیشهر	ساحل لنگرود	رودخانه تنکابن	ساحل چالوس	P Value
۱-۲	۲۹/۹ $\pm$ ۱/۱ ^b	۲۸/۹ $\pm$ ۰/۹ ^{ab}	۲۸/۸ $\pm$ ۱/۴ ^a	۲۸/۷ $\pm$ ۱/۲ ^a	۲۹/۶ $\pm$ ۱/۰ ^{ab}	۲۹/۱ $\pm$ ۱/۲ ^{ab}	۰/۰۰۷ ^o
۲-۳	۵۳/۹ $\pm$ ۲/۵ ^a	۵۴/۲ $\pm$ ۲/۰ ^a	۵۳/۵ $\pm$ ۲/۴ ^a	۵۴/۳ $\pm$ ۱/۵ ^a	۵۴/۴ $\pm$ ۱/۳ ^a	۵۵/۱ $\pm$ ۱/۸ ^a	۰/۱۷۶
۳-۴	۱۶/۷ $\pm$ ۱/۰ ^{bcd}	۱۶/۴ $\pm$ ۰/۸ ^{abc}	۱۵/۷ $\pm$ ۰/۸ ^a	۱۵/۹ $\pm$ ۱/۳ ^{ab}	۱۷/۴ $\pm$ ۱/۰ ^d	۱۷/۰ $\pm$ ۰/۵ ^{cd}	۰/۰۰۰ ^o
۴-۵	۵۰/۹ $\pm$ ۱/۸ ^a	۵۳/۱ $\pm$ ۲/۴ ^{ab}	۵۲/۱ $\pm$ ۳/۰ ^{ab}	۵۳/۹ $\pm$ ۲/۹ ^b	۵۱/۳ $\pm$ ۱/۵ ^a	۵۲/۴ $\pm$ ۳/۵ ^{ab}	۰/۰۱۲ ^o
۵-۶	۱۴/۸ $\pm$ ۰/۵ ^a	۱۵/۵ $\pm$ ۰/۹ ^a	۱۵/۱ $\pm$ ۰/۶ ^a	۱۴/۸ $\pm$ ۰/۷ ^a	۱۵/۰ $\pm$ ۰/۵ ^a	۱۵/۴ $\pm$ ۱/۰ ^a	۰/۰۲۲ ^o
۶-۷	۱۸/۰ $\pm$ ۱/۴ ^a	۱۸/۰ $\pm$ ۱/۵ ^a	۱۷/۹ $\pm$ ۱/۴ ^a	۱۸/۴ $\pm$ ۱/۲ ^a	۱۸/۵ $\pm$ ۱/۱ ^a	۱۷/۶ $\pm$ ۱/۵ ^a	۰/۴۵۹
۷-۸	۲۷/۳ $\pm$ ۱/۲ ^a	۳۰/۲ $\pm$ ۱/۹ ^b	۲۹/۱ $\pm$ ۲/۰ ^{ab}	۲۸/۷ $\pm$ ۲/۲ ^{ab}	۲۸/۵ $\pm$ ۱/۸ ^{ab}	۲۹/۷ $\pm$ ۱/۳ ^b	۰/۰۰۰ ^o
۸-۹	۳۳/۰ $\pm$ ۲/۲ ^a	۳۱/۵ $\pm$ ۱/۸ ^a	۳۱/۵ $\pm$ ۲/۳ ^a	۳۲/۵ $\pm$ ۱/۷ ^a	۳۱/۸ $\pm$ ۲/۶ ^a	۳۱/۲ $\pm$ ۱/۸ ^a	۰/۱۰۱
۹-۱۰	۴۱/۲ $\pm$ ۱/۹ ^a	۴۱/۰ $\pm$ ۱/۹ ^{ab}	۴۰/۳ $\pm$ ۱/۸ ^{ab}	۳۹/۳ $\pm$ ۱/۶ ^b	۳۹/۶ $\pm$ ۱/۵ ^{ab}	۳۹/۶ $\pm$ ۲/۱ ^{ab}	۰/۰۰۶ ^o
۱-۱۰	۳۸/۸ $\pm$ ۱/۱ ^a	۳۸/۲ $\pm$ ۲/۰ ^{ab}	۳۹/۰ $\pm$ ۱/۴ ^a	۳۹/۰ $\pm$ ۱/۰ ^a	۳۸/۰ $\pm$ ۱/۱ ^{ab}	۳۷/۰ $\pm$ ۱/۸ ^b	۰/۰۰۱ ^o
۲-۱۰	۲۶/۳ $\pm$ ۱/۲ ^a	۲۸/۰ $\pm$ ۱/۰ ^b	۲۷/۷ $\pm$ ۱/۶ ^b	۲۶/۵ $\pm$ ۱/۱ ^a	۲۶/۲ $\pm$ ۱/۱ ^a	۲۶/۲ $\pm$ ۱/۱ ^a	۰/۰۰۰ ^o
۲-۹	۵۸/۵ $\pm$ ۱/۹ ^a	۵۷/۹ $\pm$ ۱/۷ ^{ab}	۵۷/۸ $\pm$ ۱/۹ ^{ab}	۵۶/۹ $\pm$ ۱/۳ ^b	۵۷/۳ $\pm$ ۱/۴ ^{ab}	۵۶/۸ $\pm$ ۱/۶ ^b	۰/۰۴۰ ^o
۳-۹	۴۱/۹ $\pm$ ۲/۳ ^a	۴۱/۵ $\pm$ ۲/۴ ^a	۴۰/۸ $\pm$ ۲/۱ ^a	۴۰/۵ $\pm$ ۱/۵ ^a	۴۱/۲ $\pm$ ۱/۵ ^a	۴۰/۸ $\pm$ ۱/۶ ^a	۰/۴۰۲
۳-۱۰	۵۵/۵ $\pm$ ۲/۳ ^a	۵۴/۲ $\pm$ ۲/۰ ^{ab}	۵۴/۱ $\pm$ ۱/۸ ^{ab}	۵۲/۶ $\pm$ ۲/۲ ^b	۵۳/۷ $\pm$ ۲/۱ ^{ab}	۵۴/۴ $\pm$ ۱/۸ ^{ab}	۰/۰۰۳ ^o
۴-۸	۳۷/۴ $\pm$ ۱/۷ ^{ab}	۳۸/۹ $\pm$ ۲/۲ ^a	۳۶/۵ $\pm$ ۱/۷ ^b	۳۷/۰ $\pm$ ۲/۰ ^b	۳۶/۷ $\pm$ ۱/۸ ^b	۳۶/۹ $\pm$ ۲/۰ ^b	۰/۰۰۰ ^o
۳-۸	۴۷/۵ $\pm$ ۱/۸ ^a	۴۷/۲ $\pm$ ۲/۳ ^a	۴۷/۱ $\pm$ ۱/۹ ^a	۴۶/۱ $\pm$ ۱/۹ ^a	۴۷/۰ $\pm$ ۱/۶ ^a	۴۷/۸ $\pm$ ۱/۷ ^a	۰/۲۷۷

