

**Comparison of reproductive indices under the influence of species and season in
Periophthalmus waltoni and *Boleophthalmus dussumieri* (Teleostei: Mudskipper)
living in Khor Ghanam, Khuzestan Province, Iran**

Fahimeh Saberi¹, Ahmad Gharzi^{1, *}, Ashraf Jazayeri², Vahid Akmali¹, Khosro Chehri¹

1- Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran.

2- Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 25 April 2022

Accepted: 11 September 2022

Key words

Mudskipper

Periophthalmus

waltoni

Boleophthalmus

dussumieri

Reproduction

Climate change

Ghanam estuary

Abstract

The internal origin of reproduction is controlled by biological clocks. In different conditions, there may be a daily, monthly or annual cycle and it depends on the geographical characteristics of the place where the fish lives. Thus, in the present study, the reproductive indices under the influence of species and season in *Periophthalmus waltoni* and *Boleophthalmus dussumieri*, which live in Ghanam estuary, Khuzestan province, were investigated. Sampling was performed in two seasons spring and autumn 1401-1400. A total of 53 fish of both species were caught live by hand and transferred to the laboratory in spring and autumn. After explaining the samples and extracting the sexual gonads, the reproductive characteristics were examined. In this study, the prevalence of *P. waltoni* in both autumn and spring was higher than the other species. In addition, in both seasons, for both samples, the male gender was dominant and accounted for the highest frequency. For *B. dussumieri*, although the male population was more abundant in spring, their gonadal index was higher in autumn and the males of this species were more active in reproduction in spring than in spring. However, for both species in the female, sexual maturation peaks in the spring. It can be concluded that due to climate change and the major role of ecological conditions while increasing temperature and humidity in hot to cold seasons, biological and food activities have increased and the amount of weight has a direct relationship with reproductive capacity.

*Corresponding Author: adgharzi@razi.ac.ir

مقایسه شاخص های تولیدمثلی تحت تأثیر نوع گونه و فصل در *Periophthalmus waltoni* و *Boleophthalmus dussumieri* (Teleostei: Mudskipper) ساکن در خور غنام، استان خوزستان، ایران

فهیمه صابری^۱، احمد قارزی^{۱*}، اشرف جزایری^۲، وحید اکملی^۱، خسرو چهری^۱

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۲- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

پذیرش: ۲۰ شهریور ۱۴۰۱

دریافت: ۵ اردیبهشت ۱۴۰۱

چکیده	واژه های کلیدی
مطالعه بیولوژی تولیدمثل از مهم ترین مباحث زیستی محسوب می شود. این فرآیند در جانوران توسط ساعت های بیولوژیک کنترل می شود و تحت تأثیر خصوصیات جغرافیایی، اکولوژیکی و آب و هوایی قرار می گیرد. افزون بر آن، تعیین میزان شاخص گنادی و همآوری، تخمینی از نسل و وضعیت آن را در آینده مشخص می کند. بدین ترتیب، در مطالعه حاضر به بررسی شاخص های تولیدمثلی تحت تأثیر نوع گونه و فصل در گلخورک های <i>Periophthalmus waltoni</i> و <i>Boleophthalmus dussumieri</i> در خور غنام پرداخته شد. نمونه برداری در دو فصل بهار و پاییز ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد. تعداد ۵۳ ماهی از هر دو گونه و در دو فصل بهار و پاییز، با استفاده از دست بصورت زنده صید و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از تشریح نمونه ها و استخراج گنادها، ویژگی های تولیدمثلی مورد بررسی قرار گرفت. فراوانی گونه <i>P. waltoni</i> در هر دو فصل پاییز و بهار بیشتر از گونه ی دیگر بود. در هر دو فصل برای هر دو نمونه جنسیت نر غالب بود و بیشترین فراوانی را داشت. جمعیت نرهای گونه <i>B. dussumieri</i> در فصل بهار فراوانی بیشتری داشتند، اما میزان شاخص گنادی آنها در فصل پاییز بیشتر بود و در فصل پاییز از لحاظ تولیدمثلی فعال تر از فصل بهار بودند. برای هر دو گونه در جنس ماده، اوج رسیدگی جنسی در فصل بهار صورت می گیرد. می توان نتیجه گرفت، به واسطه تغییرات آب و هوایی و نقش عمده شرایط اکولوژیکی، ضمن افزایش درجه حرارت و میزان رطوبت در دوره های فصلی گرم نسبت به سرد، فعالیت های زیستی و غذایی جاندار افزایش یافته و مقدار وزن با توان تولیدمثلی رابطه مستقیم داشته است.	گلخورک والتونی گلخورک داسومری تولیدمثل تغییرات آب و هوایی خور غنام

* پست الکترونیکی: adgharzi@razi.ac.ir

مقدمه

چند میلی‌متر طول دارند، معمولاً به شکل لارو و کاملاً متفاوت از بالغین با کیسه زرده و بدن نسبتاً نمو نیافته‌اند. همین که زرده جذب شد لارو باید خودش به دنبال غذا بگردد. پس از یک دوره رشد، لارو به بچه ماهی؛ شکل نابالغ بزرگسال، دگردیسی می‌نماید. این استراتژی تولید مثلی یا نحوه زندگی معمول دستخوش تغییرات بسیاری است. رابطه قوی بین همآوری و اندازه تخم وجود دارد. از آنجایی که اندازه تخمدان با اندازه ماهی ماده محدود می‌شود، ماده‌های با هم‌آوری بالا ذاتاً باید دارای تخم‌های کوچک باشند و بالعکس. استراتژی دیگر توسط فصل تخم‌ریزی تعیین می‌شود (Miller, 1984). در مناطق گرم-سیری، تخم‌ریزی ممکن است در طول سال صورت گیرد ولی در مناطق معتدل‌تر تخم‌ریزی معمولاً فصلی و غالباً در بهار است. از آنجایی که ماهی‌ها خون‌سرد هستند، میزان رشد و نمو به دما بسیار وابسته است. به طور کلی، ماهی‌های گرم‌سیری دارای رشد سریع، اندازه نهایی کوچک و دوره نسل کوتاه هستند. ماهی‌های اعماق یا عرض‌های بالا غالباً به کندی و تا اندازه قابل توجهی رشد می‌کنند و می‌توانند تا سن بیشتری زندگی کنند (Keyvani, 2005). منشأ داخلی تولید مثل به وسیله ساعت‌های بیولوژیک کنترل می‌گردد که تحت تأثیر پیام‌های محیطی می‌باشد. در شرایط مختلف ممکن است سیکل روزانه، ماهانه یا سالانه وجود داشته باشد. معمولاً بوجود آمدن سیکل‌های تولید مثل تابع خصوصیت جغرافیایی محلی است که ماهی در آن زندگی می‌کند که بیش‌تر به عرض جغرافیایی منطقه (دما) بستگی دارد. در ماهیان استخوانی نواحی معتدله همبستگی بین فصل و سیکل تخم‌ریزی وجود دارد در صورتی که برای ماهیان مناطق گرم‌سیری تغییرات فصلی تولید مثل کم است و این ماهیان فعالیت تولید مثلی مداوم دارند (Rafiee, 2008).

