



Original Research Paper

Investigation of reproductive indicators, along with growth pattern and age determination of *Boleophthalmus dussumieri* in Musa stuary, Khuzestan province

Fahimeh Saberi ¹, Ahmad Gharzi ^{1*}, Ashraf Jazayeri ², Vahid Akmalı ¹, Khosro Chehri ¹

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

Key Words

Boleophthalmus dussumieri
Reproduction
Age
Growth
Otolith
Musa estuary

Abstract

Introduction: *Boleophthalmus dussumieri* is one of the leading fish in tidal mud areas. This species is larger than other mudskippers. It is mainly herbivorous and has been reported to spread from Iraq to Pakistan and the west coast of India.

Materials & Methods: Sampling was performed in the spring of 1401-1400 from two stations of Khor Jafari and Petroshimi (from Khoryat Musa Bandar Mahshahr, Khuzestan province). A total of 36 fish were caught alive by hand and transferred to the laboratory. After explaining the samples and extracting the sex gonads, the reproductive characteristics of the gonad index and homogeneity were examined. With the dissection of the skull, the cornerstones were removed and the annual rings were counted to determine the age, and the relationship between age and body weight and length was calculated.

Results: The study of the relationship between sexual characteristics with weight and length showed a significant relationship with both traits, with the difference that the correlation coefficient between sexual characteristics and weight was more prominent than the correlation of indicators with total length. Comparison of sexual characteristics in the two stations studied showed the superiority of Jafari station. In order to determine the age, after dissecting the skull, ear stones were isolated and annual rings were counted and the age of the samples was recorded. In determining the age and population growth pattern in both stations, the fish were in the age range of 1-3 years, the highest frequency was related to two-year-old fish and the maximum maturity age was recorded in both three-year-old stations, with the difference that the relationship There was a higher correlation coefficient between sex and age indices in Petroshimi station compared to Jafari station.

Conclusion: At the Petroshimi station, due to contamination, the samples do not reach the age of three and often at the age of two have a higher reproductive capacity compared to the parsley.

* Corresponding Author's email: adgharzi@razi.ac.ir

Received: 4 February 2022; Reviewed: 11 March 2022; Revised: 15 May 2022; Accepted: 20 June 2022

(DOI): [10.22034/AEJ.2022.343758.2813](https://doi.org/10.22034/AEJ.2022.343758.2813)

مقاله پژوهشی

بررسی شاخص‌های تولیدمثلی، همراه با الگوی رشد و تعیین سن گلخورک داسومری *Boleophthalmus dussumieri* در خوریات موسی، استان خوزستان

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

^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

^۲ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

گلخورک داسومری
تولیدمثل
سن
رشد
اتولیت
خور موسی

مقدمه: گلخورک داسومری *Boleophthalmus dussumieri* از ماهیان شاخص در مناطق گلی جزر و مدی می‌باشد. این گونه نسبت به سایر گلخورک‌ها اندازه بزرگ‌تری دارد. عمدتاً گیاه‌خوار بوده و پراکنش آن از عراق تا پاکستان و سواحل غربی هند گزارش شده است. **مواد و روش‌ها:** نمونه‌برداری در فصل بهار ۱۴۰۱-۱۴۰۰ از دو ایستگاه خور جعفری و اسکله پتروشیمی (از خوریات موسی بندر ماهشهر، استان خوزستان) انجام شد. تعداد ۳۶ ماهی با استفاده از دست به صورت زنده صید و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از تشریح نمونه‌ها و استخراج گنادهای جنسی، ویژگی‌های تولیدمثلی شاخص گنادی و همآوری مورد بررسی قرار گرفت. با تشریح جمجمه نیز سنگ گوش‌ها خارج شد و حلقه‌های سالیانه برای تعیین سن شمارش گردید و ارتباط سن با وزن و طول بدن محاسبه شد.

نتایج: مطالعه ارتباط شاخص‌های جنسی با وزن و طول، ارتباط معنی‌داری را با هر دو صفت نمایان کرد، با این تفاوت که ضریب همبستگی بین شاخص‌های جنسی با وزن نمایان‌تر از همبستگی شاخص‌ها با طول کل بود. مقایسه شاخص‌های جنسی در دو ایستگاه مورد مطالعه، برتری ایستگاه جعفری را نشان داد. به‌منظور تعیین سن، پس از تشریح جمجمه، سنگ گوش جدا شده و حلقه‌های سالیانه شمارش گردید و سن نمونه‌ها ثبت شد. در تعیین سن و الگوی رشد جمعیت در هر دو ایستگاه، ماهیان در بازه سنی ۳-۱ سال قرار گرفتند که بیش‌ترین فراوانی مربوط به ماهی‌های دو ساله بود و سن حداکثر رسیدگی در هر دو ایستگاه سه ساله ثبت شد با این تفاوت که رابطه بین شاخص‌های جنسی و سن در ایستگاه پتروشیمی از ضریب همبستگی بالاتری در مقایسه با ایستگاه جعفری برخوردار بود.

بحث و نتیجه‌گیری: در ایستگاه پتروشیمی، به‌علت وجود آلودگی، نمونه‌ها به سن سه سالگی نمی‌رسند و غالباً در سن دو سالگی توانایی تولیدمثلی بالاتری در مقایسه با خور جعفری دارند.

مقدمه

در فصول مختلف تشکیل می‌گردد. ماهی‌ها به سرعت در تابستان در مقایسه با زمستان رشد می‌کنند. هنگام رشد آرام، تشکیل حلقه‌ها کند است و این حلقه‌ها در ماهیان مختلف متفاوت است. با مشاهده حلقه‌ها و شمارش آن‌ها می‌توان سن ماهی‌ها را محاسبه کرد (۱۱). بررسی روند تولیدمثل از جمله عوامل مهم در اکولوژی و زیست‌شناسی و مدیریت ذخایر آبزیان می‌باشد بنابراین آگاهی از نحوه تولیدمثل 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 تولیدمثلی و الگوی رشد این گونه‌ها در خلیج فارس وجود ندارد، لذا در این پژوهش تصمیم به بررسی شاخص‌های تولیدمثلی، الگوی رشد و تعیین سن در گونه *Boleophthalmus dussumieri* گرفته شد.