کیوان عباسی و همکاران

ادامه جدول ۲-

ویژگی ریخت سنجی	ساحل تالش	ساحل انزلی	ساحل کیشهر	ساحل لنگرود	رودخانه تنکابن	ساحل چالوس	P Value
۴-۹	۴۴/۴ ± ۱/۸ ^a	۴۲/۸ ± ۱/۶ ^a	۴۲/۶ ± ۲/۶ ^a	۴۳/۵ ± ۲/۷ ^a	۴۳/۰ ± ۱/۹ ^a	۴۲/۹ ± ۱/۸ ^a	۰/۱۲۳
۴-۷	۴۲/۷ ± ۱/۸ ^b	۴۴/۳ ± ۱/۹ ^a	۴۲/۹ ± ۲/۲ ^{ab}	۴۲/۵ ± ۱/۴ ^{ab}	۴۲/۰ ± ۱/۸ ^b	۴۲/۳ ± ۲/۳ ^b	۰/۰۰۵ [°]
۵-۷	۲۳/۴ ± ۱/۸ ^a	۲۵/۲ ± ۱/۳ ^b	۲۴/۴ ± ۱/۷ ^{ab}	۲۵/۰ ± ۱/۴ ^b	۲۳/۹ ± ۱/۵ ^{ab}	۲۴/۲ ± ۱/۲ ^{ab}	۰/۰۰۷ [°]
۵-۸	۴۸/۷ ± ۲/۰ ^a	۵۲/۲ ± ۱/۸ ^b	۵۰/۹ ± ۲/۲ ^b	۵۱/۵ ± ۲/۵ ^b	۵۰/۸ ± ۲/۱ ^{ab}	۵۰/۸ ± ۲/۳ ^{ab}	۰/۰۰۰ [°]
طول پوزه	۱۱/۴ ± ۰/۸ ^a	۱۱/۴ ± ۰/۶ ^a	۱۰/۹ ± ۰/۶ ^{ab}	۱۱/۱ ± ۰/۵ ^a	۱۰/۸ ± ۰/۹ ^{ab}	۱۰/۲ ± ۰/۶ ^b	۰/۰۰۰ [°]
قطر حلقه چشم	۹/۵ ± ۰/۳ ^a	۱۰/۶ ± ۰/۴ ^c	۹/۸ ± ۰/۵ ^{ab}	۱۰/۲ ± ۰/۵ ^{bc}	۹/۸ ± ۰/۴ ^{ab}	۹/۹ ± ۰/۷ ^{ab}	۰/۰۰۰ [°]
فاصله بین دو چشم	۱۱/۳ ± ۰/۵ ^{ab}	۱۱/۳ ± ۰/۵ ^{ab}	۱۰/۹ ± ۰/۷ ^a	۱۱/۳ ± ۰/۵ ^{ab}	۱۱/۵ ± ۰/۴ ^b	۱۰/۹ ± ۰/۴ ^a	۰/۰۰۲ [°]
طول گونه	۱۶/۶ ± ۰/۵ ^{ab}	۱۵/۷ ± ۰/۵ ^a	۱۵/۸ ± ۱/۴ ^{ab}	۱۶/۴ ± ۱/۰ ^{ab}	۱۶/۷ ± ۰/۷ ^b	۱۶/۱ ± ۰/۷ ^{ab}	۰/۰۰۴ [°]