گلخورک‌ها (Mudskipper)، ماهیانی هستند به شکل بچه وزغ و از ماهیان استخوانی متعلق به خانواده Oxudercidae می‌باشند (Yang et al., 2022). آنها در مناطق استوایی و نیمه استوایی دارای آب‌های شور و لب شور در حوضه دجله، هرمز، مکران، خلیج فارس و مرداب‌های آرام با زندگی دو زیستی در سواحل گلی سازگاری یافته‌اند (Murdy, 1989). گلخورک‌ها همگی در جاهای مرطوب و گرمسیری در محدوده پهنه کشندی زندگی می‌کنند و شاخص بسترهای گلی و جنگل‌های حرا محسوب می‌شوند (Bhatt et al., 2009). در حقیقت اصطلاح گلخورک به چهار جنس تحت عنوان *Periophthalmus*، *Scartelaos* و *Boleophthalmus*، *Periophthalmodon* اطلاق می‌شود که به عنوان ماهی-دوزیست شناخته شده و درجات مختلفی از سازگاری با شرایط زمینی را دارند (Jaafar and Murdy, 2017; Lorente-Martinez et al., 2018). گلخورک‌ها که اخیراً از خانواده گاوماهیان Gobiidae جدا شده و در خانواده گلخورک ماهیان Oxudercidae قرار گرفته‌اند (Yang et al., 2022)، در زیر راسته Gobioidae و راسته Gobiiformes طبقه بندی می‌شوند و سه گونه *P. waltoni*، *B. dussumieri* و *S. tenuis* در امتداد سواحل دریای عمان و خلیج فارس، پراکنش دارند (Esmaeili et al., 2018). در اغلب ماهی‌ها، نرها و ماده‌ها افراد جداگانه‌ای هستند که گاهی جنسیت از شکل ظاهری ماهی قابل تشخیص می‌باشد. در جنس *Periophthalmus* شکل پایلای تناسلی نشان دهنده جنسیت ماهی می‌باشد به این صورت که این پایلا برای افراد ماده به شکل بیضی است و برای افراد نر شکل مثلث دارد. لقاح خارجی و تعداد تخم‌های بسیاری توسط هر ماده تولید و گذاشته می‌شوند تا با مراقبت والدین نمو، تفریح و رشد کنند (Ishimatus et al., 2007). بچه ماهی‌های تفریح شده

تأثیر نوع گونه و فصل در گونه‌های *P. waltoni* و *B. dussumieri* گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی ۵۳ نمونه گلخوردک ماهی، شامل ۹ نر و ۶ ماده در فصل بهار، ۹ نر و ۶ ماده در فصل پاییز) از گونه *P. waltoni* و شامل ۶ نر و ۴ ماده در فصل بهار، ۸ نر و ۵ ماده در فصل پاییز) از گونه *B. dussumieri* انجام شد. نمونه‌ها از زیستگاه (سواحل گلی خور غنام) بصورت زنده و با تور پرتابی صید شدند (خور غنام یکی از خورهای بزرگ موسی، واقع در شمال غربی خلیج فارس می‌باشد). کلیه نمونه‌ها به صورت زنده و در کیسه‌های مناسب، همراه با هوادهی (تزریق گاز اکسیژن به داخل کیسه‌ها) به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ابتدا شناسایی تا سطح گونه‌ای به کمک کلیدهای معتبر (Murphy, 1989; Adoli, 1999) و بر اساس صفات شاخص انجام گردید. پس از تشریح (نمونه‌ها با عصاره گل میخک بیهوش شده و سپس با ضربه در سر کشته شدند) و جداسازی نمونه‌های نر و ماده، ابتدا نمونه‌ها در فرمالین تثبیت شده چراکه به حفظ ویژگی‌هایی از جمله ابعاد گنادها کمک می‌کند، سپس در انواع نر گنادها جداسازی و با دقت به وسیله ترازوی دیجیتال توزین شد و شاخص گنادی محاسبه گردید (Ibrahim Nejad, 2011).

به علاوه در انواع ماده، به منظور محاسبه میزان هم‌آوری، کل بافت تخمدانی از حفره شکمی خارج شده و با دقت توزین شد (G). سپس قطعه کوچکی از تخمدان جدا شده و مجدداً توزین گردید (g). قطعه فوق را به پتری دیش حاوی آب مقطر انتقال داده، ضمن افزودن ۱ قطره دترجنت (مایع ظرف شویی) تخم‌ها از هم باز شده و در محیط آبی پتری دیش شناور شدند. ضمن مشاهده زیر استریومیکروسکوپ به کمک کلنی کانتر (Colony counter) شمارش دقیق تخم‌ها انجام شد (n). میزان هم‌آوری محاسبه و میانگین آن برای ماده‌های بالغ محاسبه گردید (Ibrahim Nejad, 2011).

