مجله بوم شناسی آبزیان

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

شاخص‌های ریختی تأثیرگذار در تفکیک جنسیتی ماهیان زنده‌زا با استفاده از سیستم شبکه‌ای تراس؛ مطالعه موردی *Gambusia holbrooki*

سید حامد موسوی ثابت*، عادله حیدری، مجتبی زین کرین

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران

نوع مقاله:
کوتاه

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۱۲/۰۵
اصلاح: ۹۵/۱۱/۰۳
پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۰

کلمات کلیدی:
تابع متمایزکننده
دریاچه نمک
لندمارک

چکیده

هدف از این مطالعه شناخت خصوصیات ریختی تأثیرگذار در تفکیک جنسیتی *Gambusia holbrooki*، به‌عنوان یک گونه زنده‌زای مدل و البته مهاجم در آب‌های داخلی ایران، با استفاده از سیستم شبکه‌ای تراس است. نتایج این تحقیق مشخص نمود افراد جنس‌های نر و ماده در ماهی زنده‌زای مورد مطالعه به میزان ۱۰۰ درصد قابل گروه‌بندی هستند. تفاوت‌های مشاهده شده در دو جنس در خصوصیاتی شامل طول سر، عرض سر، ارتفاع بدن، طول پیش‌پشتی، طول پیش‌شکمی، طول پیش‌مخرجی، طول چنگالی، طول باله پشتی، طول باله مخرجی، ارتفاع ساقه دمی و طول ساقه دمی مشاهده شد.

مقدمــه

بر اساس لیست اخیر ماهیان ایران، بیست‌وهفت گونه ماهی غیربومی از آب‌های داخلی ایران گزارش شده است که *Gambusia holbrooki* یکی از مهم‌ترین، مقاوم‌ترین و با بیشترین پراکندگی در این آب‌ها می‌باشد (Esmaeili *et al*., 2014). شناخت خصوصیات زیستی، ریخت‌شناختی و تولیدمثلی ماهیان مهاجم در کنترل گسترش آن‌ها و در برنامه‌ریزی‌های حفاظت از زیست‌بوم بسیار مهم هستند. ماهی *Gambusia holbrook*، از خانواده کپوردندان ماهیان زنده‌زا است که در اقلیم‌های متعدد جهان به‌طور گسترده پراکنده است (Nunes *et al*., 2005). این ماهیان از لحاظ پراکنش طبیعی در اکثر آب‌های داخلی ایران گسترش یافته‌اند، بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک گونه مدل مناسب در مطالعات زیست‌شناسی آبزیان مطرح شوند (Nunes *et al*., 2005).

مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی از پیشینه طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی برخوردار است. بنابراین با مطالعه صفات قابل اندازه‌گیری هر یک از ماهیان و به‌کارگیری روش‌های آماری می‌توان تعدادی از صفات ریختی شاخص آن‌ها را به دست آورد (Turan *et al*., 2006; Heidari *et al*., 2013a; Heidari *et al*., 2013b; Paknejad *et al*., 2014). در مطالعات متعددی با استفاده از سیستم شبکه‌ای تراس، تمایز ریختی جنس نر و ماده مورد بررسی قرار گرفته است (Bagherian and Rahmani, 2009; Buj *et al*., 2015). جهت مدیریت صحیح حفاظت از ذخایر ماهیان بومی و کنترل گونه‌های غیربومی و مهاجم، به اطلاعات دقیق زیستی و بوم‌شناختی و آشنایی با نحوه زندگی آن‌ها نیاز می‌باشد. با توجه به اهمیت اکولوژیک *G. holbrooki* به‌عنوان یک گونه مدل و البته غیربومی و مهاجم، پراکنش وسیع آن در آب‌های داخلی ایران و نیز کمبود اطلاعات کافی از پارامترهای وابسته به جنسیت و تولیدمثل این گونه؛ همچنین عدم امکان تشخیص جنسیتی در ماهیان نابالغ یا مراحل پیش