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

داده ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می باشد.

جدول ۳- میانگین، انحراف معیار (میلی متر) و نتایج تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و پس آزمون توکی برای ویژگی های شمارشی سیاه کولی در مناطق مورد مطالعه ($P < ۰/۰۵$)

ویژگی شمارشی	ساحل تالش	ساحل انزلی	ساحل کیشهر	ساحل لنگرود	رودخانه تنکابن	ساحل چالوس	P Value
تعداد فلس های روی خط جانبی	۴۹/۱ ± ۱/۹ ^a	۵۱/۱ ± ۱/۵ ^{ab}	۵۱/۶ ± ۳/۰ ^b	۵۱/۹ ± ۲/۴ ^b	۵۰/۷ ± ۲/۱ ^{ab}	۵۰/۸ ± ۱/۸ ^{ab}	۰/۰۰۸ [°]
تعداد فلس های بالای خط جانبی	۸/۳ ± ۰/۵ ^{ab}	۸/۱ ± ۰/۳ ^a	۸/۷ ± ۰/۵ ^{bc}	۸/۳ ± ۰/۶ ^{ab}	۸/۶ ± ۰/۵ ^{abc}	۹/۰ ± ۰/۶ ^c	۰/۰۰۰ [°]
تعداد فلس های پایین خط جانبی	۶/۰ ± ۰/۰ ^a	۵/۱ ± ۰/۶ ^b	۵/۳ ± ۰/۵ ^b	۵/۴ ± ۰/۵ ^b	۵/۵ ± ۰/۵ ^b	۵/۳ ± ۰/۵ ^b	۰/۰۰۰ [°]
تعداد شعاع های نرم باله پشتی	۸/۰ ± ۰/۰ ^a	۸/۰ ± ۰/۰ ^a	۷/۹ ± ۰/۲ ^a	۷/۹ ± ۰/۲ ^a	۸/۰ ± ۰/۰ ^a	۸/۰ ± ۰/۰ ^a	۰/۱۴۴
تعداد شعاع های نرم باله مخرجی	۱۷/۷ ± ۰/۹ ^a	۱۷/۶ ± ۰/۹ ^a	۱۷/۵ ± ۰/۹ ^a	۱۷/۳ ± ۱/۳ ^a	۱۷/۸ ± ۱/۱ ^a	۱۸/۱ ± ۱/۱ ^a	۰/۳۸۴
تعداد شعاع های باله شکمی	۸/۹ ± ۰/۴ ^{ab}	۸/۸ ± ۰/۴ ^{ab}	۸/۴ ± ۰/۶ ^a	۸/۶ ± ۰/۵ ^{ab}	۸/۹ ± ۰/۲ ^b	۹/۰ ± ۰/۴ ^b	۰/۰۰۰ [°]
تعداد خارهای آبششی فوقانی	۱۷/۱ ± ۰/۹ ^a	۱۷/۱ ± ۱/۰ ^a	۱۶/۴ ± ۱/۲ ^a	۱۶/۷ ± ۱/۱ ^a	۱۶/۲ ± ۰/۸ ^a	۱۷/۰ ± ۰/۷ ^a	۰/۰۲۲ [°]
تعداد خارهای آبششی تحتانی	۲۰/۳ ± ۱/۰ ^a	۲۰/۱ ± ۱/۰ ^a	۲۰/۲ ± ۱/۰ ^a	۲۰/۲ ± ۱/۵ ^a	۲۰/۲ ± ۱/۳ ^a	۱۹/۵ ± ۰/۸ ^a	۰/۴۵۲