تاکنون مطالعات گوناگونی بر روی گلخوردک‌های ساکن در ایران انجام شده است، پویایی جمعیت و زیست‌شناسی تولیدمثل گلخوردک ماهی *S. tenuis* در خوریات استان هرمزگان توسط سالاری‌پور و همکاران (۱۳۹۱) انجام شد، به دنبال آن، ویژگی‌های تولیدمثلی و جمعیتی این ماهی به صورت ماهیانه از مهرماه ۸۷ تا شهریور ۸۸ مطالعه شد، در مجموع پنج گروه همزاد طولی تشخیص داده شد و اوج رسیدگی جنسی برای این گلخوردک در اردیبهشت ماه بدست آمد. Mutsadi و همکاران (۱۹۷۰) نیز، رسیدگی جنسی و هم‌آوری گونه *B. dussumieri* در سواحل بمبی را مطالعه کردند، این ماهی یکبار در سال تخم‌ریزی می‌کند که از جولای تا سپتامبر این تخم‌ریزی طول می‌کشد. افزون بر آن، Ghasemian و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی ریخت-شناسی و بافت‌شناسی گنادهای نر و ماده گونه *P. waltoni*، از خور هله (استان بوشهر جنوب غربی ایران) پرداختند، بر این اساس شش مرحله از تحولات غدد جنسی در ماده‌ها و چهار مرحله در نرها بر اساس مشاهدات ماکروسکوپی و میکروسکوپی و شاخص‌های باروری تعیین شد. در جنس ماده افزایش اندازه تخمدان به علت انباشت مواد زرده در تخمک‌ها رخ داد و در آخرین مراحل تا خوردگی کوچکی در تخمدان مشاهده شد، در جنس نر نیز تکامل تدریجی سلول‌های اسپرم از مرحله اول به بعد مشاهده شد.

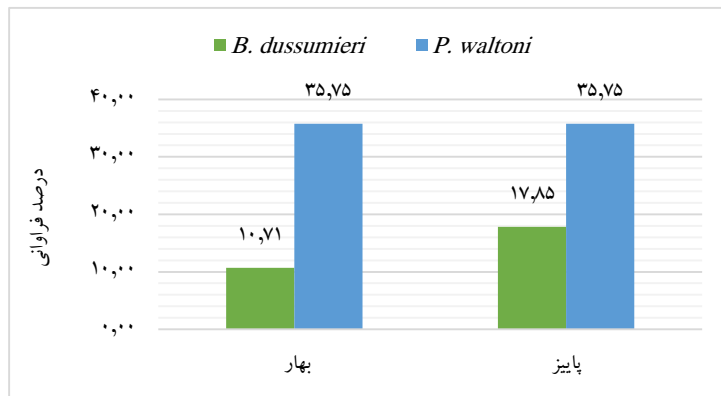
بر این اساس، بررسی روند تولید مثل از جمله عوامل مهم در اکولوژی و زیست‌شناسی و مدیریت ذخایر آبزیان می‌باشد بنابراین آگاهی از نحوه تولید مثل گونه‌های مذکور می‌تواند در راستای تصمیمات آتی و مدیریت جمعیت این گونه‌ها مفید واقع شود. به دلیل اینکه در این راستا اطلاعات زیادی در زمینه بررسی سیستم‌های تولید مثلی و الگوی رشد این گونه‌ها در خلیج فارس وجود ندارد، لذا در این پژوهش تصمیم به بررسی شاخص‌های تولید مثلی، تحت

نتایج

وزن بدن ارتباط معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/001$).

دامنه تغییرات شاخص گنادی در فصل پاییز برای جمعیت‌های جنس نر گونه‌ی *P. waltoni* بین کم‌ترین میزان (۰/۲۴) تا بیش‌ترین میزان (۴/۸۲) گرم در نوسان بود. همچنین میانگین شاخص گنادی در فصل پاییز برای جمعیت‌های نر گونه‌ی *P. waltoni* با میانگین وزنی ($11/85 \pm 6/367$) گرم برابر با (۰/۱۴ ± ۰/۵۵) بود. دامنه تغییرات شاخص گنادی جنس نر گونه‌ی *P. waltoni* در فصل بهار بین کم‌ترین میزان (۰/۱۱) تا بیش‌ترین میزان (۶/۰۹) گرم در نوسان بود (جدول ۱).

مطالعه و مقایسه فراوانی نمونه‌ها در فصل‌های مختلف نشان داد که در هر دو فصل بهار و پاییز بیش‌ترین فراوانی مربوط به گونه‌ی *P. waltoni* است (شکل ۱). طبق نتایج در هر دو فصل، برای هر دو نمونه جنسیت نر غالب بود و بیش‌ترین فراوانی (بهار ۵۷ و پاییز ۶۰ درصد) را به خود اختصاص داد. رسیدگی یا بلوغ و زمان یا فصل تخم‌ریزی و تولیدمثل در جمعیت‌های جنس نر در ناحیه مورد مطالعه از طریق محاسبه GSI مورد بررسی قرار گرفت. جهت مقایسه توان تولیدمثلی در جمعیت‌های نر دو گونه‌ی *P. waltoni* و *B. dussumieri* طی دو فصل سرد و گرم شاخص گنادی مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین شاخص گنادی با



شکل ۱. مقایسه‌ی فراوانی گونه‌ها در فصل‌های پاییز و بهار

جدول ۱: شاخص گنادی گونه *Periophthalmus waltoni* در دو فصل پاییز و بهار

فصل بهار		فصل پاییز	
شاخص گنادی (GSI)	وزن بدن (W)	شاخص گنادی (GSI)	وزن بدن (W)
۰/۱۱	۶/۰۹	۰/۰۸	۴/۸۲
۰/۱۳	۸/۴۹	۰/۰۸	۶/۳۶
۰/۱۲	۱۰/۶۱	۰/۱۰	۶/۹۴
۰/۱۴	۱۱/۰۷	۰/۱۰	۹/۸۲
۰/۱۵	۱۱/۸۷	۰/۱۳	۱۰/۸۵
۰/۱۶	۱۲/۳۷	۰/۱۴	۱۱/۶۵
۰/۱۸	۱۴/۰۷	۰/۱۷	۱۲/۰۴
۰/۱۸	۱۵/۱۷	۰/۲۰	۲۰/۵۰
۰/۲۳	۲۱/۸۵	۰/۲۴	۲۳/۷۱

برابر با $(0/19 \pm 0/072)$ بود. دامنه تغییرات شاخص گنادی جمعیت نر گونه‌ی *B. dussumieri* در فصل بهار بین کم‌ترین میزان $(0/09)$ برای وزن $(7/53)$ گرم تا بیش‌ترین میزان $(0/26)$ برای وزن $(21/49)$ گرم در نوسان بود. افزون بر آن میانگین شاخص گنادی در فصل بهار برای جمعیت فوق با میانگین وزنی $(14/83 \pm 4/255)$ گرم برابر با $(0/045 \pm 0/18)$ بود (جدول ۲).