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mousavi-sabet@guilan.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

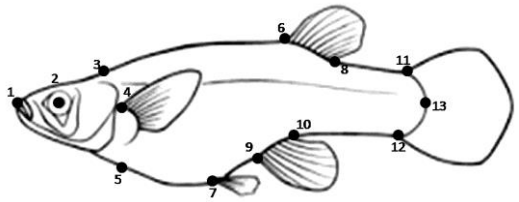
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.15.7]

بلوغ (در زمان بلوغ با استفاده از اندام جنسی گونوپودیوم، دو جنس قابل تشخیص هستند)؛ این مطالعه به‌منظور بررسی تفاوت‌های ریختی بین جنس نر و ماده ماهی *G. holbrooki* با استفاده از سیستم شبکه‌ای تراس و تعیین صفات مناسب برای تفکیک جنسیتی این ماهی و درنتیجه آن انتخاب جنس مناسب به‌عنوان مدل در مطالعات زیست‌شناسی و بررسی آلودگی‌ها و مطالعات سم‌شناسی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۱۰۱ قطعه ماهی *G. holbrooki* شامل ۵۱ عدد ماهی نر و ۵۰ عدد ماهی ماده از رودخانه قمرود به‌وسیله الکتروشوکر در آبان ۱۳۹۳ صید گردید. در این مطالعه جهت بررسی ریخت‌شناسی جنسیتی ماهیان از سیستم شبکه‌ای تراس استفاده شد. ابتدا با استفاده از دوربین ۸ مگاپیکسل، از فاصله ۱۵ سانتی‌متر از تمام نمونه‌ها و در شرایط یکسان عکس‌برداری و عکس‌ها به محیط نرم‌افزار TPS Dig, version 2.04 منتقل و سپس ۱۳ نقطه روی بدن ماهی لندمارک‌گذاری شدند (Rohlf, 2005). ۷۸ فاصله بین این نقاط بر روی سمت چپ بدن بر اساس فرمول اقلیدسی در محیط نرم‌افزار PAST version 2.6 اندازه‌گیری شدند (Rohlf, 2005). این نقاط به ترتیب شامل قدامی‌ترین بخش پوزه روی آرواره بالایی، وسط چشم، انتهای فرا پس‌سری، انتهای سرپوش آبششی، بخش پایینی بدن در امتداد پایه باله سینه‌ای، ابتدای باله پشتی، ابتدای باله شکمی، انتهای باله پشتی، ابتدای باله مخرجی، انتهای باله مخرجی، ابتدای بخش بالایی باله دمی، ابتدای بخش پایینی باله دمی و انتهای ستون فقرات در انتهای محل اتصال مهره به دم هستند (شکل ۱). پس از عکس‌برداری، نمونه‌ها به‌منظور بررسی‌های ماکروسکوپی گناد و تشخیص جنسیت، کالبدگشایی شدند.

به‌منظور حذف رشد آلومتریک جهت اصلاح داده‌های خام ریختی، استاندارد کردن داده‌های ریختی قبل از تحلیل به کمک فرمول Beacham صورت گرفت. پس از آن تراز کردن نمونه‌ها بر اساس روش پروکراست انجام شد (Rohlf, 2005) و پروکراست فواصل اندازه مرکز به دست آمد که اثر سایز، جهت و موقعیت در آن‌ها به‌طور کامل حذف شده است. سپس با استفاده از فاصله‌های اصلاح‌شده ریخت‌سنجی، اختلاف ریختی و تمایز جنسی بین نمونه‌های نر و ماده تحت آزمون تحلیل عاملی و تحلیل تابع متمایز کننده قرار گرفت. نتایج آزمون تحلیل عاملی به کمک رسم نمودار به‌منظور قرار دادن افراد در هر گروه مورد استفاده قرار گرفت. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری و ترسیمی در نرم‌افزارهای SPSS 16، Excel 2010 و Past انجام شد.