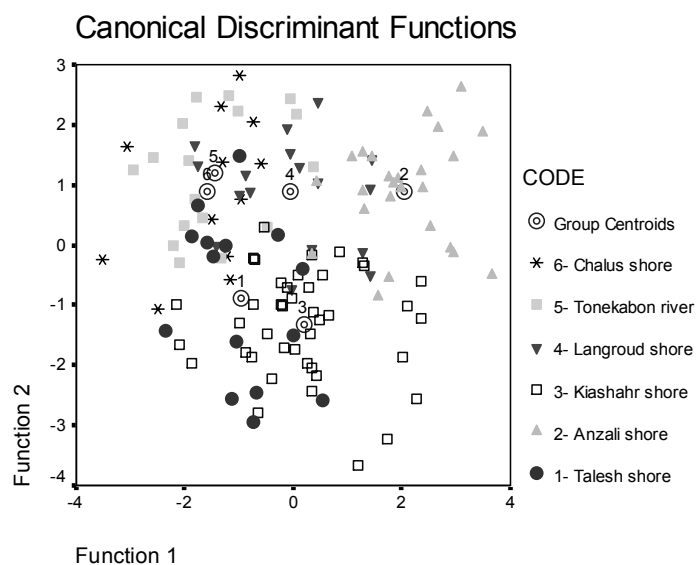
حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

داده ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می باشد.

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۲)، شماره (۲) تابستان ۱۳۹۲

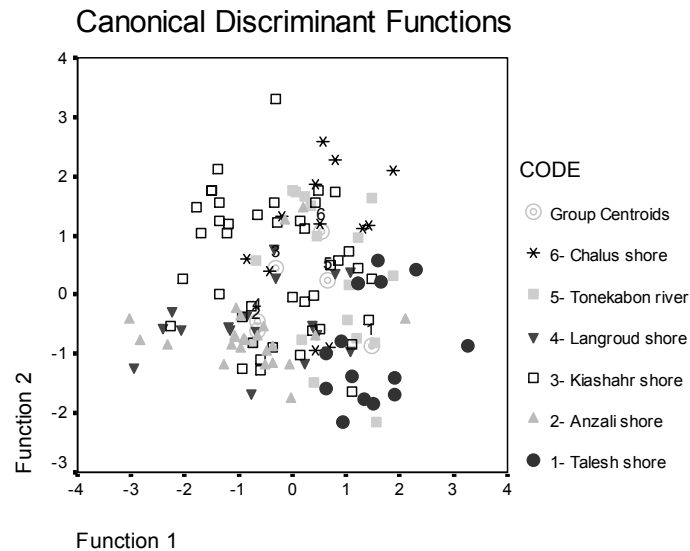
جدول ۴- طبقه‌بندی صحیح افراد ماهی سیاه‌کولی (براساس درصد) در جمعیت اصلی خود برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی و شمارشی

منطقه	ساحل تالش	ساحل انزلی	ساحل کياشهر	ساحل لنگرود	رودخانه تنکابن	ساحل چالوس	مجموع	
ساحل تالش	۸۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۰	۰/۰	۱۰۰	
ساحل انزلی	۴/۰	۸۸/۰	۴/۰	۴/۰	۰/۰	۰/۰	۱۰۰	
ساحل کياشهر	۱۴/۳	۹/۵	۷۱/۴	۰/۰	۰/۰	۴/۸	۱۰۰	ویژگی‌های
ساحل لنگرود	۱۱/۸	۰/۰	۰/۰	۸۲/۴	۵/۹	۰/۰	۱۰۰	ریخت‌سنجی
رودخانه تنکابن	۱۱/۸	۵/۹	۰	۵/۹	۶۴/۷	۱۱/۸	۱۰۰	
ساحل چالوس	۸۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۰	۰/۰	۱۰۰	
ساحل تالش	۸۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶/۷	۱۷/۳	۱۰۰	
ساحل انزلی	۴/۰	۶۸/۰	۰/۰	۱۶/۰	۴/۰	۸/۰	۱۰۰	
ساحل کياشهر	۴/۸	۱۶/۷	۴۰/۵	۱۱/۹	۱۹/۰	۷/۱	۱۰۰	ویژگی‌های
ساحل لنگرود	۱۱/۸	۲۹/۴	۱۱/۸	۲۹/۴	۱۱/۸	۵/۹	۱۰۰	شمارشی
رودخانه تنکابن	۵/۹	۱۱/۸	۵/۹	۵/۹	۴۱/۲	۲۹/۴	۱۰۰	
ساحل چالوس	۸/۳	۲۵/۰	۸/۳	۰/۰	۰/۰	۵۸/۳	۱۰۰	



