Study of growth and reproductive characteristics of the female fish, *Capoeta damascina*, in Sezar River, Speiddasht, Lorestan Province

Sahar Safaeipour[1], Ahmad Gharzi[2, *] and Mohsen Abbasi[3]
1- Department of Biology, Faculty of Science, Lorestan University, Khorramabad
2- Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah
3- Department of Basic Science, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad

Received: 18 July 2021 Accepted: 18 January 2022

Key words

Capoeta damascina
Gonadosomatic index
Length-Weight relationship
Sezar River

Abstract

In this survey length-weight relationships, gonadosomatic index (GSI) and histological characters of gonad were investigated in female fish Capoeta damascina. For doing that, sampling was performed monthly from Sezar River in vicinity of Sepiddasht town, lorestan during nine months from October 2012 to June 2013. After sampling the specimens were transferred to a laboratory where biometric measurements were first executed. Later, the gonads were dissected and after measuring dimensions they were processed for histological examinations. Data obtained from biometric assays demonstrated that a negative allometic growth pattern observed in this species. Moreover, the greatest value of GSI is seen in May. In addition, histological surveys showed that the ovary is saccular and six distinct stages can be distinguished during development of oocytes. Results provided here indicated that during the autumn and the winter the oocytes grow and differentiate whereas the spring, specifically May, is the phase of short-time spawning.

* Email: ahgharzi@yahoo.com

مطالعه رشد و ویژگی‌های تولید مثلی جنس مادۀ ماهی *Capoeta damascina* در رودخانه سزار سپید دشت، استان لرستان

سحر صفائی پور [۱]، احمد قارزی [۲،*] و محسن عباسی [۳]

۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان، خرم آباد

۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه

۳- گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم آباد

دریافت: ۲۸ تیر ۱۴۰۰ پذیرش: ۲۸ دی ۱۴۰۰

واژه‌های کلیدی

Capoeta damascina
شاخص گنادوسوماتیک
رابطۀ طول- وزن
رودخانه سزار

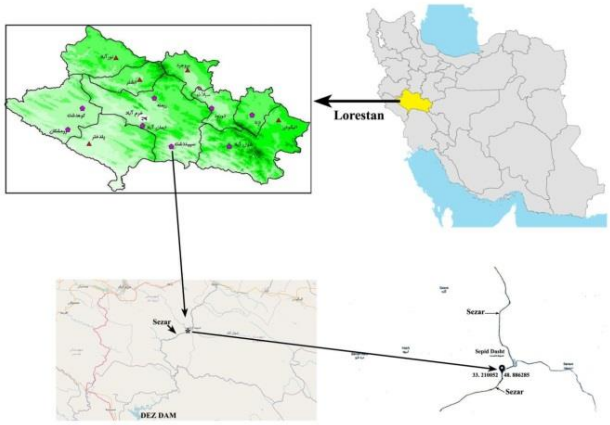
چکیده

در این مطالعه رابطۀ طولی- وزنی، شاخص گنادوسوماتیک و ویژگی‌های بافت‌شناسی غدد تناسلی جنس ماده *Capoeta damascina* مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور ۴۲ نمونه بطور ماهیانه و به مدت نه ماه طی آبان ماه ۱۳۹۱ تا تیرماه ۱۳۹۲ از رود خانه ی سزار سپیددشت در استان لرستان صید شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و اندازه گیری طول و وزن تشریح گردیده و غدد تناسلی آنها خارج گردید. غدد تناسلی ابتدا بیومتری شده و پس از آن برای مطالعات میکروسکوپی از مراحل مختلف پاساژ بافتی و رنگ آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین گذرانده شدند. اطلاعات بدست آمده از بررسی‌های بیومتری نشان داد که بین طول و وزن این ماهی یک رابطۀ آلومتریک منفی برقرار است. همچنین مشخص گردید که اوج شاخص گنادی این ماهی در این رودخانه در اردیبهشت ماه اتفاق می‌افتد.به علاوه، مطالعات بافت شناسی نشان داد که تخمدان از نوع کیسه‌ای است و شش مرحله در طول فرآیند رشد و نمو اووسیت‌ها در آن قابل تشخیص است. نتایج بدست آمده مشخص کرد که پائیز و زمستان زمانی است که اووسیت‌ها در حال رشد و تمایز هستند ولی بهار و بویژه اردبهشت ماه زمان رسیده شدن تخمک‌ها و فصل تخم ریزی کوتاه مدت این ماهی است.

