

زیست‌شناسی تولیدمثل سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta intermedia*) در رودخانه شاپور (استان بوشهر)

عالی حسینی^۱، ابراهیم ستوده^{۱*}، زهره موسوی^۱، مهدی محمدی^۲ و اکبر عباس‌زاده^۱

^۱ بوشهر، دانشگاه خلیج فارس، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه شیلات

^۲ بوشهر، دانشگاه خلیج فارس، پژوهشکده خلیج فارس

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۱۸



چکیده

به منظور مطالعه زیست‌شناسی تولیدمثل سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta intermedia*) رودخانه شاپور (استان بوشهر) تعداد ۳۳۰ قطعه سیاه‌ماهی به صورت ماهیانه طی آذرماه ۱۳۹۱ تا آذرماه ۱۳۹۲ از این رودخانه صید و مورد بررسی قرار گرفت. نسبت جنسی نمونه‌های صیدشده ۱:۱/۶ (ماده به نر) و طول کل ماده‌ها از ۱۵ تا ۲۹ سانتی‌متر (میانگین $19/83 \pm 2/3$)، گستره وزنی آن‌ها از ۳۶ تا ۲۵۰ گرم (میانگین $93/4 \pm 38$) و طول کل نرها از ۱۵/۵ تا ۲۶ سانتی‌متر (میانگین $19/85 \pm 2$) و وزن آن‌ها از ۳۶ تا ۱۸۳/۲۷ گرم (میانگین $87/24 \pm 25/9$) به دست آمد. رابطه طول-وزن برای ماهیان ماده $W=0.018L^{2.83}$ و ماهیان نر $W=0.075L^{2.34}$ و برای کل ماهیان $W=0.029L^{2.67}$ برآورد گردید. ضریب چاقی برای ماهیان از ۰/۸۲ تا ۱/۵۳ متغیر بود و میانگین هم‌آوری مطلق و نسبی به ترتیب $22/08$ و $2252/63$ و عدد تخمک محاسبه گردید. نتایج این بررسی نشان داد هم‌آوری مطلق همبستگی مثبتی با وزن سیاه‌ماهی دارد. با توجه به نتایج شاخص رسیدگی جنسی (GSI) می‌توان گفت که دوره تولیدمثلی این ماهی از اسفند تا تیره ماه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سیاه‌ماهی، زیست‌شناسی تولیدمثل، رسیدگی جنسی، هم‌آوری، رودخانه شاپور

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۷۳۷۴۰۵۲۸، پست الکترونیکی: e.sotoudeh@pgu.ac.ir

مقدمه

دارای ارزش صید اقتصادی، ورزشی، زیبایی‌شناسی، مبارزه بیولوژیک و حفاظتی می‌باشند (۹).

سیاه‌ماهی بانام علمی *Capoeta capoeta intermedia* از رده ماهیان استخوانی حقیقی (Teleostei)، راسته کپور ماهیان شکلان (Cypriniformes) و خانواده کپور ماهیان می‌باشد. جنس *Capoeta* دارای ۱۰ گونه متفاوت است که در شرق اروپا و جنوب غرب آسیا پراکنش دارند (۱۶). در ایران تاکنون ۷ گونه از این جنس شناسایی شده است (۱۸). این گونه‌ها از حشرات آبی مثل شیرونومیده‌ها و جلبک‌ها از جمله دیاتومه‌ها تغذیه می‌کنند (۷). زیرگونه اینترمدیا در قسمت‌های میانی رودخانه‌ها با بستر قلوه‌سنگی و ماسه‌ای

با رشد روزافزون جمعیت و لزوم بهره‌برداری اقتصادی از انواع گونه‌های ماهی، بکارگیری اصول علمی و شیوه‌های منطقی، همچنین استفاده از ابزارهای مناسب و کسب اطلاعات دقیق از خصوصیات زیستی گونه‌ها اهمیت زیادی دارد. امروزه دانش فیزیولوژی و زیست‌شناسی تولیدمثل ماهی‌ها به‌عنوان یکی از ابزارهای مؤثر در تصمیم‌گیری و مدیریت منابع شیلاتی محسوب می‌شود (۹). در ایران حدود ۱۴۰ گونه ماهی در آب‌های داخلی وجود دارد که اغلب متعلق به سه خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) و دو خانواده سگ‌ماهیان جویباری (Balitoridae و Cobitidae) می‌باشند. بسیاری از آنها

خلیج فارس منتقل گردید. صید ماهیان با استفاده از تورهای گوشگیر با چشمه‌های مختلف و سالیک انجام شد. در آزمایشگاه شاخص‌های زیست‌سنجی مورداندازه‌گیری قرارگرفت. قبل از کالبدگشایی، طول کل، طول استاندارد، طول چنگالی و ارتفاع بدن (در محل باله پشتی) با خطکش (با دقت ۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری و وزن گنادها به‌وسیله ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه رابطه طول-وزن، شاخص ضریب چاقی و شاخص رسیدگی جنسی از معادلات زیر استفاده شد (۲۲):

$$W = a \times L^b \text{ (رابطه طول-وزن)}$$

$$K = W/L^3 \times 100 \text{ (ضریب چاقی)}$$

$$100 \times \text{وزن بدن} / \text{وزن گنادها} = \text{GSI} \text{ (شاخص رسیدگی جنسی)}$$

برای جداسازی تخم‌ها، تعیین هم‌آوری و شمارش تخم‌ها از محلول گیلسون استفاده شد. بدین‌صورت که ابتدا تخم‌های جداشده را چندین بار با آب شسته تا بافت پیوندی از بین رفته و پوسته‌های اضافی و خالی خارج شوند. سپس تخم‌ها را در یک الک ۸۰۰ میکرونی ریخته و با آب شسته شدند. تخم‌های باقی‌مانده در هوای اتاق خشک و وزن شد. سپس از تخم‌های هر تخمدان سه زیر نمونه تهیه و پس از شمارش در زیر استریومیکروسکوپ به‌کل تخمدان تعمیم داده شد. برای محاسبه هم‌آوری نسبی (Relative fecundity) نیز از تقسیم هم‌آوری مطلق به وزن کل بدن استفاده شد. رابطه بین طول کل و هم‌آوری مطلق رابطه‌ای براساس فرمول $F = a \cdot L^b$ محاسبه گردید (۲۰). که در آن F هم‌آوری مطلق، a عرض از مبدأ خط (عدد ثابت)، b شیب خط (ضریب نمایی) و L طول کل برحسب سانتی‌متر می‌باشد. همچنین ارتباط بین هم‌آوری مطلق و وزن بدن ماهی‌ها با استفاده از رابطه $F = a \cdot W^b$ اندازه‌گیری شد که در آن W وزن کل بدن برحسب گرم، a عدد ثابت، b ضریب خطای رگرسیون و F هم‌آوری مطلق می‌باشد.