شکل ۱. نمایش نقاط انتخاب شده بر روی بدن *G. holbrooki* جهت اندازه‌گیری فواصل در سیستم شبکه‌ای تراس

نتایــج

بر اساس آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) و آزمون دانکن از بین ۷۸ فاصله تراس آنالیز شده ۶۱ فاصله، تفاوت معناداری را بین جمعیت‌های نر و ماده در رودخانه قمرود نشان دادند ($P<0.05$):

۲-۱، ۳-۱، ۴-۱، ۶-۱، ۷-۱، ۸-۱، ۹-۱، ۱۰-۱، ۱۱-۱، ۱۳-۱، ۳-۲، ۵-۲، ۶-۲، ۷-۲، ۸-۲، ۹-۲، ۱۳-۲، ۵-۳، ۶-۳، ۷-۳، ۸-۳، ۹-۳، ۱۱-۳، ۱۳-۳، ۵-۴، ۶-۴، ۸-۴، ۹-۴، ۱۰-۴، ۱۱-۴، ۱۳-۴، ۶-۵، ۷-۵، ۸-۵، ۹-۵، ۱۰-۵، ۱۱-۵، ۱۲-۵، ۱۳-۵، ۶-۷، ۸-۶، ۹-۶، ۱۱-۶، ۱۲-۶، ۱۳-۶، ۱۱-۷، ۱۲-۷، ۱۳-۷، ۸-۷، ۱۰-۸، ۱۱-۸، ۱۲-۸،۱۰، ۹-۱۱، ۱۲-۹، ۱۳-۹، ۱۱-۱۳،۱۰-۱۰، ۱۲-۱۱، ۱۳-۱۱ و ۱۳-۱۲.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

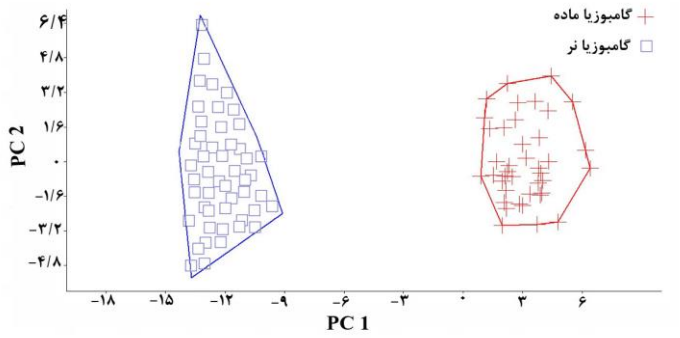
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.15.7]

از بین ۶۱ فاصله معنی‌دار ۵۰ فاصله تفاوت معناداری در سطح$P<0.01$ بین جمعیت‌های نر و ماده در رودخانه قمرود نشان دادند و بیش‌ترین تأثیر را در تمایز جنسیتی داشتند:

۲-۱، ۳-۱، ۴-۱، ۶-۱، ۹-۱، ۱۰-۱، ۱۱-۱، ۱۳-۱، ۳-۲، ۵-۲، ۶-۲، ۱۳-۲، ۵-۳، ۶-۳، ۱۱-۳، ۱۳-۳، ۵-۴، ۶-۴، ۸-۴، ۹-۴، ۱۰-۴، ۱۱-۴، ۱۳-۴، ۶-۵، ۱۰-۵، ۱۱-۵، ۱۲-۵، ۱۳-۵، ۷-۶، ۸-۶، ۹-۶، ۱۱-۶، ۱۲-۶، ۱۳-۶، ۱۱-۷، ۱۲-۷، ۱۳-۷، ۷-۸، ۱۰-۸، ۱۱-۸، ۱۲-۸،۱۰ -۹، ۱۱-۹، ۱۲-۹، ۱۳-۹، ۱۱-۱۰، ۱۳-۱۰، ۱۲-۱۱، ۱۳-۱۱ و ۱۳-۱۲.