افزون بر آن میانگین شاخص گنادی در فصل بهار برای جمعیت فوق با میانگین وزنی $(12/40 \pm 4/473)$ گرم برابر با $(0/16 \pm 0/037)$ بود. دامنه تغییرات شاخص گنادی در فصل پاییز برای جمعیت‌های جنس نر *B. dussumieri* بین کم‌ترین میزان $(0/10)$ برای وزن $(7/21)$ گرم تا بیش‌ترین میزان $(0/34)$ برای وزن $(25/79)$ گرم در نوسان بود. همچنین شاخص گنادی در فصل پاییز برای جمعیت‌های جنس نر *B. dussumieri* با میانگین وزنی $(17/6 \pm 16/168)$ گرم

جدول ۲: شاخص گنادی گونه *Boleophthalmus dussumieri* در دو فصل پاییز و بهار

فصل بهار		فصل پاییز	
شاخص گنادی (GSI)	وزن (W)	شاخص گنادی (GSI)	وزن (W)
۰/۰۹	۷/۵۳	۰/۱۰	۷/۲۱
۰/۱۵	۱۱/۶۱	۰/۱۴	۱۴/۱۰
۰/۱۶	۱۳/۸۸	۰/۱۶	۱۵/۹۴
۰/۱۸	۱۵/۲۰	۰/۱۹	۲۱/۰۷
۰/۱۹	۱۵/۵۲	۰/۲۳	۲۱/۸۹
۰/۲۶	۲۱/۴۹	۰/۳۴	۲۵/۷۹
۰/۲۱	۲۰/۸۹		
۰/۲۶	۲۱/۴۹		

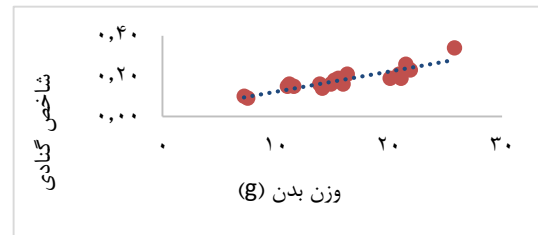
داشتند ولی شاخص گنادی آن‌ها $(0/18 \pm 0/045)$ کم‌تر از شاخص گنادی جمعیت نر همین گونه در فصل پاییز $(0/18 \pm 19/072)$ بوده است و جمعیت نر در فصل پاییز از لحاظ تولیدمثلی فعال‌تر از فصل بهار بوده‌اند. طبق نتایج به دست آمده، گونه *P. waltoni* در فصل بهار و پاییز فراوانی یکسان داشتند ولی افراد نر این گونه در فصل بهار دارای شاخص گنادی بالاتری $(0/16 \pm 0/037)$ نسبت به شاخص گنادی این جمعیت در فصل پاییز $(0/0 \pm 14/055)$ بودند. پس از مقایسه توان تولیدمثلی در نرهای دو گونه، اثر متقابل شاخص گنادی با وزن کل بدن در جمعیت فوق بررسی شد. با توجه به نمودارهای زیر مشاهده شد که بین شاخص

با این وجود براساس نتایج مشاهده می‌شود که جمعیت نرهای *B. dussumieri* در فصل پاییز با توجه به میانگین وزنی دارای بالاترین شاخص گنادی $(0/19)$ و جمعیت نرهای گونه‌ی *P. waltoni* در فصل پاییز با توجه به میانگین وزنی، دارای کم‌ترین میزان شاخص گنادی $(0/14)$ در بین جمعیت‌های مورد مطالعه بودند. با توجه به بررسی‌ها مشخص شد که در کل جمعیت نر *B. dussumieri* با میانگین شاخص گنادی $(0/18 \pm 0/057)$ توانایی تولیدمثلی بالاتری نسبت به جمعیت نر *P. waltoni* با میانگین شاخص گنادی $(0/15 \pm 0/046)$ دارد. در جمعیت نر گونه‌ی *B. dussumieri* در فصل بهار با این که فراوانی بیش‌تری

هماوری

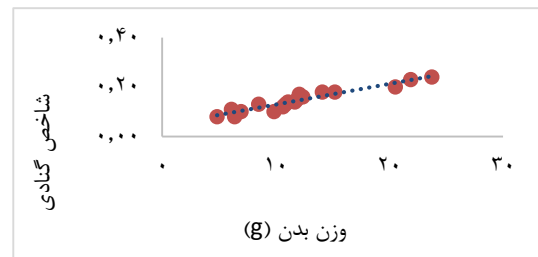
تعداد تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی در ماده‌های بالغ می‌باشد که به منظور تعیین وزن و سن رسیدگی و زمان یا فصل تخم‌ریزی بررسی و محاسبه می‌شود. محاسبه هماوری در جمعیت‌های جنس ماده دو گونه‌ی *P. waltoni* و *B. dussumieri* در طی دو فصل پاییز و بهار محاسبه شد. براساس نتایج مطالعه حاضر، هماوری در ماده‌های بالغ گونه‌ی *P. waltoni* طی فصل پاییز بین کم‌ترین وزن (۱۱/۱۲) گرم برابر با تعداد (۱۰۸۹) تخم تولیدی تا بیش‌ترین وزن (۱۵/۳۲) گرم برابر با تعداد (۳۴۲۶) تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی بوده است. هماوری در ماده‌های بالغ گونه‌ی *P. waltoni* طی فصل بهار بین کم‌ترین وزن (۱۰/۲۴) گرم برابر با تعداد (۲۱۱۲) عدد تخم تولیدی و برای بیش‌ترین وزن (۲۱/۷۱) گرم برابر با (۵۱۷۴) تعداد تخم در نوسان بود. از طرفی میانگین هماوری در جمعیت ماده‌های بالغ گونه‌ی *P. waltoni* با میانگین وزنی (۱۶/۴۳) گرم برابر با تعداد (۳۵۲۸) عدد تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی بوده است (جدول ۳).