زیست می‌کند (۳). این‌گونه از جمله ماهیانی است که علاوه بر ارزش غذایی بالا و مقادیر زیاد مواد پروتئینی، مواد معدنی، ویتامین‌ها و اسیدهای چرب امگا-۳ که در سلامت جسمی و روانی تأثیر مثبت زیادی دارد، دارای ارزش اقتصادی و صید ورزشی نیز می‌باشد (۱۲). تاکنون مطالعات فراوانی در زمینه ساختار جمعیتی (۳، ۲۷)، تنوع زیستی (۱۱)، الگوی رشد و رابطه طول و وزن (۱۷، ۲۷) و زیست‌شناسی تولیدمثلی گونه‌های سیاه‌ماهی (۲۶، ۱۰، ۵، ۸) انجام‌شده است. در استان بوشهر زیرگونه اینترمدیا در رودخانه مند، دالکی، شاپور و سایر رودخانه‌های منطقه وجود دارد. بسیاری از گونه‌های این جنس دارای ارزش اقتصادی می‌باشند که سیاه‌ماهی اینترمدیا جز ماهیان باارزش آن محسوب می‌شود (۱). رودخانه شاپور از دامنه‌های شمالی رشته‌کوه‌های واقع در شمال دریاچه پریشان و خود شهر کازرون در استان فارس سرچشمه می‌گیرد و در ابتدای مسیر خود به نام سفیدرود نامیده می‌شود. این رودخانه پس از گذر از دشت کازرون وارد دره‌ای تنگ می‌شود. محدوده شاپور در بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴ دقیقه و ۱۹ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۹ دقیقه و ۲۸ ثانیه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۸ دقیقه و ۴۹ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۳۷ دقیقه و ۵۳ ثانیه شمالی و در شهرستان دشتستان واقع است. با توجه به ارزش زیست‌محیطی و اقتصادی سیاه‌ماهی و همچنین دستیابی به اطلاعات لازم در زمینه وضعیت ذخایر این زیرگونه، مطالعه حاضر باهدف بررسی زیست‌شناسی تولیدمثلی این ماهی در رودخانه شاپور به مدت یکسال انجام شد.

مواد و روشها

تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها: از آذرماه ۱۳۹۱ تا آذرماه ۱۳۹۲ به مدت ۱۳ ماه بافاصله زمانی یک ماه، ۳۳۰ قطعه سیاه‌ماهی از رودخانه شاپور (در قسمت بالادست سد انحرافی شبانکاره در بخش سعادت‌آباد استان بوشهر) تهیه و به آزمایشگاه بیولوژی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه

نشان می‌دهد. آنالیز آماری نسبت جنسی با استفاده از آزمون مربع کای نشان داد که نسبت جنسی ماهیان در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری و کل دوره معنی‌دار است ($P < 0.05$).

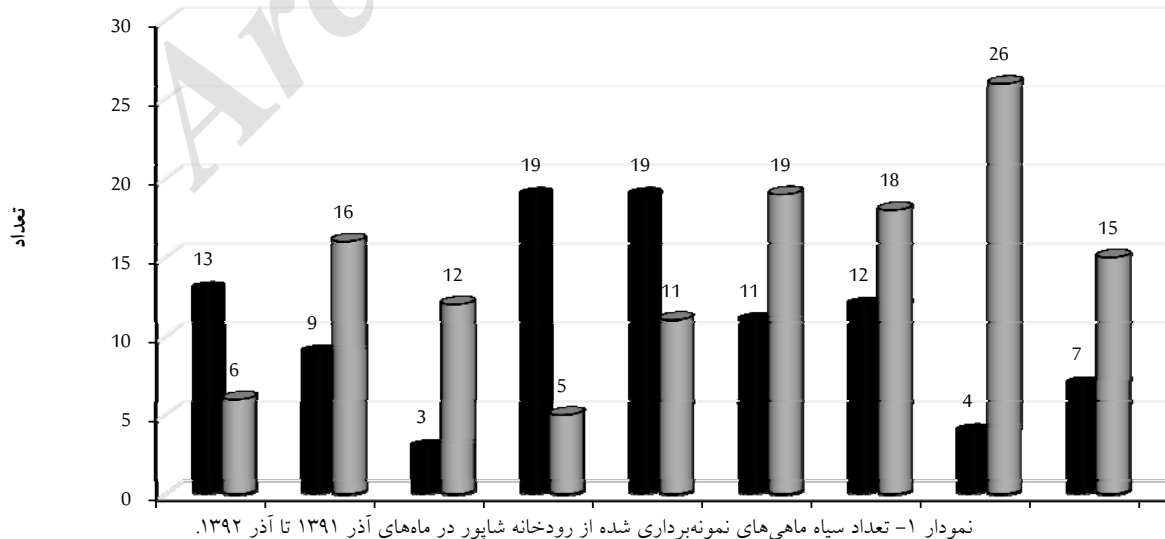
جدول ۱- نسبت جنسی ماهیان صیدشده در ماه‌های مختلف برحسب جنس نر و ماده.

ماه	تعداد	ماده	نر	نسبت جنسی
آذر ۹۱	۱۹	۶	۱۳	۲/۱۶
دی	۲۵	۱۶	۹	۰/۵۶
بهمن	۱۵	۱۲	۳	۰/۲۵
اسفند	۲۴	۵	۱۹	۳/۸
فروردین	۳۱	۱۲	۱۹	۱/۵۸
اردیبهشت	۳۰	۱۹	۱۱	۰/۵۷
خرداد	۳۰	۱۸	۱۲	۰/۶۶
تیر	۳۰	۲۶	۴	۰/۱۵
مرداد	۲۲	۱۵	۷	۰/۴۶
شهریور	۲۴	۸	۱۶	۲
مهر	۲۵	۱۸	۷	۰/۳۸
آبان	۲۶	۲۱	۵	۰/۲۳
آذر ۹۲	۳۰	۲۲	۸	۰/۳۶
جمع	۳۳۰	۱۹۷	۱۳۳	۰/۶۷