مواد و روش‌ها

از آنجایی‌که بررسی روند تولیدمثل، توان تولیدمثلی گونه و شاخص‌های تولیدمثلی در هر دو جنس از مهم‌ترین پارامترهای مورد نظر در بحث مطالعات زیست‌شناسی تولیدمثلی هستند، متداول‌ترین شیوه در این راستا، بررسی شاخص‌های جنسی برای جوامع گلخورد ماهیان مورد مطالعه در زیستگاه مورد نظر و طی فصل تولیدمثل است. اگرچه برای بسیاری از گونه‌ها روند تولیدمثل مداوم در طول فصول گزارش شده است ولی اکثر گونه‌ها و از جمله گلخورد ماهیان در مناطق مورد بررسی (خوریات خلیج فارسی) از فصل تولیدمثلی (از ابتدای اسفند تا اواخر خرداد) برخوردارند، در این مطالعه که هدف آن بررسی علمی زیست‌شناسی تولیدمثلی گونه‌ای از گلخورد ماهیان خور موسی بوده است فصل بهار به‌عنوان دوره اوج فعالیت‌های تولید مثلی انتخاب گردید. از این‌رو، تعداد ۳۶ نمونه گلخورد داسومری طی فصل بهار ۱۴۰۰-۱۴۰۱ از ایستگاه‌های خور جعفری و اسکله پتروشیمی از خوریات موسی (یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های دریایی و با ارزش جنوبی کشور ایران، واقع در شمال غربی خلیج فارس)، با کمک دست و به‌صورت زنده صید شدند (شکل ۱). پس از تشریح و جداسازی نمونه‌های نر و ماده، ابتدا در انواع نر بیضه‌ها جداسازی و با دقت به‌وسیله ترازوی دیجیتال توزین شد، سپس به کمک فرمول ذیل، شاخص گنادی بر اساس نسبت وزن بیضه‌ها به وزن کل جانور محاسبه گردید، (۸):

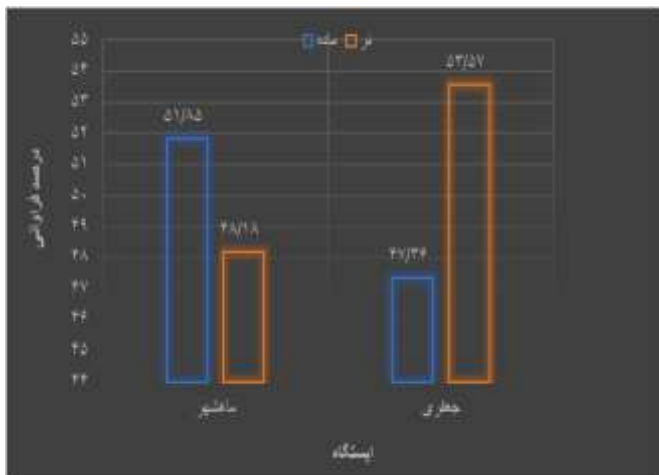
$$GSI = \frac{T}{W} \times 100$$

GSI = شاخص گنادی در افراد نر، T = وزن بیضه‌ها، W = وزن کل بدن در فرمول حاضر، به دلیل این‌که واحد گرم از صورت و مخرج حذف می‌شود، بنابراین شاخص گنادی فاقد واحد می‌باشد. در انواع

امروزه مطالعه روند تولیدمثلی یکی از مهم‌ترین ارکان مدیریت شیلاتی محسوب می‌شود، از آنجایی‌که برآورد شمار لاروهای خارج شده از تخم و محاسبه درصد بقای تخم در محیط‌های زیست طبیعی امکان‌پذیر نیست، تعیین میزان همآوری تخمینی از نسل و وضعیت آن را در آینده مشخص می‌سازد (۳). تعداد کل تخم‌های رها شده در فصل تخم‌ریزی می‌تواند در تخمین جمعیت یک ماهی به‌کاربرده شود (۱۳). از بین ماهی‌های دوزیست و دارای تنفس هوازی، گلخورد ماهی شناخته شده‌تری است. این دسته از ماهیان دارای سازگاری‌های بسیار زیادی بوده که آن‌ها را قادر می‌سازد تا با شرایط مختلف موجود در هر دو زیستگاه آبی و خشکی تطابق یابند هستند (۷). این سازگاری‌ها، گلخورد ماهیان را به مدل‌هایی قابل توجه تبدیل کرده است که اغلب مورد مطالعه قرار می‌گیرند (۲۳). آن‌ها در زیستگاه خود در پهنه‌های گلی نقب می‌زنند و از آن برای پنهان شدن از دید شکارچیان و محافظت در برابر خشک شدن و دمای بالا، هم‌چنین انکوباسیون تخم‌ها استفاده می‌کنند (۷). اندازه لانه‌ها در بین گونه‌ها و حتی افراد درون یک گونه متفاوت است. گلخورد‌ها ابتدا با کندن بسترهای گلی برای خود لانه‌سازی می‌کنند. جفت‌یابی فقط در هنگام جزر اتفاق می‌افتد. نمونه‌های نر و ماده برای چندین ساعت در داخل حفره باقی می‌مانند و ماده پس از تخم‌گذاری از حفره خارج می‌شود (۹). طی مراحل تکوین تخم‌ها، معمولاً جنس نر از تخم‌ها مراقبت می‌کند (۳، ۱۵). نکته قابل توجه در تولیدمثل گلخورد‌ها ذخیره‌سازی و نگهداری هوا در داخل اتاقک تخم توسط والدین است، به‌علاوه ایجاد مکانیسمی برای القاء تخم گشایی جنین از طریق جریان فعال آب در حفره‌ها توسط والدین به اثبات رسیده است (۹). برای تعداد کمی از خانواده گاوماهیان هم‌افروdit جنسی گزارش شده است، چنین ساختارهایی یک ویژگی مفید در تعیین روابط تکاملی در خانواده گاوماهیان می‌باشد، اما در رابطه با گلخورد ماهیان، جنس‌های نر و ماده از هم جدا هستند و هر کدام دارای یک زوج غده جنسی می‌باشند (۱۲). تعیین سن و الگوی رشد مشخص می‌کند که چه زمانی و در چه سنی یک ذخیره جدید از ماهیان جوان به جمعیت افزوده خواهند شد، تغییرات الگوی رشدی ماهیان به‌شدت تحت تأثیر شرایط زیستگاهی قرار دارد و به‌طور معمول، حلقه‌های رشد سالیانه در قسمت‌های سخت بدن از جمله فلس‌ها، خارها، اوتولیت‌ها، سرپوش آبششی و ستون مهره‌ها تشکیل می‌شوند (۲۱). اتولیت در گوش میانی ماهی وجود دارد و به تعادل بدن کمک می‌کند. این اتولیت‌ها، سنگریزه‌های شنوائی نامیده شده و بر روی آن‌ها، حلقه‌هایی توسط رسوب نمک‌های کلسیمی تشکیل می‌گردد و حلقه‌های روی آن با میزان رشد متفاوت