ضریب کایزر (Kaiser–Meyer–Olkin) با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات ریختی ۰/۹۲۷ به دست آمد که تناسب داده‌ها را برای تحلیل عاملی تأیید کرد. تجزیه و تحلیل عاملی برای صفات ریختی، ۸ عامل با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱ را انتخاب کرد که شامل ۹۲/۹۴۹ درصد تنوع صفات بود. اولین فاکتور استخراجی ۶۴/۲۸۴ درصد واریانس و دومین فاکتور استخراجی ۷/۷۶۷ درصد واریانس را به خود اختصاص داد. مقادیر مؤلفه‌های ۱ و ۲ فواصل تراس که دارای بالاترین مقدار ویژه و درصد واریانس نسبی بودند در مقابل یکدیگر پلات شدند (شکل ۲).

سپس فواصل تراس با استفاده از تحلیل تابع متمایز کننده مورد بررسی قرار گرفت. در نتایج آنالیز تابع متمایز کننده آزمون Wilk's lambda معنادار بود ($P< 0.05$) و گروه‌بندی افراد بر اساس نتایج آنالیز تابع متمایز کننده نشان داد که به‌طور میانگین در مورد صفات ریختی به میزان ۱۰۰ درصد گروه‌بندی جنس نر و ماده انجام گرفته که این دلالت بر جدایی کامل نمونه‌های نر و ماده ماهی بر اساس این آزمون دارد که این تفکیک تقریباً در اکثر خصوصیات ریختی ماهیان نر و ماده قابل مشاهده است (شکل ۳).



شکل ۲. پراکنش افراد بر اساس عوامل استخراجی اول و دوم صفات ریختی ماهیان جنس نر و ماده

شکل ۳. ماهیان جنس نر و ماده *G. holbrooki* (تصویر بالا: جنس نر و تصویر پایین: جنس ماده)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.15.7]

بحث

تحقیق حاضر نشان داد که ماهیان جنس نر و ماده در بسیاری از خصوصیات ریختی ازجمله طول سر، عرض سر، ارتفاع بدن، طول پیش‌پشتی، طول پیش‌شکمی، طول پیش‌مخرجی، طول چنگالی، طول باله پشتی، طول باله مخرجی، ارتفاع ساقه دمی و طول ساقه دمی با هم متفاوت می‌باشند. در این مطالعه نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک‌طرفه درباره ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح‌شده بین ماهیان جنس نر و ماده نشان‌دهنده وجود تنوع بالای فنوتیپی در این ماهیان بود. Bagherian و Rahmani (۲۰۰۹)، با استفاده از سیستم شبکه‌ای تراس تفاوت دو جنس نر و ماده ماهی *Chalcalburnus chalcoides* را مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از تجزیه و تحلیل تابع متمایزکننده، گروه‌بندی ریختی در دو جنس نر و ماده را به میزان ۸۹/۴ درصد گزارش نمودند. Buj و همکاران (۲۰۱۵)، با استفاده از بررسی‌های ریخت‌سنجی، دوشکلی جنسی را در پنج گونه از لوچ ماهیان در سواحل آدریاتیک گزارش کردند. Sedaghat و همکاران (۲۰۱۲) نیز تنوع بالای فنوتیپی *G. holbrooki* جنس نر و ماده را در دو فصل تابستان و پاییز در رودخانه دینور کرمانشاه گزارش دادند. برخی محققین نیز پارامترهای ریختی مشاهده شده در دو جنس نر و ماده در گونه‌های دیگر را به‌عنوان مبنایی برای تعیین جنسیت قرار دادند (Bagherian and Rahmani, 2009; Buj *et al*., 2015). نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند در درک بهتر تفاوت‌های ریختی ناشی از جنسیت در *G. holbrooki* مورد استفاده قرار گیرد. زیرا از یک طرف برخی از محققین، این ماهی را به واسطه قابلیت پراکنش گسترده آن، به‌عنوان یک گونه مدل مناسب جهت مطالعات زیست‌شناسی و بررسی اثر آلاینده‌های زیست‌محیطی بر زیستمندان آب‌های داخلی می‌دانند و از طرفی دیگر به دلیل فراوانی طبیعی، سادگی صید، شرایط راحت نگهداری در آزمایشگاه و قابلیت سازگاری با شوری‌های مختلف، این ماهی را گونه‌ای مناسب جهت مطالعات سم‌شناسی آبزیان معرفی کرده‌اند (Nunes *et al.*, 2005). بنابراین با توجه به خصوصیات ریختی متفاوت مورد بررسی در دو جنس نر و ماده، انتخاب جنس مناسب این ماهی در مطالعات زیست‌شناسی، رشدشناسی، بررسی آلودگی‌ها و مطالعات سم‌شناسی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. مطالعه حاضر نشان داد که ماهیان نر و ماده *G. holbrooki* در اکثر خصوصیات ریختی با هم متفاوت بوده‌اند، اطلاعات به‌دست‌آمده می‌تواند در درک بهتر تفاوت‌های ریختی ناشی از جنسیت در مطالعات زیست شناختی این ماهیان، برنامه‌ریزی‌های کنترل ماهیان غیربومی، حفاظت از اکوسیستم‌های آبی و مدیریت شیلاتی مورد استفاده قرار گیرد.