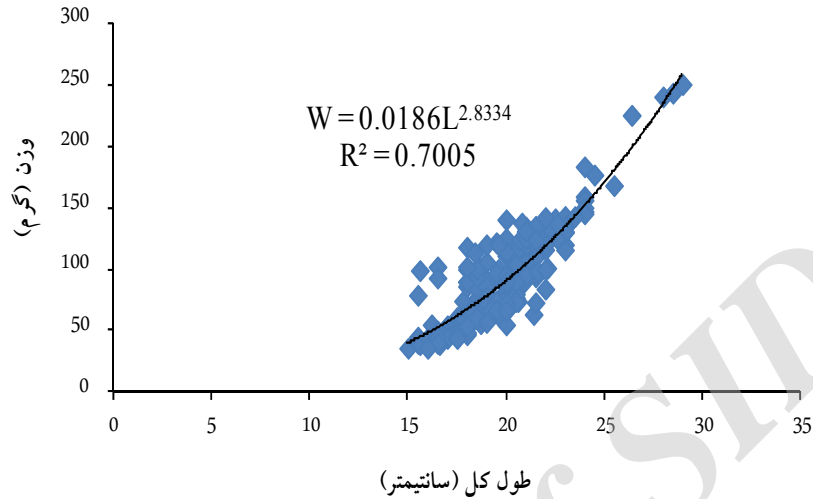
آنالیز آماری نتایج: از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج استفاده شد. پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از روش آنالیز یک‌طرفه (One-way ANOVA) و در صورت معنی‌داری از آزمون توکی استفاده شد. آزمون آماری مربع کای (χ^2) جهت بررسی نسبت جنسی ماهی‌ها بکار گرفته شد. ارتباط بین هم‌آوری مطلق و وزن کل و وزن تخمدان ماهی‌های ماده با رگرسیون غیرخطی مورد بررسی شد. ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 انجام گرفت. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد (خطا) تعیین گردید.

نتایج

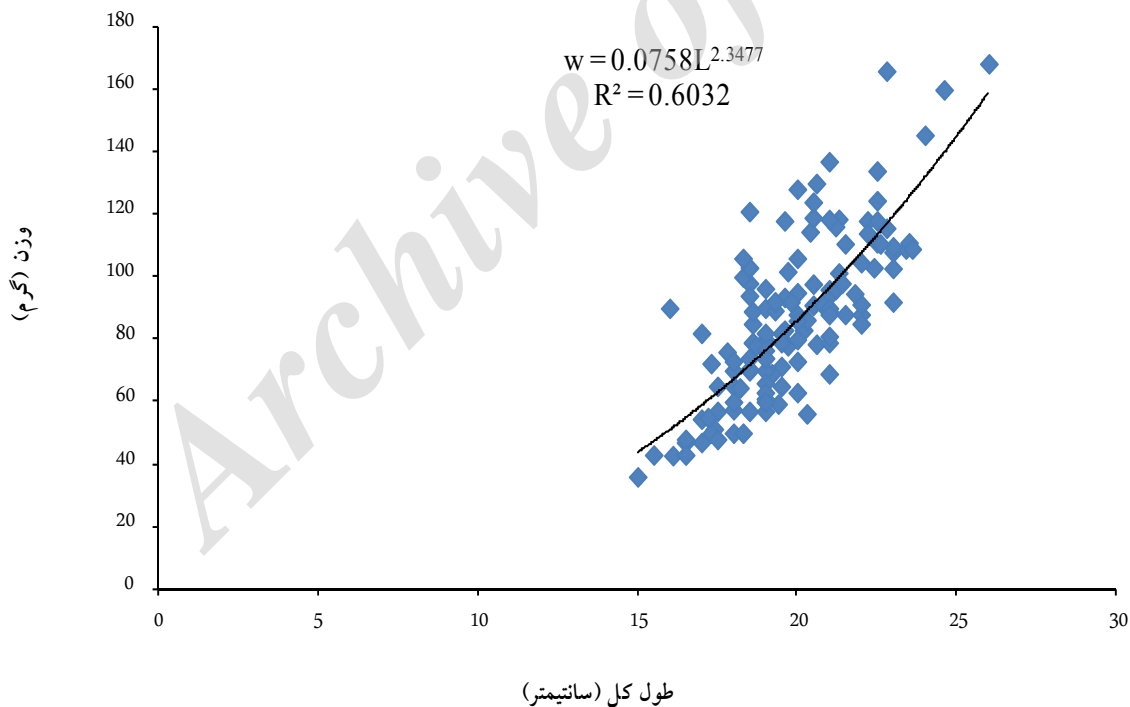
نتایج ۱۳ ماه نمونه‌برداری از رودخانه شاپور نشان داد دامنه طولی (TL) سیاه‌ماهی‌های نمونه‌برداری شده از ۱۵ تا ۲۹ سانتی‌متر ($19/83 \pm 2/3$) برای ماده‌ها و ۱۵/۵ تا ۲۶ سانتی‌متر ($19/85 \pm 2$) برای نرها می‌باشد. وزن ماده‌ها از ۳۶ تا ۲۵۰ گرم (میانگین $93/4 \pm 38$) و نرها از ۳۶ تا ۱۸۳/۲۷ گرم (میانگین $87/24 \pm 25/9$) متغیر بود. نمودار ۱ تعداد ماهیان نر و ماده سیاه‌ماهی نمونه‌برداری و جدول ۱ نسبت جنسی ماهیان صیدشده در ماه‌های مختلف سال را



رابطه طول-وزن کل ماهیان $w=0.0297L^{2.67}$ به دست آمد. با استفاده از رابطه پائولی الگوی رشد در جنس نر آلومتریکی منفی و ماده ایزومتریکی محاسبه شد (نمودارهای ۲ و ۳).