جدول ۱: فراوانی نسبی نمونه‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

گونه	ایستگاه	جنسیت	تعداد	فراوانی نسبی در ایستگاه	p-value
<i>Boleophthalmus dussumieri</i>	جعفری	نر	۹	۵۱/۵۷	۰/۷۰۳
		ماده	۸	۴۷/۳۶	
	پتروشیمی	نر	۹	۴۸/۱۸	
		ماده	۱۰	۵۳/۸۵	

شکل ۲: درصد فراوانی نسبی گلخورک ماهی *Boleophthalmus dussumieri* در دو ایستگاه خور جعفری و پتروشیمی ماهشهر

بررسی شاخص‌های تولیدمثلی: در دو ایستگاه جعفری و اسکله

پتروشیمی شاخص گنادی در نرها مورد محاسبه قرار گرفت، نتایج نشان داد که بین شاخص گنادی با وزن بدن ارتباط معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.01$). در ایستگاه جعفری دامنه تغییرات بین کم‌ترین میزان ۰/۲۱ برای وزن ۱۷/۱۷ گرم تا بیش‌ترین میزان ۰/۳ برای وزن ۲۷/۳۴ گرم در نوسان بود. هم‌چنین میزان شاخص گنادی با میانگین وزنی ۳۷/۴۴±۶/۱۹ گرم برابر با ۰/۴۰±۰/۲۴ بود (جدول ۲). در ایستگاه پتروشیمی نیز بین کم‌ترین میزان ۰/۰۹ برای وزن ۷/۷۴ گرم تا بیش‌ترین میزان ۰/۱۹ برای وزن ۱۵/۴۵ گرم در نوسان بود. افزون بر آن میانگین شاخص گنادی در ایستگاه پتروشیمی برای جمعیت فوق با میانگین وزنی ۱۱/۰۸±۱۸/۴۵ گرم برابر با ۰/۰۷±۰/۱۲ بود. بین شاخص گنادی و وزن بدن در هر دو ایستگاه ارتباط معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.01$)، به گونه‌ای که ضریب هم‌بستگی بین شاخص گنادی و وزن کل در ایستگاه پتروشیمی ۱/۲۷ و در ایستگاه جعفری ۰/۸۷۷ بود، (جدول ۳). بین شاخص گنادی و طول کل نیز در هر دو ایستگاه ارتباط معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.01$)، به گونه‌ای که ضریب همبستگی بین شاخص گنادی و طول کل در ایستگاه پتروشیمی ۰/۶۸۸ و در ایستگاه جعفری ۰/۵۸۲ بود، (جدول ۳). هم‌اوری عبارت است از تعداد تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی که در تعیین وزن

ماده، به‌منظور 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 فوق‌رابه پتری‌دیش حاوی آب مقطر انتقال داده، ضمن افزودن ۱ قطره دترجنت تخم‌ها از هم باز شده و در محیط آبی پتری‌دیش شناور شدند. ضمن مشاهده زیر میکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۴۰ به کمک کلنی کانتر شمارش دقیق تخم‌ها انجام شد (n). با کمک فرمول محاسبه هم‌آوری، میزان هم‌آوری محاسبه و میانگین آن برای ماده‌های بالغ محاسبه گردید (شکل ۲) (۸):

$$F = n \times \frac{G}{g}$$

F = هم‌آوری، G = وزن کل تخمدان، g = وزن یک قطعه کوچک تخمدان، n = تعداد تخم در قطعه کوچک

یکی از بهترین روش‌ها برای تعیین سن به‌خصوص در ماهیان استفاده از حلقه‌های سالیانه در فلس‌ها، استخوان‌ها و سنگ‌گوش‌ها می‌باشد. به این منظور حداقل برای ۳۶ نمونه از هر ایستگاه تعیین سن بر اساس مشاهده سنگ‌گوش انجام شد. ابتدا جداسازی سنگ‌گوش به وسیله تیغ اسکالپل پس از تشریح جمجمه و گوش داخلی انجام شد. پس از شستشوی آن با آب مقطر، بر روی لام میکروسکوپ قرار گرفت. مشاهدات میکروسکوپی و عکسبرداری به‌وسیله میکروسکوپ مجهز به دوربین انجام شده و شمارش حلقه‌های رشد سالیانه صورت پذیرفت.



شکل ۱: موقعیت قرار گیری خوریات موسی نسبت به خلیج فارس

نتایج

پس از شناسایی جنسیت نمونه‌های صید شده از هر ایستگاه، نسبت جنسی (F:M) محاسبه گردید که در هر دو ایستگاه نسبت متعادلی بود، به عبارتی نسبت جنسیت‌ها در هر دو ایستگاه یکسان بوده است (جدول ۱، شکل ۲).

تعداد ۱۴۵۳ عدد تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی بود، (جدول ۲). بین همآوری مطلق و وزن کل در هر دو ایستگاه ارتباط معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.001$)، به گونه‌ای که ضریب همبستگی بین همآوری مطلق و وزن کل در ایستگاه پتروشیمی ۰/۹۳۱ و در ایستگاه جعفری ۱/۳۸ بود (جدول ۲). از طرفی، بین همآوری مطلق و طول کل نیز در هر دو ایستگاه ارتباط معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.001$)، به گونه‌ای که ضریب همبستگی بین همآوری مطلق و طول کل در ایستگاه پتروشیمی ۰/۵۲۸ و در ایستگاه جعفری ۱/۰۲ بود، (جدول ۳). بین شاخص‌های جنسی دو ایستگاه ارتباط معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.001$). به گونه‌ای که میانگین شاخص گنادی در ایستگاه جعفری 0.12 ± 0.07 و میانگین همآوری در ایستگاه جعفری 340 ± 3612 و در اسکله پتروشیمی 12 ± 1453 به‌دست آمد (جدول ۴).