گنادی ماهی و وزن کل بدن در سطح معنی‌دار ۵ درصد، رابطه مستقیم و معنی‌دار وجود دارد ($P < 0/001$) و $R - Sq = 85/99\%$. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت؛ با افزایش وزن، توان تولیدمثلی ماهی نیز افزایش یافته و ماهی‌های با وزن بالاتر، از توان تولیدمثلی بالاتری برخوردار بودند (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲. ارتباط شاخص گنادی با وزن بدن در

Periophthalmus waltoni



شکل ۳. ارتباط شاخص گنادی با وزن بدن در

Boleophthalmus dussumieri

جدول ۳. هماوری گونه *Periophthalmus waltoni* طی دو فصل پاییز و بهار

فصل بهار		فصل پاییز	
هماوری (F)	وزن بدن (W)	هماوری (F)	وزن بدن (W)
۲۱۱۲	۱۰/۲۴	۱۰۸۹	۱۱/۱۲
۲۱۳۳	۱۲/۹۸	۱۱۳۴	۱۲/۰۷
۳۲۲۴	۱۴/۳۷	۲۶۲۰	۱۴
۴۷۸۴	۱۹/۵۰	۱۷۴۹	۱۴/۰۴
۳۷۴۳	۱۹/۷۸	۵۵۴۴	۲۴/۳۱
۵۱۷۴	۲۱/۷۱	۶۷۱۶	۲۴/۵۶

وزن (۱۷/۱۰) گرم برابر با تعداد (۱۴۵۲) تخم تولیدی و بین بیش‌ترین وزن (۶۷/۷۰) گرم برابر با (۴۵۹۰) تعداد

همچنین براساس جدول ۴ هماوری در ماده‌های بالغ گونه *B. dussumieri* طی فصل پاییز برای کم‌ترین

همآوری در ماده‌های بالغ گونه *B. dussumieri* طی فصل بهار بین کم‌ترین وزن (۱۷/۶۷) گرم برابر با تعداد (۳۰۵۲) و برای بیش‌ترین وزن (۶۹/۰۸) گرم برابر با (۷۷۳۵) تعداد تخم در نوسان بود.

تخم در نوسان بود. از طرفی میانگین همآوری در جمعیت ماده‌های بالغ گونه‌ی *B. dussumieri* با میانگین وزنی ($38/4 \pm 0.1/936$) گرم برابر با تعداد (۲۷۳۲) تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی بوده است.

جدول ۴: همآوری گونه *Boleophthalmus dussumieri* طی دو فصل پاییز و بهار

فصل بهار		فصل پاییز	
همآوری (F)	وزن بدن (W)	همآوری (F)	وزن بدن (W)
۳۰۵۲	۱۷/۶۷	۱۴۵۲	۱۷/۱۰
۴۸۵۱	۳۰/۹۱	۱۷۶۸	۳۰/۲۸
۵۵۴۴	۳۱/۲۲	۲۱۸۱	۳۰/۷۴
۷۷۳۵	۶۹/۰۸	۲۵۶۱	۳۶/۰۷
		۴۵۹۰	۶۸/۷۰

گونه *B. dussumieri* و *P. waltoni* فاقد اختلاف معنی‌دار است ($P=0.238$). با این وجود بر اساس جدول ۵ جمعیت‌های ماده *B. dussumieri* با میانگین همآوری (۴۱۴۷) نسبت به جمعیت‌های ماده *P. waltoni* با میانگین همآوری (۳۳۳۳) توان تولیدمثلی بالاتری دارد.

از طرفی میانگین همآوری در جمعیت گونه *B. dussumieri* با میانگین وزنی ($36/4 \pm 68/538$) گرم برابر با تعداد (۵۶۲۴) تخم تولیدی در هر دوره تولید مثلی بوده است. با توجه به جدول ۵، مشاهده شد که تعداد تخم تولیدی در هر دوره‌ی تولیدمثلی در سطح معنی‌داری ۵ درصد، بین دو

جدول ۵: بررسی تأثیر گونه و فصل بر روی همآوری

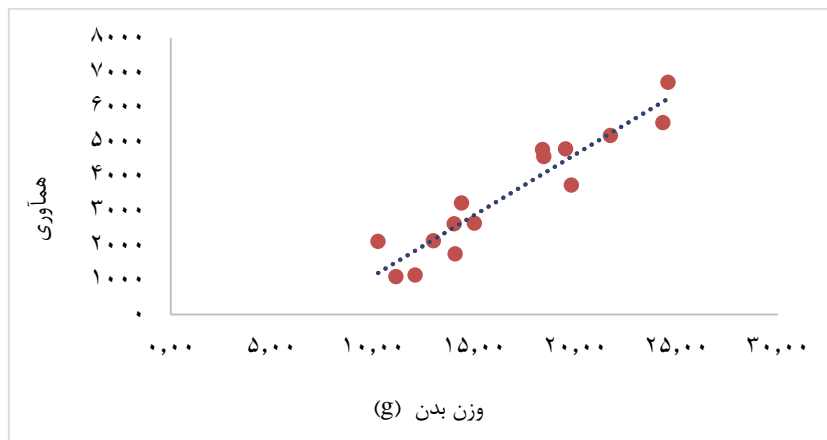
P- value	T- value	Mean±SE	حالت	فاکتور
۰/۲۳۸	-۱/۲۱	۴۴۲±۳۳۳۳	<i>P. waltoni</i>	گونه
		۶۰۴±۴۱۴۷	<i>B. dussumieri</i>	
۰/۰۱۸	-۲/۵۴	۴۳۷±۲۹۹۱	پاییز	فصل
		۵۲۷±۴۵۷۵	بهار	

بررسی همآوری دو گونه مورد مطالعه طی دو فصل پاییز و بهار جمعیت‌های ماده گونه *B. dussumieri* در فصل بهار با توجه به میانگین وزنی دارای بالاترین میزان همآوری (۵۶۲۱) و جمعیت‌های ماده همین گونه نیز در فصل پاییز دارای کم‌ترین میزان همآوری (۲۶۷۳) بوده است. اثر متقابل تعداد تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی با وزن کل بدن مورد بررسی قرار گرفت و مطابق نمودار مشاهده شد که همانند نرها،