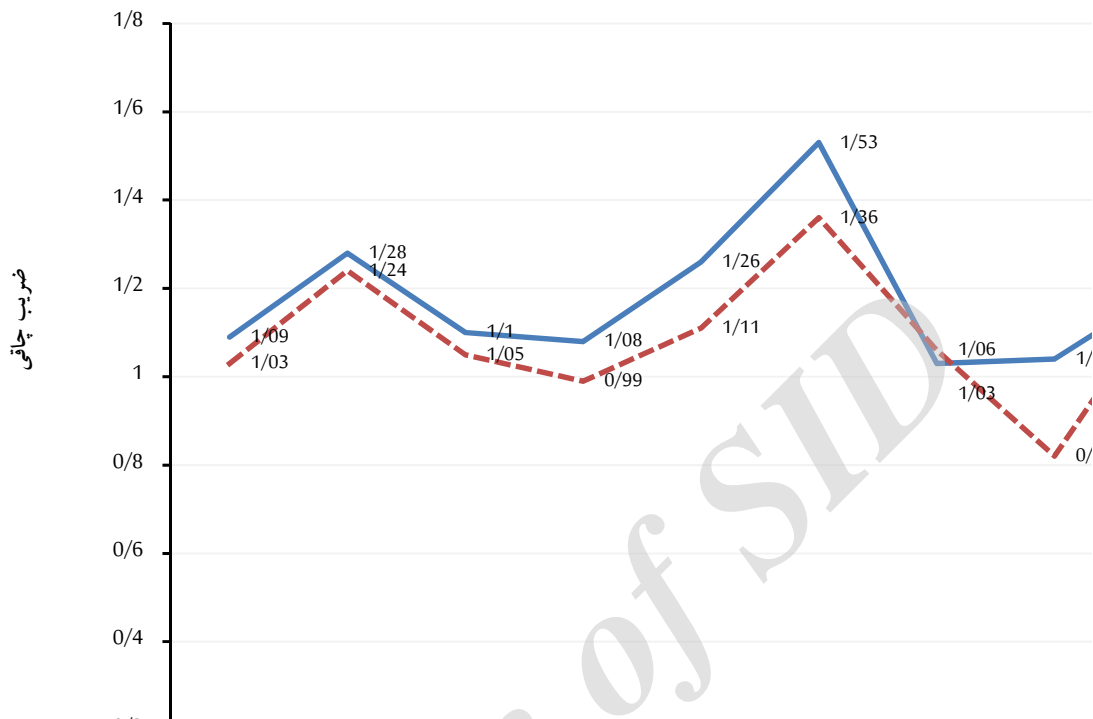
نمودار ۲- رابطه طول کل و وزن کل سیاه ماهیان ماده نمونه برداری شده از رودخانه شاپور.



نمودار ۳- رابطه طول کل و وزن کل سیاه ماهیان نر نمونه برداری شده از رودخانه شاپور.

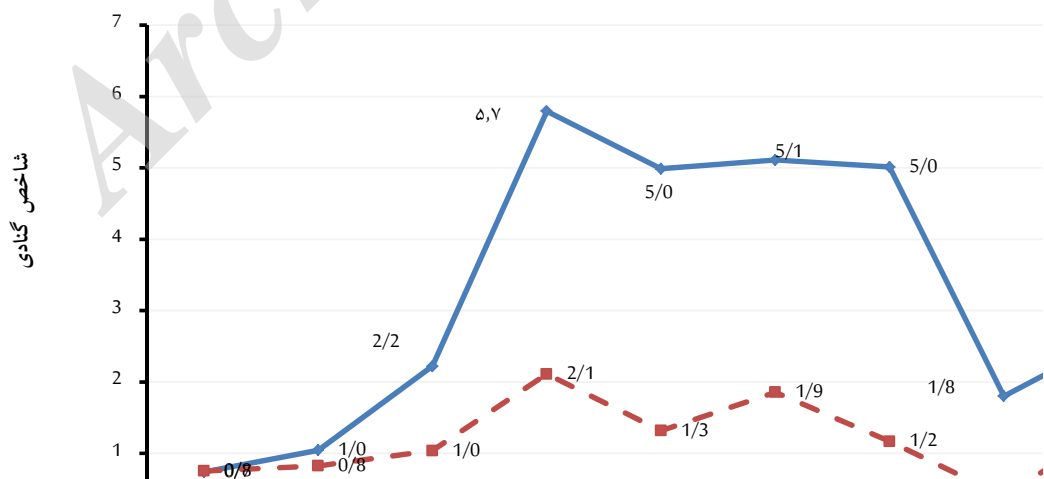
ضریب چاقی: ضریب چاقی در ماه‌های مورد بررسی به تفکیک ماهیان نر و ماده در نمودار ۴ آمده است. میانگین ضریب چاقی کل دوره برای نرها ۱/۱ و برای ماده‌ها ۱/۱۵ محاسبه شد. همانطور که در نمودار ۴ دیده می‌شود این

شاخص در هر دو جنس نر و ماده در اردیبهشت‌ماه و مه‌ماه حداکثر و در تیر و آذرماه به حداقل خود رسید.



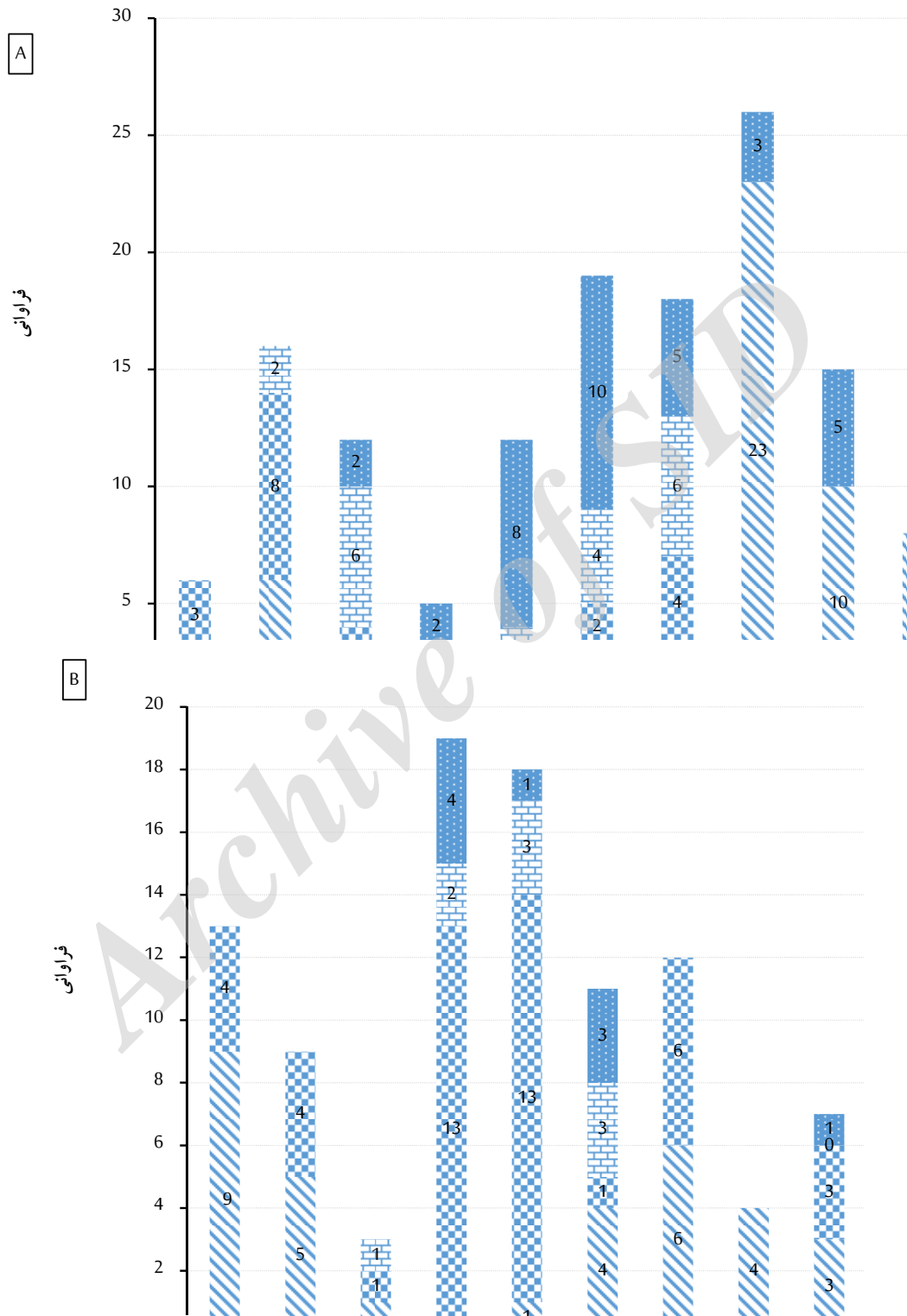
نمودار ۴- تغییرات ضریب چاقی در ماهیان نر و ماده سیاه ماهی نمونه‌برداری شده از رودخانه شاپور طی آذر ۱۳۹۱ تا آذر ۱۳۹۲.