شکل ۳- نمودار به‌دست آمده از توابع متمایزکننده ۱ و ۲ برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی ماهی سیاه‌کولی:

۱- ساحل تالش، ۲- ساحل انزلی، ۳- ساحل کياشهر، ۴- ساحل لنگرود، ۵- رودخانه تنکابن و ۶- ساحل چالوس



شکل ۴- نمودار به دست آمده از توابع متمایزکننده ۱ و ۲ برای ویژگی‌های شمارشی ماهی سیاه‌کولی:
 ۱- ساحل تالش، ۲- ساحل انزلی، ۳- ساحل کیشهر، ۴- ساحل لنگرود، ۵- رودخانه تنکابن و ۶- ساحل چالوس

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات ماهی‌شناسان به‌ویژه برگ (۱۹۴۹)، کازانچیو (۱۹۸۱) و قلی‌اف (۱۹۹۷) بر روی ماهیان دریای خزر نشانگر این واقعیت است که بسیاری از ماهیان روند گونه‌زایی را طی نموده و این روند تکاملی ایجاد جمعیت‌ها در حال تداوم است، به‌طوری‌که گونه‌های خزری و پونتو- خزری زیرگونه‌ها و جمعیت‌هایی را در مناطق مختلف دریای خزر تشکیل داده‌اند قلی‌اف (۱۹۹۷)، به‌طوری‌که قلی‌اف (۱۹۹۷) در مورد سیاه‌کولی، جمعیت‌های اگراخان، قزل‌آقاچ و حسن‌قلی را در دریای خزر شناسایی نموده است.

در این پژوهش نتایج به دست آمده از تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که ۱۸ ویژگی از ۲۴ ویژگی ریخت‌سنجی در بین نمونه‌های ۶ منطقه مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P < 0.05$) که نشان‌دهنده احتمال وجود تنوع بالای فنوتیپی (پلی‌مرفیسم) در بین ماهیان سیاه‌کولی ساکن در سواحل جنوبی دریای خزر در دو استان گیلان و مازندران می‌باشد. در بیش‌تر مطالعات ریخت‌سنجی فاکتور اندازه بدن ممکن است به میزان ۸۰ درصد و یا بیش‌تر در وجود تغییرات بین متغیرهای اندازه‌گیری

شده تأثیرگذار باشد (تزینگ، ۲۰۰۴). از آنجا که آزمون واریانس یک‌طرفه درباره ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده انجام گرفت، می‌توان مطمئن بود که مشاهده اختلاف معنی‌دار آماری در هر یک از فاصله‌های اندازه‌گیری شده نشان‌دهنده اختلاف واقعی آن فاصله مابین جمعیت‌ها می‌باشد و تفاوت احتمالی در اندازه نمونه‌های هر منطقه تأثیری در به‌وجود آمدن این اختلاف نداشته است. نتایج تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده نشان داد که نمونه‌های سیاه‌کولی ساحل انزلی از نمونه‌های سیاه‌کولی سایر مناطق سواحل جنوبی دریای خزر جدا بوده و شاید بتوان براساس صفات ریخت‌سنجی، نمونه‌های این منطقه را جمعیتی متمایز از سایر مناطق دانست. از سوی دیگر نمونه‌های مربوط به غرب استان مازندران (ساحل چالوس و رودخانه تنکابن) از نظر ویژگی ریخت‌های سنجی قرابت بسیار نزدیکی با هم دارد که این نتیجه با توجه به نزدیک بودن زیستگاه آن‌ها و احتمال یکی بودن دو جمعیت کاملاً طبیعی به‌نظر می‌رسد. نزدیک‌ترین جمعیت به نمونه‌های سیاه‌کولی مازندران نمونه‌های ساحل لنگرود بود که در شرق گیلان و در نزدیک‌ترین فاصله نسبت به سواحل مازندران قرار گرفته است.