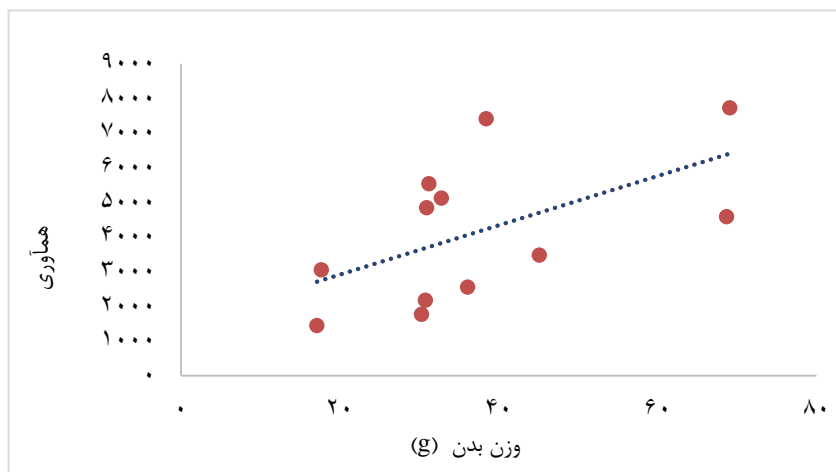
طبق جدول ۵ همآوری جمعیت‌های ماده هر دو گونه بین فصل‌های پاییز و بهار دارای اختلاف معنی‌دار است ($P=0.018$) و به صورت کلی همآوری در فصل بهار با میانگین (۴۵۷۵) بیش‌تر از فصل پاییز با میانگین همآوری (۲۹۹۱) می‌باشد، به این صورت که همآوری در گونه *P. waltoni* در فصل بهار با میانگین (۳۵۲۸) بیش‌تر از میانگین همآوری جمعیت‌های ماده همین گونه در فصل پاییز (۳۲۰۳) می‌باشد. براساس در

بودند و میزان همآوری با وزن بدن رابطه‌ی معنی داری
 (P= 0.003 و R-sq= 30.57%) داشت (شکل ۴ و ۵).

ماده‌های هر دو گونه نیز با افزایش وزن بدن دارای
 تعداد تخم تولیدی بیش‌تری در هر دوره تولیدمتملی



شکل ۴: ارتباط همآوری با وزن بدن در *Periophthalmus waltoni*



شکل ۵: ارتباط همآوری با وزن بدن در *Boleophthalmus dussumieri*

وابسته به سن، طول، وزن، شرایط محیطی و عوامل دیگر
 می‌باشد (Biswas, 1993).

در پژوهش حاضر میانگین شاخص گنادی در فصل بهار
 برای جمعیت‌های گونه *B. dussumieri* در فصل پاییز،
 با میانگین وزنی $(17/16 \pm 6/168)$ گرم برابر با
 $(0/19 \pm 0/072)$ و در فصل بهار، با میانگین وزنی
 $(14/4 \pm 83/255)$ گرم برابر با $(0/18 \pm 0/045)$ بود.
 هم‌چنین در گونه *P. waltoni* در فصل پاییز، با میانگین
 وزنی $(11/85 \pm 6/367)$ گرم برابر با $(0/14 \pm 0/055)$ و در

بحث و نتیجه‌گیری

همآوری، تعداد تخم‌های رسیده تولید شده توسط ماهی
 ماده قبل از زمان تخم‌ریزی می‌باشد. تعداد کل تخم‌های
 رها شده در فصل تخم‌ریزی می‌تواند در تخمین جمعیت
 یک ماهی بکار برده شود. همآوری ممکن است با
 افزایش اندازه بدن یا در جمعیت یک گونه و بین
 جمعیت‌های گونه‌های مشابه یا بین سال‌های مختلف یا
 فصل‌های مختلف در یک جمعیت فرق داشته باشد
 (Lawson, 2011). همآوری بین گونه‌ها متفاوت است و

در نهایت وزن بدن نیز افزایش می‌یابد و مطابق نتایج از آنجایی که بین وزن و توان تولیدمثلی رابطه مستقیم وجود دارد ماهی‌های با میانگین وزن بیش‌تر، از توان تولیدمثلی بیش‌تری برخوردار هستند. بنابراین، فعالیت‌های تولیدمثلی در ماهیان به واسطه تغییرات آب‌وهوایی بسیار متنوع است و این نشان از نقش شرایط اکولوژیکی زیستگاه در فرآیند تولیدمثل می‌باشد (Ibrahim Nejad, 2011). Salaripoor و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که هم‌آوری در *Boleophthalmus dussumieri* با طول و وزن بدن رابطه‌ی مستقیم دارد و نشان دادند که رابطه‌ی طول - وزن ($W = aL^b$) برای این ماهی بیانگر رشد ایزومتریک می‌باشد. در این رابطه مقادیر عرض از مبدا (a) و شیب - خط (b) نه تنها در گونه‌های مختلف، بلکه در گونه‌های یکسان نیز با یکدیگر تفاوت دارند، علت این اختلاف را می‌توان به نوسانات فصلی، عوامل زیست محیطی، شرایط فیزیولوژیکی ماهی در زمان جمع‌آوری، جنس، تغذیه و مراحل باروری ماهی نسبت داد. هم‌چنین، شرایط صید ماهیان در فصول مختلف، جنسیت، دامنه‌های طولی و اندازه نمونه بر روی صحت روابط طول با وزن تأثیر می‌گذارد (Biswas, 1993). Salaripoor و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که اوج رسیدگی جنسی ماده در گونه *B. dussumieri* در فروردین‌ماه روی می‌دهد. گونه *B. dussumieri* در سواحل بمبئی یکبار در سال تخم‌ریزی می‌کند ولی از جولای تا سپتامبر این تخم‌ریزی طول می‌کشد (Mutsadi & Bal, 1970)، اما زمان تخم‌ریزی گونه *B. dentatus* در سواحل Jodia از ژانویه تا فوریه است (Soni & George, 1990). هرچند که گزارشاتی مبنی بر این که گونه‌های *B. dussumieri* و *B. dentatus* *B.* دو بار در سال (آوریل تا می، جولای تا سپتامبر) تخم‌ریزی می‌کنند نیز به دست آمده است (Hoda & Akhtar, 1985; Hoda, 1986). اوج رسیدگی جنسی

فصل بهار، با میانگین وزنی ($12/40 \pm 4/473$) گرم برابر با ($0/16 \pm 0/037$) بود. طبق نتایج بدست آمده، جمعیت نرهای گونه *P. waltoni* در فصل بهار با اینکه فراوانی بیشتری داشتند، اما دارای شاخص گنادی کمتر نسبت به فصل پاییز بودند، در نتیجه نرهای این گونه در فصل پاییز از لحاظ تولیدمثلی فعال‌تر از فصل بهار بوده‌اند.