تغییرات شاخص گنادی (GSI) در طول دوره نمونه‌برداری برای سیاه ماهی در نمودار ۵ نشان داده شده است. GSI ماهیان ماده از دی تا اسفند یک‌روند صعودی را پشت سر می‌گذارد و در اسفند (زمان تخم‌ریزی اصلی) به حداکثر اندازه خود می‌رسد. در فروردین، اردیبهشت و خرداد کمی کاهش داشته و روند یکسانی را طی می‌کند.



نمودار ۵- تغییرات شاخص رسیدگی جنسی (GSI) ماهیان نر و ماده سیاه ماهی نمونه‌برداری شده در رودخانه شاپور از آذر ۱۳۹۱ تا آذر ۱۳۹۲.

فراوانی مراحل مختلف رسیدگی جنسی سیاه‌ماهی‌های نمونه‌برداری شده در نمودار ۶ نشان داده شده است.



نمودار ۶- توزیع فراوانی مراحل توسعه غدد جنسی سیاه‌ماهی ماده (A) و نر (B) رودخانه شاپور از آذر ۹۱ تا آذر ۹۲.

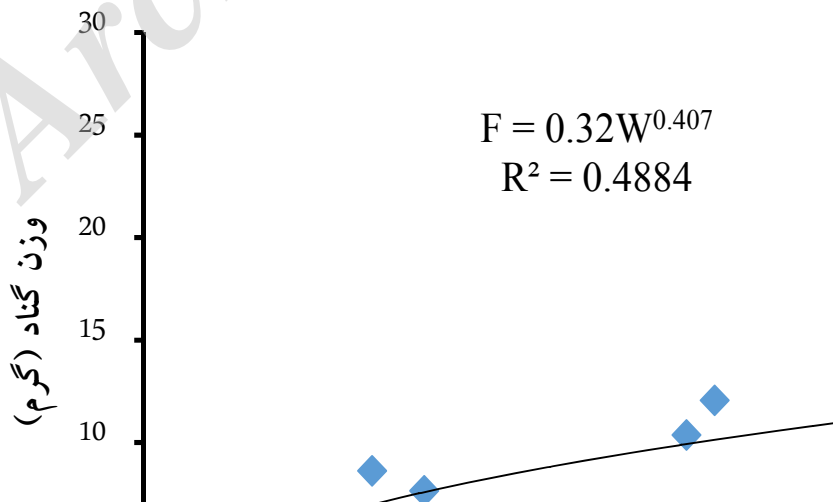
بین هم‌آوری مطلق و وزن بدن و وزن تخمدان سیاه‌ماهی بود. میانگین هم‌آوری مطلق و نسبی به ترتیب $2252/63 \pm 46/31$ و $22/08 \pm 14/71$ عدد تخمک به ازای هر گرم وزن بدن محاسبه گردید. رابطه هم‌آوری مطلق با وزن کل ماهیان مورد بررسی $F=25.27W^{0.192}$ و هم‌آوری مطلق با وزن تخمدان $F=0.32W^{0.407}$ بدست آمد. آنالیز آماری همبستگی معنی‌داری بین هم‌آوری مطلق و وزن بدن و وزن تخمدان سیاه‌ماهی نشان نداد ($P > 0.05$) (نمودار ۷ و ۸).

در فصل زمستان و بهار اغلب ماهی‌های ماده این‌گونه دارای تخمدان‌های با مراحل بالای رسیدگی جنسی بودند. فراوانی ماهیان نر در مراحل بالای رسیدگی نیز تقریباً همانند ماهیان ماده بود.

هم‌آوری مطلق و نسبی در ۱۰ قطعه ماهی ماده بالغ که تخمدان آنها در مرحله ۵ رسیدگی جنسی قرارداشتند مورد بررسی قرارگرفت. حداقل هم‌آوری مطلق ۱۰۵ و حداکثر آن ۸۱۳۴ و حداقل هم‌آوری نسبی ۱/۳۶ و حداکثر آن ۴۶/۹۴ به دست آمد. نتایج بیانگر وجود همبستگی مثبت



نمودار ۷- رابطه وزن کل (گرم) با هم‌آوری مطلق سیاه‌ماهی نمونه‌برداری شده از رودخانه شاپور.



نمودار ۸- رابطه وزن تخمدان (گرم) با هم‌آوری مطلق در نمونه‌های سیاه‌ماهی نمونه‌برداری شده از رودخانه شاپور.

بحث

در این تحقیق طی سیزده ماه نمونه‌برداری دامنه طول کل سیاه ماهی‌های رودخانه شاپور ۱۵۰-۲۹۰ میلی‌متر بود. مطالعات انجام‌شده بر روی این‌گونه در رودخانه دالکی دامنه طولی این ماهی را ۶۷/۷۵-۲۱۵ میلی‌متر (۲۷) و ۷۴-۲۳۶ میلی‌متر (۵) گزارش کرده‌اند. همچنین در سال ۱۳۹۰ پذیرا و همکاران (۳) در بررسی سیاه ماهی موجود در رودخانه‌های استان بوشهر (دالکی، شاپور، حله و مند)، حداکثر طول این ماهی را ۲۵۰ میلی‌متر اعلام کردند. خیراندیش و همکاران (۱۳۹۲) نیز دامنه طولی سیاه ماهی رودخانه دالکی را بین ۷۲ تا ۲۲۴ میلی‌متر گزارش کردند (۴). مقایسه میانگین طول کل سیاه‌ماهی در این تحقیق با یافته‌های سایر محققین نشان می‌دهد این شاخص با نتایج گزارش‌شده تقریباً نزدیک است.