و سن رسیدگی و زمان یا فصول تخم‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از بررسی تخمدان‌ها و شمارش تخم‌ها به‌روش نسبت وزنی و به کمک فرمول زیر میزان همآوری در ماده‌های صید شده هر ایستگاه محاسبه گردید:

$$F = n \times \frac{G}{g}$$

براساس نتایج مطالعه حاضر، همآوری در ماده‌های بالغ گونه *Boleophthalmus dussumieri* در ایستگاه جعفری بین کم‌ترین وزن ۱۶/۶۶ گرم برابر با تعداد ۱۶۵۳ تخم تولیدی تا بیش‌ترین وزن ۳۰/۰۴ گرم برابر با تعداد ۷۶۸۴ تخم تولیدی در هر دوره تولیدمثلی بود. هم‌چنین، در ایستگاه پتروشیمی برای کم‌ترین وزن ۷/۷۲ گرم برابر با تعداد ۱۱۳۴ عدد تخم تولیدی و برای بیش‌ترین وزن ۱۴/۸۲ گرم برابر با ۱۷۸۰ تعداد تخم‌درنوسان بود. از طرفی میانگین همآوری در جمعیت ماده‌های بالغ با میانگین وزنی $116/8 \pm 0/65$ گرم برابر با

جدول ۲: شاخص گنادی و همآوری گونه *Boleophthalmus dussumieri* در دو ایستگاه جعفری و پتروشیمی

جنس ماده				جنس نر			
ایستگاه	همآوری (F)	وزن بدن (W)	نمونه	ایستگاه	شاخص گنادی (GSI)	وزن بدن (W)	نمونه
خور جعفری	۱۶۵۳	۱۶/۶۶	۱۹	خور جعفری	۰/۲۱	۱۷/۱۷	۱
خور جعفری	۱۹۰۲	۱۶/۸	۲۰	خور جعفری	۰/۲۱	۱۷/۳۴	۲
خور جعفری	۲۱۸۷	۱۸/۴۸	۲۱	خور جعفری	۰/۲۴	۱۸/۸۸	۳
خور جعفری	۲۵۲۹	۱۹/۳	۲۲	خور جعفری	۰/۲۴	۱۹/۰۳	۴
خور جعفری	۲۲۸۹	۲۰/۷	۲۳	خور جعفری	۰/۲۵	۱۹/۷۷	۵
خور جعفری	۴۱۸۳	۲۱/۷۸	۲۴	خور جعفری	۰/۲۵	۲۰/۹۴	۶
خور جعفری	۴۴۶۱	۲۱/۹۳	۲۵	خور جعفری	۰/۲۷	۲۱/۷۰	۷
خور جعفری	۴۸۲۲	۲۴/۳۴	۲۶	خور جعفری	۰/۲۷	۲۲/۶۹	۸
اسکله پتروشیمی	۱۱۴۷	۷/۷۲	۲۷	خور جعفری	۰/۳	۲۷/۳۴	۹
اسکله پتروشیمی	۱۱۷۱	۹/۸۸	۲۸	اسکله پتروشیمی	۰/۰۹	۷/۷۴	۱۰
اسکله پتروشیمی	۱۳۲۳	۱۱/۶	۲۹	اسکله پتروشیمی	۰/۰۹	۷/۵۳	۱۱
اسکله پتروشیمی	۱۳۴۲	۱۱/۵۳	۳۰	اسکله پتروشیمی	۰/۱۲	۹/۸۷	۱۲
اسکله پتروشیمی	۱۴۰۵	۱۱/۷۹	۳۱	اسکله پتروشیمی	۰/۱۲	۱۱/۰۴	۱۳
اسکله پتروشیمی	۱۴۱۱	۱۱/۸۳	۳۲	اسکله پتروشیمی	۰/۱۲	۹/۸۴	۱۴
اسکله پتروشیمی	۱۶۳۸	۱۲/۹۳	۳۳	اسکله پتروشیمی	۰/۱۳	۱۰/۸۹	۱۵
اسکله پتروشیمی	۱۶۵۱	۱۲/۶۷	۳۴	اسکله پتروشیمی	۰/۱۵	۱۲/۷۹	۱۶
اسکله پتروشیمی	۱۶۸۹	۱۳/۷۸	۳۵	اسکله پتروشیمی	۰/۱۶	۱۳/۶۹	۱۷
اسکله پتروشیمی	۱۶۹۰	۱۴/۸۲	۳۶	اسکله پتروشیمی	۰/۰۹	۱۵/۴۵	۱۸

جدول ۳: ضریب همبستگی وزن و طول کل با شاخص گنادی و همآوری گونه *Boleophthalmus dussumieri* در دو ایستگاه جعفری و پتروشیمی

کل	ایستگاه پتروشیمی	ایستگاه جعفری	پارامتر	پارامتر
۱/۱۳	۰/۶۸۸	۰/۵۸۲	Pearson correlation	GSI\$T.L
p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۷۵	۰/۱۰۲	P-value	
۱/۳۷	۱/۲۷	۰/۸۷۷	Pearson correlation	GSI\$W
p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	P-value	
۱/۰۹	۰/۵۲۸	۱/۰۲	Pearson correlation	F\$T.L
p<۰/۰۰۱	۰/۲۴۹	p<۰/۰۰۱	P-value	
۱/۳۳	۰/۹۳۱	۱/۳۸	Pearson correlation	F\$W
p<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱	P-value	

جدول ۴: آنالیز واریانس تک متغیره شاخص گنادی و همآوری در گونه *Boleophthalmus dussumieri* در دو ایستگاه خور جعفری و پتروشیمی