نتایج به‌دست آمده از تحلیل واریانس یک‌طرفه بر روی ویژگی‌های شمارشی نشان داد که تعداد فلس‌های رو، بالا و پایین خط جانبی، تعداد شعاع‌های باله شکمی و تعداد خارهای آبششی فوقانی در بین نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). همچنین در تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های شمارشی، تعداد فلس‌های رو، بالا و پایین خط جانبی از جمله ویژگی‌هایی بودند که بیش‌ترین تأثیر را در تمایز جمعیتی ماهیان سیاه‌کولی مناطق مورد مطالعه ایفا کردند. براساس نتایج تحلیل تابع متمایزکننده برای ویژگی‌های شمارشی، نمونه‌های سیاه‌کولی در مناطق مورد مطالعه به‌طور جزئی از هم تفکیک شدند. قابلیت کم‌تر ویژگی‌های شمارشی برای تفکیک جمعیت‌های سیاه‌کولی نسبت به ویژگی‌های ریخت‌سنجی پیش از این در مطالعات گذشته به اثبات رسیده است (نجاتی و همکاران، ۲۰۰۹).

به‌طورکلی ویژگی‌های ریخت‌شناسی ماهیان در مقایسه با سایر مهره‌داران بیش‌تر دچار تغییرات درون و بین‌گونه‌ای شده و نسبت به تغییرات ناشی از محیط حساسیت بیش‌تری دارند. بنابراین اثرات بعضی از فاکتورهای محیطی مانند درجه حرارت، شوری، دسترسی به غذا و یا فاصله مهاجرت می‌تواند به‌طور بالقوه تفکیک ریختی ماهیان را تعیین کند (توران و همکاران، ۲۰۰۴). شکل بدن در ماهیان می‌تواند با توجه به دمای آب، کمیت، نوع و رفتار تغذیه‌ای دچار تغییر گردد. به‌طوری‌که انعطاف‌پذیری ریختی ماهیان می‌تواند در نتیجه تغییر وضعیت در شکل اندام‌های استخوانی به‌دلیل

تفاوت در رژیم غذایی و یا رفتار تغذیه‌ای آن‌ها باشد (سویین و فوتی، ۲۰۰۰). با توجه به نتایج ویژگی‌های ریخت‌سنجی در این پژوهش می‌توان عنوان کرد که وجود تغییرات ریختی در ماهیان سیاه‌کولی مورد مطالعه می‌تواند در نتیجه وجود تفاوت‌های محیطی و تغذیه‌ای این گونه در مناطق مورد مطالعه باشد.

مطابق نظر قلی‌اف (۱۹۹۷) ماهیان سواحل جنوبی دریای خزر در حال تمایز اکولوژیک می‌باشند که این تغییرات اکولوژیک به دلیل پاسخ‌پذیری این ماهیان به شرایط مختلف اکولوژیک حاکم بر زندگی این ماهیان در مناطق مختلف دریای خزر دانسته است. ایشان معتقد است که سیاه‌کولی در طی زمانی که (حدود ۱۵۰۰۰ سال قبل) دریای خزر از دریا‌های اطراف جدا شده، جمعیت‌هایی را در دریای خزر تشکیل داده و این فرآیند انشعاب‌زایی و تکامل اکولوژیکی هنوز ادامه داشته و کامل نشده است. به‌طوری‌که از شمال به جنوب و از غرب به طرف شرق دریای خزر برخی از نشانه‌های مورفومتریکی مانند طول سر، طول پوزه، فاصله بین‌چشمی، ارتفاع بیشینه بدن، طول‌باله‌های پشتی و مخرجی به‌طور قانون‌مندانه‌ای کاهش و نشانه‌های دیگر (طول باله دمی، فاصله باله سینه‌ای - شکمی) برعکس افزایش می‌یابد. فاکتورهای طول سر، ارتفاع بیشینه و کمینه بدن و طول باله‌های پشتی و مخرجی نشانه‌هایی هستند که دارای بیش‌ترین تغییرپذیری می‌باشند (قلی‌اف، ۱۹۹۷). تغییر در نشانه‌های مورفومتریکی نام‌برده بار دیگر پاسخ‌پذیری زیاد اکولوژیک آن‌ها را تأیید نموده و موجب تشکیل برخی از جمعیت‌های اکولوژیک در مناطق مختلف این ناحیه می‌گردد.