اغلب رابطه طول با وزن در جمعیت‌های مختلف می‌تواند نشان‌دهنده استراتژی مصرف انرژی بوسیله ماهی باشد. هرچقدر شرایط اکولوژی برای ماهی مناسب‌تر باشد (در دسترس بودن غذا، شدت جریان مناسب و کاهش استرس) ماهی برای تطابق با محیط انرژی کمتری مصرف کرده و این انرژی در بدن ذخیره‌شده و باعث رشد بدن بخصوص به‌صورت وزنی می‌شود (b بزرگتر). رابطه طول و وزن تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی مثل فصل، زیستگاه، مراحل بلوغ جنسی، رژیم غذایی و پر بودن معده قرار دارد (۱۵). در این تحقیق با بررسی رابطه طول-وزن به تفکیک جنس نر، ماده و کل ماهیان شیب منحنی به ترتیب ۲/۳۴، ۲/۸۳ و ۲/۶۷ به دست آمد. آنالیز آماری این نتایج نشان داد در ماهیان ماده مقدار b با عدد ۳ اختلاف معنی‌داری ندارد ($P < 0.05$). در نتیجه می‌توان گفت رشد در جنس ماده این ماهی ایزومتریک و در ماهیان نر آلومتریک منفی است. پذیرا و همکاران (۳) در مطالعه خود بر روی سیاه ماهی گزارش کردند رابطه بین طول و وزن و مقدار b (۲/۸۱) این ماهی از یک رشد ایزومتریک برخوردار است. همچنین

رضایی و همکاران (۸) الگوی رشد سیاه‌ماهی نهر مادر سو پارک ملی گلستان در هر دو جنس ایزومتریک و صداقت و همکاران (۷) الگوی رشد را در هر دو جنس نر و ماده ایزومتریک گزارش کردند.

در مطالعه حاضر نسبت جنسی کل نمونه‌های صیدشده براساس ماده به نر در کل زمان نمونه‌برداری ۱ : ۰/۶۷ بود. حداقل و حداکثر آن ۱ : ۰/۱۵ (تیر) و ۱ : ۳/۸ (اسفند) بود. همچنین تغییرات این نسبت در ماه‌های مختلف از الگوی یکنواختی پیروی نمی‌کند (جدول ۱). پذیرا و همکاران (۳) با بررسی این ماهی در رودخانه‌های استان بوشهر کمترین میزان نسبت ماهیان نر به ماده در رودخانه حله (۰/۹۷) و بیشترین آنها را در رودخانه دالکی (۱/۲۱) اعلام کردند. بررسی‌های انجام‌شده در زمینه تعیین نسبت جنسی این‌گونه در نقاط مختلف ایران نشان می‌دهد این شاخص در رودخانه‌های مختلف و در طول سال متغیر است (۷، ۱۰، ۳، ۶، ۱۳). ترکمن و همکاران (۲۸) گزارش کردند غالب شدن نرها در طی فصل تکثیر احتمالاً به دلیل نیاز به وجود اسپرم بالغ به‌طور دائم در محل تکثیر است. در این مطالعه همزمان با افزایش تعداد ماهیان نر (اسفندماه)، فراوانی ماهیان در مراحل بالای رسیدگی و همچنین شاخص GSI افزایش یافت که می‌تواند نشان‌دهنده نقش ماهیان نر در تولیدمثل باشد (جدول ۱ و نمودار ۵). باقری و همکاران (۱۳۸۹) نیز در مطالعه خود بر ماهی شیربت رودخانه دالکی دریافتند تعداد ماهیان جنس نر در زمان بلوغ افزایش می‌یابد (۲). علاوه بر این تفاوت در نسبت جنسی در ماه‌های مختلف و کل سال می‌تواند ناشی از توقف طولانی‌تر ماده‌ها در منطقه تخم‌ریزی نسبت به نرها باشد (۲۴). علاوه بر این عوامل دیگری مثل تفاوت در زمان ادوات صید و موقعیت نمونه‌برداری (۲۰) و تفاوت رشد (۲۵). در بین جنس‌ها نیز در تغییر نسبت جنسی مؤثرند.

مطالعه روند توسعه گنادها اطلاعات دقیق و کامل‌تری در مورد فیزیولوژی تولیدمثل ماهیان می‌دهد که می‌تواند به

در اوایل پاییز می‌تواند نشان‌دهنده تغییرات وضعیت تغذیه این ماهی باشد (نمودار ۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد روند تغذیه تأثیر مستقیمی بر ضریب چاقی ماهی دارد (۲۹).

در این بررسی هم‌آوری مطلق سیاه‌ماهی به‌طور میانگین $27.08/63 \pm 24/18$ عدد تخمک و هم‌آوری نسبی آن به‌طور میانگین $22/08 \pm 14/71$ عدد تخمک به ازای هر گرم وزن بدن به دست آمد. عبدلی و کوهستان اسکندری (۱۰) میانگین هم‌آوری مطلق سیاه‌ماهی *C.c.gracilis* در پارک ملی گلستان را 39.07 عدد و هم‌آوری نسبی را براساس طول چنگالی به‌طور میانگین (میلی‌متر) $20/239 \pm 1/346$ و براساس وزن بدن (گرم) $35/095 \pm 2/676$ بیان کردند. راستا و همکاران (۵) نیز با بررسی شاخص‌های هم‌آوری *C.c.gracilis* ماده در رودخانه سفیدرود میانگین هم‌آوری مطلق را $1572/60 \pm 759/38$ عدد تخمک و میانگین هم‌آوری نسبی را $19/51 \pm 9/68$ گزارش کردند. همچنین ظاهرین و همکاران (۸) در حوالی مصب رودخانه شیررود تولیدمثل سیاه‌ماهی *C.c.gracilis* را مورد بررسی قرار دادند و میانگین هم‌آوری مطلق را در این ماهی $3562/56 \pm 1546/81$ تعیین کردند. وجود تفاوت در نتایج هم‌آوری گزارش شده در مناطق مختلف، می‌تواند به عواملی مانند تفاوت‌های ژنتیکی زیرگونه‌های مختلف و فاکتورهای محیطی مانند وجود غذا، تراکم جمعیت و تغییرات درجه حرارت نسبت مرتبط باشد (۳۰). در این تحقیق همبستگی مثبتی بین هم‌آوری مطلق و وزن بدن و وزن تخمدان سیاه‌ماهی مشاهده شد (نمودار ۷ و ۸). بطور معمول بین طول و وزن ماهی و هم‌آوری رابطه مثبت وجود دارد (۲۱). همچنین Hernández-Portocarrero و همکاران (۱۹) نیز در مطالعه خود گزارش کردند وزن ماهی *Brycon guatemalensis* همبستگی مثبتی با هم‌آوری مطلق و وزن تخمدان دارد.