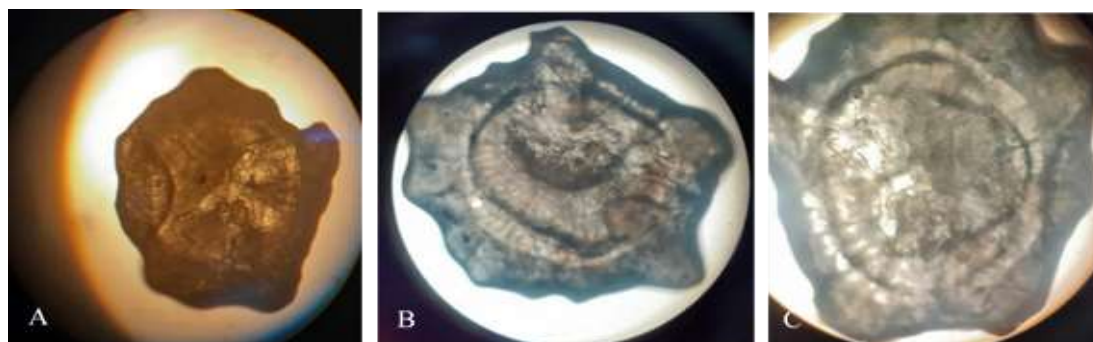
T-value	P-value	ایستگاه پتروشیمی	ایستگاه جعفری	پارامتر
۱۵/۶۶	p<۰/۰۰۱	۰/۰±۱۲/۰۰۷	۰/۰±۲۴/۰۰۴	GSI
۹/۳۹	p<۰/۰۰۱	۱۲±۱۴۵۳	۳۴۰±۳۶۱۲	F

پتروشیمی صید گردید. گلخورک ماهی نر با سن دو سال با طول ۱۸۲/۷۷ سانتی‌متر و طول استاندارد ۱۵۱/۱۲ سانتی‌متر و وزنی معادل ۲۲/۶۳ گرم که در منطقه خور جعفری صید شد. گلخورک ماهی ماده با سن سه سال با طول کل ۲۰۳/۳۷ سانتی‌متر و طول استاندارد ۱۶۶/۸۷ سانتی‌متر و وزنی معادل ۳۰/۰۴ گرم که در منطقه خور جعفری صید گردید.

بررسی الگوی رشد و تعیین سن: ضمن تشریح سر ماهی و خارج کردن سنگ‌گوش (ساجی‌تا)، با انجام مشاهدات میکروسکوپی و با استناد به حلقه‌های رشد سالیانه سن نمونه‌ها بین ۱-۳ بود و بیش‌ترین فراوانی مربوط به ماهیان ۲ ساله بود. گلخورک ماهی ماده با سن یک سال دارای طول کل ۱۵۵.۶۷ سانتی‌متر و طول استاندارد ۱۲۶/۸۷ سانتی‌متر و وزنی معادل ۱۲/۹۳ گرم که در منطقه خور

جدول ۵: رابطه وزن با شاخص گنادی و همآوری در نمونه‌های یک تا سه ساله در گونه *Boleophthalmus dussumieri*

یک سالگی		دوسالگی		یک سالگی		سه سالگی		دوسالگی		یک سالگی	
وزن	GSI	وزن	GSI	وزن	GSI	وزن	GSI	وزن	GSI	وزن	GSI
۷/۵	۰/۰۹	۱۱/۶۱	۰/۱۳	۱۹/۷۲	۰/۲۵	۱۱/۷	۰/۲۵	۱۹/۷۲	۰/۱۳	۱۱/۶۱	۰/۰۹
۷/۵۷	۰/۰۹	۱۱/۹۱	۰/۱۳	۱۹/۷۷	۰/۲۵	۱۱/۸۴	۰/۲۵	۱۹/۷۷	۰/۱۳	۱۱/۹۱	۰/۰۹
۷/۷۴	۰/۰۹	۱۲/۱۲	۰/۱۵	۱۹/۸۹	۰/۲۷	۱۱/۱۶	۰/۲۷	۱۹/۸۹	۰/۱۵	۱۲/۱۲	۰/۰۹
۸/۹۷	۰/۰۹	۱۲/۷۹	۰/۱۵	۲۰/۹۴	۰/۲۷	۱۱/۵۳	۰/۲۷	۲۰/۹۴	۰/۱۵	۱۲/۷۹	۰/۰۹
۹/۳۴	۰/۱۲	۱۳/۲۱	۰/۱۵	۲۱/۱۶	۰/۲۷	۱۱/۷۹	۰/۲۷	۲۱/۱۶	۰/۱۵	۱۳/۲۱	۰/۱۲
۹/۸۴	۰/۱۲	۱۳/۴۷	۰/۱۵	۱۴/۱۱	۰/۲۷	۱۱/۸۳	۰/۲۷	۲۱/۴۹	۰/۱۵	۱۳/۴۷	۰/۱۲

شکل ۳: سنگ‌گوش (ساجی‌تا) گلخورک ماهی یک تا سه ساله گونه *Boleophthalmus dussumieri*. A: نمونه یک ساله، B: دوساله، C: سه ساله

وزن کل بدن رابطه‌ی معنی‌دار و مستقیم وجود دارد، بدین ترتیب که در ماهیان دوساله نر وزن کل بدن تأثیر بیشتری بر توان تولیدمثلی این گونه ماهیان داشت، به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که با

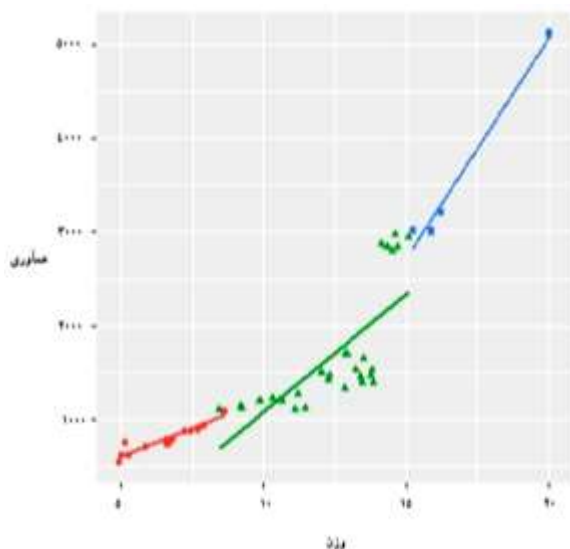
پس از مقایسه توان تولیدمثلی در نرهای دو ایستگاه، اثر متقابل شاخص گنادی با وزن کل بدن در جمعیت فوق بررسی شد. با توجه به شکل ۴، می‌توان مشاهده کرد که بین شاخص گنادی ماهی و

مثلی بالاتری را در ماهیان با وزن بالاتر می‌توان شاهد بود، (شکل ۵). بین سن و شاخص‌های جنسی ارتباط معنی‌دار وجود داشت، به گونه‌ای که با افزایش سن، شاخص‌های جنسی نیز افزایش می‌یابند، قابل ذکر است ضریب همبستگی همآوری مطلق در ایستگاه جعفری ۱/۰۰۳ و در ایستگاه پتروشیمی ۱/۱۹۱ بود. ضریب همبستگی شاخص گنادی با سن در ایستگاه جعفری ۱/۱۱۷ و در ایستگاه پتروشیمی نیز ۱/۱۵۳ محاسبه شد (جدول ۶).