همچنین وجود تمایز ریختی در ماهیان می‌تواند به دلیل جدا بودن زیستگاه تولیدمثلی آن‌ها باشد. به‌طوری‌که یکی از دلایل به‌وجود آمدن اختلافات ریختی‌سنجی ماهیان را در متفاوت بودن بسترهای تخم‌ریزی و در نتیجه جدا بودن منشأ آن‌ها دانسته‌اند (توران و همکاران، ۲۰۰۴). در نتیجه، جدا بودن زیستگاه‌های تولیدمثلی نیز می‌تواند از دیگر عوامل ایجاد اختلافات ریختی در ماهیان سیاه‌کولی مناطق مورد مطالعه باشد. به‌عنوان مثال ماهیان سیاه‌کولی ساکن ساحل انزلی احتمالاً هر ساله به نزدیک‌ترین زیستگاه آب شیرین منطقه که تالاب انزلی است مهاجرت می‌کند. همچنین ماهیان سیاه‌کولی سایر مناطق مورد مطالعه نیز احتمالاً به زیستگاه‌های آب شیرین نزدیک به محل زیست خود مهاجرت کرده و به این ترتیب جمعیت‌های جداگانه‌ای را به‌وجود می‌آورند. برای اثبات این فرضیه نیاز است تا بررسی جامعی بر روی ویژگی‌های زیست‌شناسی و تغذیه‌ای این گونه در مناطق مختلف سواحل جنوبی دریای خزر صورت گیرد.

از نتایج این پژوهش می‌توان به این نتیجه رسید که ماهی سیاه‌کولی از تنوع ریختی به‌نسبت بالایی در مناطق مختلف سواحل ایرانی دریای خزر برخوردار بوده و احتمالاً جمعیت‌های مختلفی از این ماهی از غرب تا شرق این دریا وجود دارد که برای اثبات این فرضیه نیاز است تا مطالعات ژنتیک جمعیت نیز بر روی این گونه در مناطق مورد مطالعه انجام گیرد.

منابع

1. Abbasi, K., Keyvan, A., and Ahmadi, M.R. 2004. Morphometric and Meristic characteristics of *Vimba persa* in Sefidrud River, Iran. Fish. Sci. J. 13: 61-76. (In Farsi)
2. Abbasi, K., Keyvan, A., and Ahmadi, M.R. 2005. Studying natural reproduction, spawning grounds and spawning period of *Vimba persa* in Sefidrud River, guilan Province. Iran. Fish. Sci. J. 14: 113-126. (In Persian)
3. Abbasi, K., Valipour, A., Talebi Haghighi, D., Sarpanah, A., and Nezami, Sh. 1999. Atlas of Iranian Fishes. Gilan Inland Waters. Gilan Fisheries Research Centre, Rasht. 113p. (In Persian)
4. Berg, L.S. 1949. Freshwater fishes of USSR and Adjacent countries, Vol 2. Trady Institute acad, Nauk U.S.S.R. Translated to English in 1962. 469p.
5. Cihar, J. 1991. Freshwater fish. Aventium publishing Hause Prague, Cech Republic. Translation to English by Schierlova, M. at 1999 by Blitz Editions Ltd. 184: 110-111.
6. Elliot, N.G., Haskard, K., and Koslow, J.A. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atianticus*) off the continental slope of southern Australia. J. Fish Biol. 46: 202-220.
7. Ghaninezhad, D., Abdolmaleki, S., and Fazli, H. 2000. Stock assessments of Teleost fishes in Caspian Sea (1999-2000). Iranian Fisheries Research and Training Organization, 90p. (In Persian)
8. Gholief, D.B.O. 1997. Cyprinid and Percid fishes in southern and middle region of Caspian Sea. (Population structure, ecology, distribution and remedy for stock assessment). Translated by Y. Adeli, in 1998. Iranian Fisheries Research and Training Organization. 61p. (In Persian)
9. Hosseini, S.M., Alam, M., Ardalan, A.A., and Behnaz, M. 2010. Study on biology of reproduction in *Vimba vimba* in Kiashahr region, Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch, 4: 47-61. (In Persian)
10. Iran fisheries organization. 2011. Catch analysis of bony fishes in Iranian coasts of the Caspian Sea. Tehran, 26p. (In Persian)
11. Karimpour, M., Hossainpour, N., and Haghighi, D. 1992. The migration of Caspian Vimba (*Vimba persa*) to Anzali Wetland. A casestudy project. Gilan Fisheries Research Centre, Bandar Anzali, 33p. (In Persian)