در مجموع می‌توان گفت سیاه‌ماهی موجود در رودخانه شاپور دارای هم‌آوری نسبتاً پایینی بوده و صید بی‌رویه و

درک و پیشگویی تغییرات سالانه جمعیتی کمک شایانی کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد وضعیت تولیدمثلی و زمان تخم‌ریزی ماهیان را می‌توان با استفاده از شاخص‌هایی مانند گنادوسوماتیک (GSI) تعیین نمود (۲۳). در این مطالعه شاخص GSI از بهمن‌ماه افزایش یافت و در فاصله بین ماه‌های اسفند تا خردادماه حداکثر بود و سپس کاهش یافت. افزایش شاخص GSI نشان‌دهنده شروع فصل رسیدگی جنسی است و رسیدن به حداکثر و سپس کاهش آن نشان‌دهنده فصل تخم‌ریزی ماهی است. افزایش GSI در بهمن و به حداکثر رسیدن آن در اسفندماه نشان‌دهنده اوج رسیدگی سیاه‌ماهی است. از طرفی کاهش این شاخص در خردادماه می‌تواند به دلیل تخم‌ریزی این ماهی باشد. با توجه به نتایج شاخص رسیدگی جنسی می‌توان گفت فصل بهار زمان تولیدمثل سیاه‌ماهی موجود در رودخانه شاپور است. عبدلی و کوهستان اسکندری (۱۰) فصل تخم‌ریزی *C.c.gracilis* را ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد اعلام کردند. ظاهرین و همکاران (۸) اوج رسیدگی جنسی سیاه‌ماهی *C.c.gracilis* در رودخانه شیررود را اسفند و فروردین ذکر کردند. راستا و همکاران (۵) نیز با محاسبه شاخص هم‌آوری *C.c.gracilis* در رودخانه سفیدرود، بهار را فصل تولیدمثل این ماهی گزارش کردند. مقایسه نتایج فاکتور ضریب چاقی در این مطالعه نشان داد این شاخص در ماهی‌های نر و ماده در ماه‌های اردیبهشت و مهرماه حداکثر است و در تیرماه به حداقل خود می‌رسد (نمودار ۴). ضریب چاقی ماهیان رسیده به دلیل مصرف انرژی در طی فصل تخم‌ریزی کاهش می‌یابد (۱۴). مقایسه نتایج توزیع فراوانی مراحل مختلف توسعه غدد جنسی و نتایج فاکتور وضعیت نشان می‌دهد، افزایش ضریب چاقی در اردیبهشت‌ماه می‌تواند به دلیل بالاتر بودن مراحل رسیدگی جنسی در سیاه‌ماهیان نمونه‌برداری شده در رودخانه می‌باشد. همچنین کاهش این شاخص در تیرماه می‌تواند به علت تخم‌ریزی ماهیان و کاهش شاخص GSI باشد. افزایش شاخص ضریب چاقی

بالا را صید کرد. تحقیقات بیشتری در خصوص امکان تکثیر مصنوعی، پرورش، حفاظت، مدیریت و بازسازی ذخایر برای جلوگیری از خطر انقراض سیاه ماهی موجود در این رودخانه پیشنهاد می‌شود.

همچنین تخریب زیستگاه‌های این ماهی می‌تواند باعث کاهش ذخایر و تهدید این ماهی در آینده شود. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، فصل تکثیر این ماهی از اسفندماه می‌باشد و در صورت نیاز به تکثیر این ماهی می‌توان از اسفندماه از این رودخانه مولدین با مرحله رسیدگی جنسی

منابع

۱. اسماعیلی، ح.ر.، انصاری، ح.، و تیموری آزاد، ط.، ۱۳۸۶. مطالعه ساختارهای فلس سیاه‌ماهی *Capoeta damascina* با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره، مجله علوم و تکنولوژی، دوره ۳۱، شماره ۳، صفحات ۲۵۵-۲۶۲.
۲. باقری، ط.، هدایتی، ع.ا.، و عبدلی، ا.، ۱۳۸۹. مطالعه خصوصیات مرستیک، مورفومتریک، ساختار سنی و رشد ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه دالکی، مجله زیست‌شناسی ایران، دوره ۲۳، شماره ۳، صفحات ۳۸۹-۳۹۶.
۳. پذیرا، ع.، جواهری بابل، م.، و نیری، م.، ۱۳۹۰. بررسی ساختار جمعیت سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta intermedia* در رودخانه‌های استان بوشهر، اکوبیولوژی تالاب، دوره ۳، شماره ۲، صفحات ۶۹-۷۶.
۴. خیراندیش، آ.، عبدلی، ا.، و عبدلی، لیل، ۱۳۹۲. بررسی سن و رشد سیاه‌ماهی *Capoeta damascina* (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes 1842) در رودخانه دالکی استان بوشهر، مجله پژوهش‌های جانوری، دوره ۲۶، شماره ۴، صفحات ۴۲۵-۴۳۴.
۵. راستا، م.، خدادوست، ع.، خارا، ح.، و رهبر، م.، ۱۳۹۰. بررسی برخی خصوصیات زیستی و شاخصهای هم‌آوری سیاه‌ماهی ماده *Capoeta capoeta gracilis* در رودخانه سفیدرود، نشریه زیست‌شناسی شیل آمایش، جلد ۳، شماره ۲، صفحات ۴۱-۴۸.
۶. رضایی، م.، کمالی، ا.، حسن‌زاده کیایی، ب.، و شعبانی، ا.، ۱۳۸۶. بررسی سن، رشد و تولیدمثل سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta gracilis* نهر مادرسو پارک ملی گلستان در مقایسه با مطالعات and reproductive strategy in *Trisopterus luscus*, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 416-417, PP: 8-16.
۷. صدقت، ص.، و شامخی رنجبر، خ.، ۱۳۹۱. بررسی الگوی رشد سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta intermedia* در رودخانه دالکی، هفدهمین کنفرانس سراسری و پنجمین کنفرانس بین‌المللی زیست‌شناسی (استان کرمان)، صفحات ۱۴-۱۶.
۸. ظاهرین، م.، وطن‌دوست، ص.، قربانی، ر.، و نوروز رجبی، ع.، ۱۳۹۱. بررسی سن، رشد و تولیدمثل سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در رودخانه شیرود، استان مازندران، مجله پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، دوره ۱، شماره ۱. صفحات ۸۷-۱۰۰.
۹. عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران، موزه طبیعت و حیات‌وحش ایران (استان تهران)، صفحه ۳۷۸.
۱۰. عبدلی، ا.، و کوهستان اسکندری، س.، ۱۳۷۸. تولیدمثل طبیعی سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در نهر مادرسو پارک ملی گلستان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۶. صفحات ۳۸-۵۱.
۱۱. مقصودلو، ت.، پذیرا، ع.، و امامی، س.م.، ۱۳۸۷. بررسی تنوع زیستی ماهیان رودخانه شاپور، اولین همایش منطقه‌ای اکوسیستم‌های آبی داخلی ایران (استان بوشهر)، صفحه ۵.
۱۲. میرسنجری، م.، ۱۳۸۰. بررسی اثرات آلودگی فلزات سنگین (جیوه و سرب) بر روی آبزیان دریای مازندران، چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی یزد، صفحات ۷۳۶-۷۴۰.
13. Abdoli, A., Rasooli, P., and Mostafavi, H., 2008. Length-Weight relationships of *Capoeta capoeta capoeta* (Gueldenstaedt, 1772) in the Gorganrud River, south Caspian Basin, Journal of Applied Ichthyology. 24, PP: 96-98.
14. Alonso-Fernández, A., and Saborido-Rey, F., 2012. Relationship between energy allocation
15. Bagenal, T.B., and Tesch, F.W., 1978. Age and growth, In: Bagenal, T.B., Methods for assessment of fish production in freshwater,