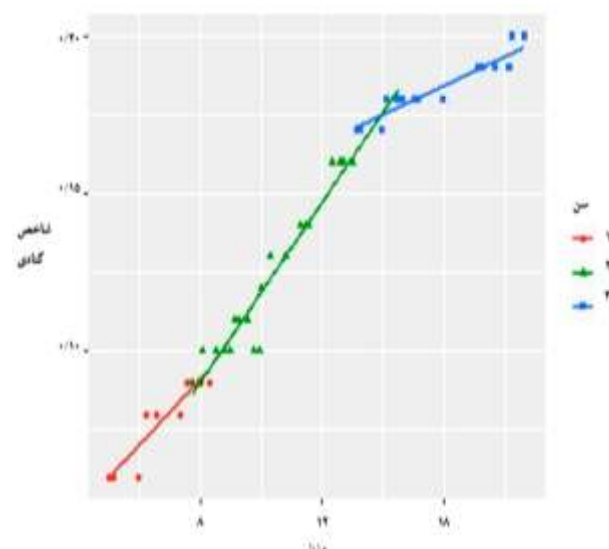
افزایش وزن، توان تولیدمثلی ماهی نیز افزایش یابد و توان تولیدمثلی بالاتری را در ماهیان با وزن بالاتر می‌توان شاهد بود. اثر متقابل همآوری با وزن کل بدن در جمعیت‌های ماده دو ایستگاه نشان داد، بین همآوری و وزن کل بدن رابطه معنی‌دار و مستقیم وجود دارد، به این گونه که در ماهیان سه ساله ماده وزن بدن تأثیر بیشتری بر همآوری این گونه ماهیان دارد، به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش وزن، همآوری ماهی نیز افزایش می‌یابد و توان تولید

جدول ۶: ضریب همبستگی سن و شاخص‌های جنسی گونه *Boleophthalmus dussumieri* در دو ایستگاه جعفری و پتروشیمی

کل	ایستگاه پتروشیمی	ایستگاه جعفری	پارامتر	پارامتر
۱/۳۶	۱/۱۵۳	۱/۱۱۷	Pearson correlation	Age\$GSI
$p < 0/001$	$p < 0/001$	$p < 0/001$	P-value	
۱/۱۲۲	۱/۱۹۱	۱/۰۰۳	Pearson correlation	Age\$F
$p < 0/001$	$p < 0/001$	$p < 0/001$	P-value	



شکل ۵: رابطه رگرسیون بین وزن و همآوری در ماهیان ماده یک، دو و سه ساله گونه *Boleophthalmus dussumieri*



شکل ۴: رابطه رگرسیون بین وزن و شاخص گنادی در ماهیان نر یک، دو و سه ساله گونه *Boleophthalmus dussumieri*

بحث

در *papilio* خورهای نیچریه به‌طور متوسط 3482 ± 3482 عدد تخمک محاسبه شد که از ۵۰۸ تا ۳۴۸۲ عدد در افراد نر شاخص گنادی برای ایستگاه جعفری میانگین بالاتری نسبت به ایستگاه پتروشیمی ماهشهر داشت، به‌طوری‌که شاخص‌های جنسی در ایستگاه جعفری تقریباً دو برابر این شاخص‌ها در ایستگاه پتروشیمی بود. از طرفی، ضریب همبستگی بین همآوری مطلق با وزن بدن، ۰/۸۸ و با طول کل، ۰/۷۳ بود، ضریب همبستگی بین شاخص گنادی با وزن بدن، ۰/۹۱ و با طول کل، ۰/۷۵ به‌دست آمد که این نتایج نشان می‌دهد، میزان همبستگی شاخص‌های جنسی با طول کل ضعیف‌تر از رابطه آن با وزن کل ماهیان است. در پژوهشی بر روی گونه *Baleophthalmus*

نتایج پژوهش حاضر در رابطه با مقدار همآوری گونه *Boleophthalmus dussumieri* در دو ایستگاه جعفری و پتروشیمی، نشان داد که همآوری در ایستگاه جعفری از میانگین بالاتری نسبت به ایستگاه پتروشیمی برخوردار است، بدین ترتیب دامنه تغییرات همآوری در ایستگاه جعفری بین دو عدد ۷۶۸۴-۱۶۹۰ و در ایستگاه پتروشیمی نیز بین ۱۱۳۴ تا ۲۱۳۷ نوسان داشت. میزان همآوری برای گونه *Periophthalmus barbarous* در منطقه مانگرو نیچریه از ۹۰۰ تا ۲۳۹۳۳ عدد تخم گزارش شده است (۲۲). هم‌چنین، همآوری مطلق گونه *Periophthalmus*