منابـع

Bagherian, A., Rahmani, H. 2009. Morphological discrimination between two populations of shemaya, *Chalcalburnus chalcoides* (Actinopterygii, Cyprinidae), using a truss network. Animal Biodiversity and Conservation. 32(1): 1-8.

Buj, I., Šanda, R., Marčić, Z., Ćaleta, M., Mrakovčić M. 2015. Sexual dimorphism of five *Cobitis* species (Cypriniformes, Actinopterygii) in the Adriatic watershed. Folia Zoologica. 64(2): 97-103.

Esmaeili, H.R., Coad, B., Mehraban, H.R., Masoudi, M., Khaefi, R., Abbasi, K., Mostafavi, H, Vatandoust, S. 2014. An updated checklist of fishes of the Caspian Sea basin of Iran with a note on their zoogeography. Iranian Journal of Ichthyology. 1(3): 152-184.

Heidari, A., Mousavi-Sabet, H., Khoshkholgh, M., Esmaeili, H.R. 2013b. Morphometric and Meristic Comparison of *Capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1773) from Upstream and Downstream of the Manjil Dam and Downstream of Tarik Dam in Sefidroud River. Journal of Fisheries. 67(2): 207-222. (in Persian)

Heidari, A., Mousavi-Sabet, H., Khoshkholgh, M., Esmaeili, H.R., Eagderi, S. 2013a. The impact of Manjil and Tarik dams (Sefidroud River, southern Caspian Sea basin) on morphological traits of Siah Mahi *Capoeta gracilis* (Pisces: Cyprinidae). International Journal of Aquatic Biology. 1(4): 195-201.

Nunes, B., Carvalho, F., Guilhermino, L. 2005. Acute toxicity of widely used pharmaceuticals in aquatic species: *Gambusia holbrooki*, *Artemia parthenogenetica* and *Tetraselmis chuii*. Ecotoxicology and Environmental Safety. 61: 413-419.

Paknejad, S., Heidari, A., Mousavi-Sabet, H. 2014. Morphological variation of shad fish *Alosa brashnicowi* (Teleostei, Clupeidae) populations along the southern Caspian Sea coasts, using a truss system. International Journal of Aquatic Biology. 2(6): 330-336.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.15.7]

Rohlf, F.J. 2005. TPS Dig, Version 2.04, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook.

Sedaghat, S., Gorjian, M.H., Fakhri, A. 2012. Morphometric and Meristic Comparison of *Gambusia holbrooki* in summer and autumn seasons in Dinvar River. Oceanology. 3(10): 81-90.

Turan, C., Oral, M., Özturk, B., Düzgünes, E. 2006. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and north eastern Mediterranean Seas. Fisheries Research. 79: 139-147.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.15.7]