- Third edition. Blackwell Scientific Publication, London, PP: 165-201.
16. Bănărescu, P., and Coad, B.W., 1991. Cyprinids of Eurasia, In: Winfield I.J., and Nelson, J.S., (eds), Systematics, biology and exploitation. Chapman and Hall, London, PP: 55-127.
 17. Bibak, M., Hosseini, S.A., and Izadpanahi, G.h.R., 2013. Length-weight relationship of *Capoeta capoeta intermedia* in shapor river and dalaki river in south of Iran, World Journal of Fish and Marine Sciences. 5, PP: 206-208.
 18. Coad, B.W., 2005. Freshwater fishes of Iran, At www.briancoad.com.
 19. Hernández-Portocarrero, A., Domínguez-Petit, R., and Soborido-Rey, F., 2015. Reproductive tactics of the freshwater fish *Brycon guatemalensis* (Teleostei: characidae) in the lake Nicaragua, Environmental Biology of Fishes. 98, PP: 535–546.
 20. Kesteven, G.L., 1942. Studies on the biology of *Mugil dobula*, Bull Council Science India Research Melbourne. 157, PP: 511-516.
 21. King, R.P., 1997. Lenth-fecundity relationship of Nigerian fish population, The ICLARM Quarterly. 20, PP: 29-33.
 22. Kraljevic, M., Dulcic, J., Pallaro, A., Cetinic, P., and Jug-Dujakovic, J., 1995. Sexual maturation, age and growth of striped sea bream, *Leiognathus mormyrus* on the eastern coast of the Adriatic sea, Journal of Applied Ichthyology. 11, PP: 1-8.
 23. Miranda, A.C.L., Bazzoli, N., Rizzo, E., and Sato, Y., 1999. Ovarian follicular atresia in two teleost species: a histological and ultrastructural study. Tissue & Cell, 31, PP: 480-488.
 24. Nicolsky, G.V., 1963. The ecology of fishes. Academic press, 325 p.
 25. Qasim, S. Z., 1966. Sex ratio in the fish population as a function of sexual difference in growth rate, Current Science. 35, PP: 140-142.
 26. Samaee, S.M., Mojazi Amiri, B., and Hosseini Mazinani, M., 2006. Comparision of *Capoeta capoeta gracilis* (Cyprinidae, Teleostei) populations in the south Caspian Sea River basin, using morphometric ratios and genetic markers, Folia zoologica. 55, PP: 323-335.
 27. Sedaghat, S., Saber, V., and Hashem, N., 2013. length-weight and length-length relationship of *Capoeta capoeta intermedia* in dalaki river bushehr, south of iran, World Journal of Fish and Marine Sciences. 5, PP: 271-274.
 28. Turkmen, M., Erdogan, O.A., and Akyurt, I., 2002. Reproduction tactics, age and growth of *Capoeta apoeta umbla* (Heckle, 1843) from the Akkale region of the Karasu River, Turkey. Fisheries Research, 54, PP: 317-328.
 29. TYLER, W.A., 1995. The adaptive significance of colonial nesting in a coral-reef fish, Animal Behaviour. 49, PP: 949–966.
 30. Wootton, R.J., 1995. Ecology of teleost fishes, Chapman and Hall, 404 p.

Reproductive biology of *Capoeta capoeta intermedia* (Cyprinidae, Teleostei) in Shapour River (Bushehr province), Iran

Hosseini A.¹, Sotoudeh E.¹, Mousavi Z.¹, Mohammadi M.² and Abbaszadeh A.¹

¹ Fisheries Dept., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, I.R. of Iran

² Persian Gulf Research Center, Bushehr, I.R. of Iran

Abstract

Reproductive biology of Siah mahi, *Capoeta capoeta intermedia* was studied by examining 330 individuals collected between November 2012 to October 2013, by regular monthly collections in the Shapour River, Iran. Overall female-male (F-M) sex ratio was 1:1.66 and their total length (TL) was 15 to 29 cm (19.83 ± 2.3) and 15.5 to 26 (19.85 ± 2) cm for females and males, respectively. The minimum and maximum weight of female and male calculated 36 to 250 g (93.4 ± 38) and 36 to 183.27 gr (87.24 ± 25.9), respectively. Reproductive period for this species is from February to June when GSI is considerably higher than the rest months. The absolute fecundity (AF) of *Capoeta capoeta* ranged from 105 to 8134 eggs per fish, with mean AF value of 2252.6 ± 310 eggs per fish, varying considerably at given length and weight and there was a positive linear correlation between AF with total weight ($p < 0.05$). According to gonadosomatic index (GSI), the reproductive period for this species in this river was from February to June when GSI was considerably higher than the rest months.

Key words: *Capoeta capoeta*, Reproductive biology, Maturation, Fecundity, Shapour River