dussumeri مشاهده شد که مقدار هم‌آوری با طول کل و وزن بدن ارتباطی مستقیم دارد، رابطه طول با وزن برای این ماهی بیانگر رشد ایزومتریک بود و مشخص شد که شرایط صید در فصول مختلف و دامنه‌های طولی، جنسیت و اندازه نمونه بر روی صحت روابط طول با وزن تأثیر می‌گذارد (۲۰). بررسی ریخت‌شناسی و بافت‌شناسی گنادهای نر و ماده گونه *Periophthalmus waltoni* در خور هله، نشان از وجود شش مرحله تحولات غدد جنسی در ماده‌ها و چهار مرحله در نرها براساس مشاهدات ماکروسکوپی و میکروسکوپی و شاخص‌های باروری بود. در جنس ماده افزایش اندازه تخمدان به علت انباشت مواد زرده در تخمک‌ها رخ داد و در آخرین مراحل تاخوردگی کوچکی در تخمدان مشاهده شد، در جنس نر نیز تکامل تدریجی سلول‌های اسپرم از مرحله اول به بعد مشاهده شد (۶). هم‌چنین، مطالعه رسیدگی جنسی و هم‌آوری گونه *Boleophthalmus dussumieri* در سواحل بمبئی نشان داد، این ماهی یک‌بار در سال تخم‌ریزی می‌کند که از جولای تا سپتامبر این تخم‌ریزی طول می‌کشد (۱۶). از عوامل مهم در لقاح، کیفیت تخم‌های به‌دست آمده از مولدین می‌باشد. مهم‌ترین عوامل مرتبط در این خصوص سن، وزن و اندازه مولدین ماده و به تبع آن اثری که این فاکتورها بر میزان هم‌آوری مولدین دارند می‌باشد (۱۷). در پژوهش حاضر، وزن نمونه‌های ایستگاه جعفری نسبت به اسکله پتروشیمی در هر دو جنس بیش‌تر بود، یکی از دلایل این موضوع می‌تواند به علت شرایط با ثبات مناطق تحت نمونه‌برداری ایستگاه جعفری و فراهم بودن مواد غذایی کافی در طول سال باشد و برعکس شرایط زیستگاهی متغیر در اسکله پتروشیمی که با احتمال آلودگی شناخته می‌شود. پویایی جمعیت و زیست‌شناسی تولیدمثل گلخورک *Scartelaos tenuis* در خوریات استان هرمزگان، به‌صورت ماهیانه از مهرماه تا شهریورماه انجام شد و اوج رسیدگی جنسی برای این گلخورک در اردیبهشت ماه به‌دست آمد (۱۹). می‌توان این طور استنباط کرد، فعالیت‌های تولیدمثلی در ماهیان دوزیست به‌واسطه تغییرات آب و هوایی بسیار متنوع بوده و تحت تأثیر شرایط اکولوژیکی محیط (نوع زیستگاه ساحلی، شنی- ماسه‌ای، تغییرات محیطی و فصل و...) است. گونه‌های موجود در ایستگاه پتروشیمی به‌دلیل عمق کم‌تر در مقایسه با خور جعفری دارای وزن کم‌تر و توانایی تولیدمثلی کم‌تری بودند، این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات صورت گرفته در رابطه با توان تولیدمثلی بر روی گونه *Scartelaos tenuis* صورت گرفت کاملاً هم‌خوانی دارد (۲)، بین توان تولیدمثلی و وزن رابطه مستقیم وجود دارد، ماهیان با میانگین وزنی بیش‌تر از توان تولیدمثلی بالاتری برخوردارند و این خود بیانگر تأثیرات مهم شرایط اکولوژیکی محیط زندگی ماهیان می‌باشد. هدف از انجام مطالعه سنگ‌گوش و شاخص‌های تولیدمثلی، تعیین ساختار سنی و الگوی

رشد است تا تأثیر شرایط اکولوژیکی و اقلیمی محیط بر این گونه مشخص شود. تعیین سن و رشد ماهیان، پایه زیست‌شناسی است. شاخص‌هایی چون رشد و مرگ و میر بر مبنای سن تعیین شده و خود زیربنای الگوهای پویایی جمعیت به‌شمار می‌روند (۱۰). طی مطالعه اتولیت‌های سه گونه از گلخورک ماهیان خلیج فارس و دریای عمان مشاهده شد، گونه *Scartelaos tenuis* که آبی‌تر است، دارای اتولیت‌های لوزی به شکل مستطیل است که با نوع اتولیت‌های کلی بسیاری از گونه‌های گاوماهیان دریایی مطابقت دارد. اتولیت‌های گونه *Periophthalmus waltoni* که یکی از بیش‌ترین سازگاری‌ها را برای زندگی زمینی دارد، به‌صورت پنج ضلعی است و با فقدان یک طرح برآمدگی و لوب‌های عمقی استخوان از نوع اتولیت معمول گاوماهیان منحرف شده است و گونه *B. dussumieri* نیز با توجه به سازگاری دوزیستی آن که نسبت به *P. waltoni* آبی‌تر و نسبت به *S. tenuis* اوقات بیش‌تری را در خشکی می‌گذراند، به‌عبارتی بین دو گونه *P. waltoni* و *S. tenuis* میانه بوده و شکل اتولیت‌های آن نیز بین اتولیت‌های دو گونه مذکور است (۵). طبق تحقیقات صورت گرفته در پژوهش حاضر سن ماهیان در محدوده سنی ۳-۱ سال بود، به گونه‌ای که در هر دو ایستگاه ماهیان دو ساله دارای بیش‌ترین فراوانی و ماهیان یک‌ساله دارای کم‌ترین فراوانی بودند. دامنه تغییرات هم‌آوری مطلق بین دو عدد ۸۱۹-۷۶۸۴ برای سنین ۳-۱ سال نوسان داشت و دامنه تغییرات شاخص گنادی بین دو عدد ۰/۳-۰/۰۹ برای سنین ۳-۱ سال در نوسان بود. در واقع بیش‌ترین هم‌آوری مربوط به وزن ۳۰/۰۴ گرم و سن سه ساله بود و کم‌ترین میزان هم‌آوری برای وزن ۷/۳۶ گرم و سن یک‌ساله بود، برای شاخص گنادی نیز کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار به‌ترتیب برای سنین ۱ تا ۳ ساله بود، که این خود بیانگر اوج رسیدگی ماهی در سن سه سالگی می‌باشد. تحلیل نتایج صورت گرفته نشان داد، وزن با شاخص‌های جنسی در سنین مختلف دارای ارتباطی زیاد است، به گونه‌ای که با افزایش وزن میزان شاخص‌های جنسی افزایش می‌یابد، در واقع این ارتباط برای هم‌آوری در ماهیان سه ساله از شیب بیش‌تری برخوردار است و برای شاخص گنادی در سن دو سالگی از شیب بیش‌تری برخوردار بود که این خود نشان‌دهنده تأثیر قوی‌تر وزن بر هم‌آوری در سن سه سالگی و بر شاخص گنادی در سن دو سالگی است. در پژوهشی مشابه بر روی ساختار سنی و رشد گاو ماهی *Neogobius fluviatilis pallasii* در نهر مادرسو پارک ملی گلستان، حداکثر سن نر و ماده گاوماهیان سه ساله بود و دو ساله‌ها فراوان‌ترین گروه سنی را در هر دو جنس نر و ماده دارا بودند (۱۸). در مطالعه حاضر، همبستگی میان سن و شاخص‌های جنسی ارتباطی زیاد را نشان داد به گونه‌ای که ایستگاه جعفری از ضریب همبستگی بالاتری بین سن و شاخص‌های جنسی