هم‌آوری جنس ماده در دو گونه‌ی *B. dussumieri* و *P. waltoni* نشان داد که اوج رسیدگی جنسی در جنس ماده در طی فصل بهار صورت می‌گیرد و ماهی‌ها در فصل بهار توان تولید مثلی بالاتری نسبت به پاییز از خود نشان دادند، به این صورت که در گونه‌ی *P. waltoni* دامنه‌ی تغییرات هم‌آوری مطلق در فصل پاییز بین دو عدد (۱۰۸۹) و (۶۷۱۶) نوسان داشت. در فصل بهار نیز دامنه تغییرات هم‌آوری مطلق بین دو عدد (۲۱۱۲) و (۵۱۷۴) در نوسان بود. در گونه‌ی *B. dussumieri* دامنه تغییرات هم‌آوری مطلق در فصل پاییز بین دو عدد (۱۴۵۲) و (۴۵۹۰) و در فصل بهار بین دو عدد (۳۰۵۲) و (۷۴۲۱) متغیر بود. در افراد نر نیز شاخص گنادی برای دو گونه‌ی ماهی مورد مطالعه طی فصل بهار بیش‌تر از فصل پاییز بود. نتایج نشان داد که در هر دو جنس توان تولید مثلی با وزن رابطه مستقیم دارد که این نتایج را می‌توان به این صورت استنتاج کرد که خونسرد بودن ماهیان و در نتیجه تأثیر پذیری از شرایط اکولوژیکی، توان تولید مثلی آنها را در شرایط محیطی مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد، به این صورت که در فصل بهار که میزان درجه حرارت و رطوبت بیش‌تر از فصل پاییز می‌باشد با افزایش فعالیت‌های فیزیکی از جمله جست و خیز بدیهی است نیاز به غذا افزایش می‌یابد و چون طی این فصل نواحی ساحلی غنی از لاروهای موجودات دیگر و فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد ذخیره‌ی غذایی بالا باعث می‌شود که تغذیه بهتر و با کارایی بالاتری صورت گرفته و

گل خورک *Scartleus tenuis* در هرمزگان در فروردین به دست آمد. (Kosuga et al., 2000).

بررسی ویژگی‌های زیست‌شناسی تولیدمثل ماهی گونه *P. waltoni* در آب‌های هرمزگان نشان داد، شاخص رشد گنادی به عنوان یک روش غیرمستقیم برای تخمین زمان تخم‌ریزی در ماهیان می‌باشد (Afshar et al., 2013)، بر این اساس اوج بلوغ جنسی و تخم‌ریزی ماهیان ماده در اسفندماه است و نرها نیز در دی‌ماه رهاسازی اسپرم می‌نمایند. این در حالی است که در خورالزبیر عراق تخم‌ریزی این گونه در ماه مارس گزارش شده است (Hussain et al., 2001). هم‌آوری از شاخص‌های مهم بیولوژیکی است که در شرایط محیطی متنوع در جمعیت‌های مختلف تغییرات وسیعی را نشان می‌دهد. دامنه تغییرات هم‌آوری مطلق در جمعیت مورد مطالعه از ۱۱۷۱ تا ۵۳۰۸ و دامنه تغییرات هم‌آوری نسبی از ۳۳۷ تا ۵۳۲ عدد تخمک می‌باشد. هم‌آوری مطلق با افزایش طول ماهی افزایش می‌یابد (Abdoli, 1999). در اکثر گونه‌های ماهیان بین هم‌آوری مطلق و وزن بدن یا طول کل، ضریب همبستگی بالایی وجود دارد، اما اختلاف معنی‌داری در درجه ارتباط بین هم‌آوری مطلق و وزن بدن یا طول کل در گونه‌هایی از ماهیان مشاهده شده است. برای مثال ضرایب همبستگی بین این فاکتورها در ماهی آزاد اقیانوس اطلس خیلی پایین است (0.85 – 0.95) که ناشی از ضایعات وارده بر وزن بدن در طی مهاجرت برای تخم‌ریزی بوده است. در عوض ضرایب همبستگی در شگک ماهیان و کپور ماهیان به (0.85 – 0.95) می‌رسد (Hoda & Akhtar, 1985). در گونه *P. waltoni* ضرایب همبستگی بین هم‌آوری مطلق با وزن کل 0/89 و با طول کل بدن 0/78 بود که این نتایج نشان از این بودند که میزان همبستگی هم‌آوری با وزن کل قوی‌تر از رابطه آن با طول کل ماهی است (Afshar et al., 2013).

تولیدمثل به واسطه تغییرات آب‌وهوایی بسیار متنوع است و این نشان از نقش شرایط اکولوژیکی زیستگاه در فرآیند تولیدمثل می‌باشد. ضمن اینکه در دوره‌های فصلی گرم نسبت به دوره‌های فصلی سرد درجه حرارت و مقدار رطوبت محیط افزایش می‌یابد و همین باعث افزایش فعالیت‌های زیستی جاندار و در پی آن افزایش نیازهای غذایی این ماهیان شده است و در پی آن وزن افزایش یافته و از آن جایی که مقدار وزن با توان تولید مثلی رابطه مستقیم دارد. میتوان نتیجه گرفت که این ماهیان در دوره‌های فصلی گرم از توان تولید مثلی بالاتری برخوردار هستند. از سوی دیگر، گلخورک ماهیان از اجزای بسیار مهم اکوسیستم‌های ساحلی و خوریات محسوب می‌شوند، زیرا در زنجیره‌های غذایی حلقه‌های مهمی را تشکیل می‌دهند، تخم و لارو این ماهیان طی بررسی‌های متعدد، در بیشتر زیستگاه‌های ساحلی غالبیت داشته و غذای بسیاری از آبیان، بویژه ماهیان هستند. افزون بر آن، گلخورک‌های بالغ نیز غذای بسیاری از پرندگان کنار آبی و آبی محسوب می‌شوند، به گونه‌ای که با افت و خیزهای جمعیتی در این گونه‌ها که از عواقب تغییرات تولیدمثلی در گونه‌ها است، جوامع مورد اشاره که وابستگی غذایی مستقیم و یا غیر مستقیم دارند به شدت تحت استرس غذایی خواهند بود. از سوی دیگر این ماهیان دوزیست به سبب حضور در هر دو زیستگاه آبی و خشکی دامنه گسترده‌تری از پارامترهای زیست محیطی را دریافت و درک نموده و پاسخ‌های شاخصی را نیز نشان می‌دهند. در نهایت نتایج را این چنین می‌توان استنباط کرد که فعالیت‌های تولید مثلی در ماهیان دوزیست به واسطه تغییرات آب و هوایی بسیار متنوع است و این امر تأثیر شرایط اکولوژیکی محیط و زیستگاه را بر فرآیند تولید مثلی نمایان می‌کند، چرا که ایستگاه پتروشیمی به علت آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی غالباً به سن سه سالگی نمی‌رسند (در پژوهش دیگری به بررسی این زیستگاه پرداخته‌ایم و مقاله به