12. Kazanchev, E.N. 1981. Ryby Kaspiiskogo Morya [Fishes of the Caspian Sea]. Legkayai Pischchevaya Promyshlennost, Moskva, 171p. (In Russian)
13. Kiabi, B., Abdoli, A., and Naderi, M. 1999. Status of the fish fauna the south Caspian basin. J. Zool. Midd. East. 18: 57-65.
14. Khaval, A. 1997. Migration of 3 cyprinids (*Rutilus kutum*, *Vimba persa* and *Alburnus chalcoides*) to Sefidrud River. Iran. Fish. Sci. J. 4: 113-126. (In Persian)
15. Lagler, K.F., Bardach, J.E., and Miller, R.R. 1962. Ichthyology. Library of congress catalog cord number: 62-17463 printed in U.S.A. 545p.
16. Nejati, M., Kazemian, M., and Vatandoust, S. 2009. Morphological diversity among the *Vimba persa* population along the southern region of the Caspian sea. J. Mar. Biol. Pp: 40-53.
17. Pinheiro, A., Teixeira, C.M., Rego, A.L., Marques, J.F., and Cabral, H.N. 2005. Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* along the Portugese coast. Fisheries Research, 73: 67-78.
18. 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: 531-554.
19. Schreck, C.B., and Moyle, P.B. 1990. Methods for fish biology. American fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA, 684p.
20. Struass, R.E., and Bookstein, F.L. 1982. The Truss: Body form reconstruction in morphometrics. Systematic Zoology, 31: 113-135.
21. Swain, D.P., and Foote, C.J. 1999. Stocks and chameleons: The use of phenotypic variation in stock identification. Fisheries Research, 43: 113-128.
22. Turan, C., Erguden, D., Gurlek, M., and Turan, F. 2004. Morphometric structuring of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas. Turk. J. Vert. Anim. Sci. 28: 865-871.
23. Tzeng, T.D. 2004. Morphological variation between populations of spotted mackerel *Scomber australasicus* off Taiwan. Fisheries Research, 68: 45-55.
24. Ublein, F., and Winckler, H. 1994. Morphological variability among *Vimba* in Austrian waters. Quantitative examination of a taxonomic and a functional hypothesis (Pisces: Cyprinidae). Senckenbergiana Biologica, 2: 57-65.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Utilization and Cultivation of Aquatics, Vol. 2(2), 2013
<http://japu.gau.ac.ir>

The population structure of Caspian Vimba, *Vimba persa* in Southern Caspian Sea using truss morphometric and meristic characters

K. Abbasi¹, * A. Akbarzadeh² and A.N. Sarpanah³

¹Research Instructor, Dept. of Ecology, Inland Waters Aquaculture Institute, Bandar Anzali, Iran, ²Assistant Prof., Dept. of Fisheries, University of Hormozgan, Iran,

³Assistant Prof., Agriculture Education and Research Organization, Iran

Received: 04/08/2012; Accepted: 06/13/2012

Abstract

In the present study, the population structure of 128 specimens of *Vimba persa* was investigated from Talesh, Anzali, Kiashahr, Langroud and Chalus shores in Caspian Sea, accompanied with Tonekabon river using the morphometric and meristic characters. Altogether, 24 morphometric features including 20 truss distances as well as eye diameter, interorbital width, snout length and cheek length and also 10 meristic counts were measured on each individual. Our results revealed significant differences with varying degrees between the means of the samples for 18 standardized morphometric measurements and 5 meristic counts ($P < 0.05$) that showed high significant differences between the studied vimba samples. In discriminant analysis, the average of correct assignment of individuals into their original samples for morphometric and meristic characters was 76.6% and 50.8% respectively. Plotting discriminant functions 1 and 2 for morphometric measurements revealed a high discrimination between the samples of Anzali shore compare to other areas. In this regard, the samples of Langroud shore had a close morphometric similarity to Western Mazandaran (Chalus shore and Tonekabon river) while, the samples of Western Mazandaran were tightly close to each other. For the meristic characters, the amount of discrimination was low and the samples showed a high overlap revealing the less efficiency of meristic characters in separating the populations compare to morphometric features.

Keywords: Caspian *Vimba*, Caspian Sea, Morphometric and meristic characters

* Corresponding Author; E-mail: akbarzadeh@ut.ac.ir