6. **Ghasemian, S., Esmaili, H.R., Nokhbatolfighahai, M. and 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.
7. **Graham, J.B., 1997.** Air-breathing fishes: evolution, diversity and adaptation. United States of America.
8. **Ibrahim Nejad, M., 2011.** Biology of Vertebrates. Linzi. D., University of Isfahan Press. (In Persian)
9. **Jaafar, Z. and Murdy, E.O., 2017.** Fishes out of water: Biology and ecology of Mudskippers, CRC Marine Sciences Series, 1st ed. Boca Raton; Taylor & Francis.
10. **Jamalpoor, M., Mohammadi, Gh. and Khodadadi, M., 2012.** Investigation of age determination of *Liza macrolepis* on the scale structure in Musa estuary, Islamic Azad University. Khuzestan Research Sciences Branch. (In Persian)
11. **Kanejiya, J., Solanki, D. and Gohil, B., 2017.** Nutrient content of three species of Mudskipper (Gobiidae; Oxudercinae) in Bhavnagar coast, Jignesh Kanejiya Gujarat, India. *The Journal of Zoology Studies*. 4(3): 48-51.
12. **Kathleen, S.C., 1990.** Patterns of gonad structure in hermaphroditic gobies (Teleostei Gobiidae). *Environmental Biology of Fishes*. 28: 125-142.
13. **Kovalchuk, O., Świdnicka, E. and Stefaniak, K., 2018.** A new record of *Gobius jarosi* (Teleostei, Gobiidae) from the Early Miocene of Poland with inference to paleogeography and palaeoecology of the Carpathian Basin. *Historical Biology*. 1-8.
14. **Lawson, E.O., 2011.** Length-Weight relationships and fecundity estimates in Mudskipper, *Periophthalmus papilio* (Bloch and Schneider 1801) caought from themangrove swamps of Lagos lagoon, Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 6(3): 264-271.
15. **Lorente-Martínez, H., Agorreta, A., Torres-Sánchez, M., and 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.
16. **Mutsad, K. and Bal, D., 2010.** Maturation and spawning of *Boleophthalmus dussumieri*. *Univ Bombay*. 39: 58-76.
17. **Nacua, Sh., 1970.** Body shape variation between two population of the white goby. *Research Journal of fishes and hydrobiology*. 5: 44-51.
18. **Rahmani, H. and Abdoli, A., 2009.** Investigation of age structure and growth of *Neogobius fluviatilis pallasi* in Maderso creek of Golestan National Park. *Iranian Journal of Biology*. 22(3): 558-565. (In Persian)
19. **Salaripoor, A., Behzadi, S., Mortazavi, M.S., Darvishi, M., Taherizadeh, M.R. and Keshishan, A., 2013.** Population dynamics and reproductive biology of *Buleophthalmus dussumieri* in Khoriat, Hormozgan province, Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries*. 1(22): 22-37. (In Persian)
20. **Salaripoor, A., Taherizadeh, M.R., Behzadi, S. and 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. (In Persian)
21. **Sayer, M.D., 2005.** Adaptations of amphibious fish for surviving life out of water. *Fish and Fisheries*. 6(3): 186-211.
22. **Udo, M.T., 2002.** Intersexual plasticity in aspects of the biology of the mudskipper *Periophthalmus barbarous* (Gobiidae) in the mangrove swamps of IMO Estuary, Nigeria. *Journal of Environmental Science*. 14: 95-101.
23. **Zander, C.D., 1974.** Beziehungen zwischen Körperbau und Lebensweise bei Blenniidae (Pisces) aus dem Roten Meer. III. Morphologie des Auges. *Marine Biology*. 28(1): 61-71.

برخوردار بود. مطالعه مربوط به ریخت‌شناسی اتولیت‌ها و روابط آن‌ها با اندازه در *Periophthalmus septemradiatus* از پنج منطقه در شاخه‌های رودخانه باساک، ویتنام نشان داد، سه بعد اندازه‌گیری شده در اتولیت شامل طول، عرض و وزن با طول و وزن ماهی ارتباط دارند و در این بین، طول اتولیت با اندازه ماهی بیش‌ترین رابطه مثبت را دارد و از ابعاد اتولیت می‌توان برای تعیین اندازه ماهی استفاده کرد (۴). در نهایت نتایج را این چنین می‌توان استنباط کرد که فعالیت‌های تولیدمثلی در ماهیان دوزیست به‌واسطه تغییرات آب و هوایی بسیار متنوع است و این امر تأثیر شرایط اکولوژیکی محیط و زیستگاه را بر فرایند تولیدمثلی نمایان می‌کند، چرا که ایستگاه پتروشیمی به‌علت آلودگی غالباً به سن سه سالگی نمی‌رسند و به این دلیل ناگزیر به سازش با محیط شده و توان تولیدمثلی یا شاخص‌های جنسی خود را در سنین پایین‌تر تقویت کرده و یا به‌عبارتی گونه‌هایی قادر به بقا در این محیط هستند که در سنین پایین‌تر توان تولیدمثلی بالاتری در مقایسه با ایستگاه جعفری دارند. علاوه بر این، گلخورد 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، به‌ویژه 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 غیرمستقیم دارند به‌شدت تحت استرس غذایی خواهند بود.

منابع

1. **Abdoli, L., Savari, A., Ronagh, M., Abdoli, A. and Kamrani, A., 2016.** Investigation of growth and mortality parameters of *Boleophthalmus dussumieri* in mangrove forests of Bandar Khamir in Hormozgan province. *Journal of Applied Ichthyological Research*. 4(4): 19-34. (In Persian)
2. **Afshar, T., Abdoli, A. and 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. (In Persian)
3. **Clayton, D.A., 1993.** Mudskipper. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 31: 507-577.
4. **Dinh, Q.M., Nguyen, T.M. and Tran, L.T., 2021.** The use of otolith morphometry as an indicator for the size increase of *Periophthalmodon septemradiatus* (Teleostei: Gobiiformes) living along the Bassac River, Vietnam. *Iranian Journal of Ichthyology*. 8(2): 83-94.
5. **Ghanbarifardi, M., Gut, C., Gholami, Z., Esmaili, H.R., Gierl, C. and Reichenbacher, B., 2020.** Possible link between the structure of otoliths and amphibious mode of life of three mudskipper species (Teleostei: Gobioidae) from the Persian Gulf. *Zoology in the Middle East*. 66(4): 311-320.