- New Delhi, International Book Co, Absecon High land, N.J. 157 p.
- Esmaeili, H. R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S., & Abbasi, K. (2018). Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa*, 3(3), 1-95.
- Ghasemian, S., Esmaeili, H. R., Nokhbatolfoghahai, M., & Pazira, A. (2016). A histo-morphological characteristics of gonads in Mudskipper, *Periophthalmus waltoni* Koumans, 1941 from Helleh estuary, Southwestern Iran. *International Journal of Aquatic Biology*, 3(6), 379-389.
- Hoda, SMS. (1986). Maturation and fecundity of the mudskipper *Boleophthalmus dussumeri* Cuv and Val. from the Karachi Coast. *Mahasager Bull.Natl. Inst. Oceanogr*, 19, 73-78.
- Hoda, SMS., Akhtar, Y. (1985). Maturation and fecundity of mudskipper *Boleophthalmus dentatus* in the northern Arabian Sea. *Indian J. Fish*, 32, 64-67.
- Hussain, NA., Younis, KH., Yousif, UH. (2001). Evaluation of environmental degradation in the fish assemblage of Shatt Al-Arab River. *Pakistan Journal of Zoology*, 33(2), 93-98.
- Ibrahim Nejad, M. (2011). Biology of Vertebrates, Linzi. D. *University of Isfahan Press*, 3(4), 124-129.
- Ishimatsu, A., Yoshida, Y., Itoki, N., Takeda, T., Lee, H. J., & Graham, JB. (2007). Mudskippers brood their eggs in air but submerge them for hatching. *Journal of Experimental Biology*, 210(22), 3946-3954.
- Jaafar, Z., & Murdy, E. O. (Eds.) (2017). *Fishes out of water: Biology and ecology of Mudskippers*, CRC Marine Sciences Series, 1st ed. Boca Raton, FL: Taylor & Francis.
- Keyvani, Y. (2005). *Fish Biology*. Isfahan: Isfahan University of Technology, Publishing Center.
- Kosuga, Y., Mano, N., Hirose, H. (2000). Bacterial agglutinins in the skin mucus of Japanese eel. *Fish Pathology*, 35, 73-77.
- زودی چاپ خواهد شد) و به این دلیل ناگزیر به سازش با محیط شده و توان تولید مثلی یا شاخص‌های جنسی خود را در سنین پایین‌تر تقویت کرده و یا به عبارتی گونه‌هایی قادر به بقا در این محیط هستند که در سنین پایین‌تر توان تولید مثلی بالاتری در مقایسه با ایستگاه جعفری دارند. علاوه براین، گلخورک ماهیان از اجزای بسیار مهم اکوسیستم‌های ساحلی و خوریات محسوب می‌شوند، زیرا در زنجیره غذایی حلقه‌های مهمی را تشکیل می‌دهند. تخم و لارو این ماهیان طی بررسی‌های متعدد، در بیشتر زیستگاه‌های ساحلی غالبیت داشته و غذای بسیاری از آبزیان، بویژه ماهیان هستند. بنابراین با افت و خیزهای جمعیتی در این گونه‌ها که از عواقب تغییرات تولیدمثلی در گونه‌ها می‌باشد، جوامع مورد اشاره که وابستگی غذایی مستقیم و یا غیر مستقیم دارند به شدت تحت استرس غذایی خواهند بود.
- مطالعه حاضر دارای مجوز با کد IR.RAZI.REC.1400.064 از کمیته اخلاق کار با حیوانات از دانشگاه رازی می‌باشد.

منابع

- Abdoli, L. (1999). *Inland waters of Iran*, Naghsh Mana Publications, Museum of Nature and Wildlife of Iran, first edition, 377-378.
- Afshar, T., Abdoli, A., Kiabi, B. (2013). Comparative study of reproductive biology of *Scartelao tenuis* in tidal shores of protected estuaries and Azini estuaries (Hormozgan province). *Journal of Marine Science and Technology*, 12(2), 33-46.
- Bhatt, NY., Patel, SJ., Patel, DA. and Patel, HP. (2009). Burrowing Activities of Goby Fish in the Recent Intertidal Mud Flats along the Navinal Coast, Kachchh, Western India. *Journal geological Society of India*, 74, 515-530.
- Biswas, SP. (1993). *Manual of Methods in fish Biology*, South Asian publishers Pvt,Ltd,

- Salaripoor, A., Taherizadeh, MR., Behzadi, S., Darvishi, M. (2015). Population dynamics and reproductive biology of *Boleophthalmus dussumieri* in Khoriat, Hormozgan province, Persian Gulf. *Journal of Aquaculture and Fisheries*, 6(22), 35-45.
- Soni, V., George, B. (1990). Age determination and length-weight relationship in the mudskipper *Boleophthalmus dentatus*. *Indian J. Fish*, 33(2), 234-321.
- Yang, Y., Yoo, J. Y., Baek, S. H., Song, H. Y., Jo, S., Jung, S. H., & Choi, J. H. (2022). Chromosome-level genome assembly of the shuttles hopppfish, *Periophthalmus modestus*. *GigaScience*, 11, giab089.
- Lawson, E. (2011). Length-Weight relationships and fecundity estimates in Mudskipper *Periophthalmus papilio* (Bloch and Schneider 1801) caought from themangrove swamps of Lagos lagoon Nigeria. *J. Fish Aquat*, 6(2), 264-271.
- Lorente-Martínez, H., Agorreta, A., Torres-Sánchez, M., & San Mauro, D. (2018). Evidence of positive selection suggests possible role of aquaporins in the water-to-land transition of mudskippers. *Organisms Diversity & Evolution*, 18(4), 499-514.
- Miller, PJ. (1984). The tokology of gobioid fishes. *Fish reproduction: strategies and tactics*, 119-153.
- Murdy, E. (1989). A taxonomic revision and cladistics analysis of the Oxudercinae gobies (Gobiidae: Oxudercinae). *Research Australia Museum Supply*, 11, 1-93.
- Mutsadi, K., Bal, D., (1970). Maturation and spawning of *Boleophthalmus dussumeri*. *Univ Bombay*, 39, 58-76.
- Rafiee, A. (2008). Marine biology with ecological perspective. Tehran, Parsiran Publications.