* پست الکترونیکی: ahgharzi@yahoo.com

مقدمه

رودخانه سزار که گاهی به آن "آب دز" نیز می‌گویند، از شاخه‌های رودخانه دز است که خود نیز شاخه ای از رودخانه کارون به شمار می‌رود و یکی از بزرگترین رودخانه‌های زیر حوضه کارون بزرگ در استان لرستان است (شکل ۱). طول مسیر این رودخانه به انضمام رودخانه دز از بروجرد تا بند قیر۵۱۵ کیلومتر و شیب آن ۰/۴ درصد و وسعت حوضهٔ آبگیر آن ۲۲۱۰۰ کیلومتر مربع است. میانگین آبدهی سالانه این رودخانه ۷/۳۹۶ میلیون متر مکعب و میانگین بارندگی سالیانه آن ۶۸۰ میلی‌متر است. رودخانه سزار دارای ماهیان فراوانی است که از نظر تنوع گونه‌های نیز چشمگیر هستند .ماهیان این رودخانه از ارزش اقتصادی و اکولوژیکی بالایی برخوردار هستند (Johari، ۲۰۰۸) .از ماهیان این رودخانه علاوه بر سیاه ماهی می توان به گونه‌هایی از خانواده کفال ماهیان، ماهیان کف زی،کپور ماهیان و گربه ماهیان اشاره کرد. در این پژوهش نمونه‌ها از بخشی از این رودخانه که از شرق شهرستان سپید دشت عبور میکند صید و مطالعه شدند.



شکل ۱. موقعیت رودخانهٔ سزار نسبت به سپید دشت، پیکان محل نمونه‌برداری (N "۰/۵۲ '۲۱ °۳۳ و E "۶۲/۸۵ '۸۸ °۴۸). را مشخص می‌کند

ماهیان جنس *Capoeta* از خانوادهٔ کپور ماهیان (Cyprinidae) یکی از فراوان ترین ماهیان آب شیرین در ایران هستند. اعضای این جنس که با نام سیاه ماهیان نیز شناخته می‌شوند با بیش از ۲۰ گونه در آفریقا، آسیای میانه، سوریه، ترکمنستان، حوضه‌ی دریاچه‌ی آرال، شمال هند، جنوب چین و در تمام ایران به جز دریاچه‌ی هامون و رودخانه‌ی سرباز بلوچستان پراکندگی دارند (Coad، ۲۰۱۴). غذای این ماهیان گیاهان چسبیده به بستر رودخانه است که اصطلاحا پریفیتون نامیده می شوند (Turan، ۲۰۰۸) از میان گونه‌های این جنس گونه *Capoeta damascina* دارای بیشترین پراکنش در اکوسیتم‌های آبی ایران می‌باشد. زی توده بالای این ماهی در آب‌های داخلی سبب شده مطالعه‌ی ویژگی‌های زیستی و کوشش در جهت معرفی آن به سیستم پرورشی برای مصارف انسانی از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد (Dumann، ۲۰۰۴). لیکن عدم پراکنش این ماهی در قاره‌های اروپا و امریکا سبب شده که این گونه از دسترس محققان این مناطق دور مانده و بیشتر جنبه های زیستی آن تا حدودی به صورت مبهم باقی بما**ند.** با این وجود بدلیل پراکنش گسترده آن در کشورهای غرب آسیا این گونه مورد توجه پژوهشگران این کشورها واقع شده و برخی از ویژگیهای زیست‌شناختی آن مورد مطالعه قرار گرفته است. در این راستا تحقیقاتی بر روی شاخص-هایی همچون رژیم غذایی، پازازیت‌ها، رابطهٔ طول و وزن، بافت شناسی اندام‌های داخلی، پارامترهای خونی، ساختار

فلس آن توسط محققین داخلی (Esmaeili و همکاران، ۲۰۰۷؛ Raissi و Ansari، ۲۰۱۲؛ Keivany و همکاران، ۲۰۱۵؛ Shahbazi و همکاران، ۲۰۱۵؛ بهرامی کمانگر و همکاران، ۱۳۹۱؛ اسدی و قارزی، ۱۳۹۴؛ عبدلی، ۱۳۹۵) و پژوهشگران کشورهای همجوار و نزدیک (Abdullah، ۲۰۰۹؛ Rasheed، ۲۰۱۲) صورت پذیرفته است. یکی از مهمترین ویژگی‌های بیولوژیکی هر گونه جانوری به ویژه ماهیان ویژگی‌های تولید مثلی است چرا که اساس و پایهٔ برنامه‌های مدیریت، حفاظت و پرورش ماهیان را برای مقاصد مختلف تشکیل می‌دهد. در همین رابطه پژوهش‌هایی نیز روی برخی از جنبه‌های دستگاه تولید این ماهی در ایران در چند حوضهٔ آبی صورت گرفته است (Asadollah و همکاران، ۲۰۱۱؛ Bahrami Kamangar و همکاران۲۰۱۵، Soofiani و Asadullah،۲۰۱۰؛ Stoumboudi؛ و همکاران، ۱۹۹۶). لیکن از آنجا که تفاوت‌های جغرافیایی، اکولوژیکی و آب وهوایی روی استراتژی تولید مثل گونه‌ها تاثیر می‌گذارند ممکن است بسیاری از اطلاعات بدست آمده از نمونهٔ موجود در یک آشیان بوم شناختی با اطلاعات نمونهٔ موجود در آشیان دیگر مطابقت نداشته باشد. از اینرو در این مطالعه به شاخص‌های تولید مثلی جنس ماده گونه *Capoeta damascina* که در رودخانهٔ سزاز و در موقعیت شرقی سپید دشت زیست می‌کند، پرداخته شد تا از این طریق به دانش خود در رابطه با ساختار بافت شناسی تخمدان، چگونگی انجام اووژنز، زمان اوج تخم ریزی و شاخص گنادی این گونه افزوده شود.

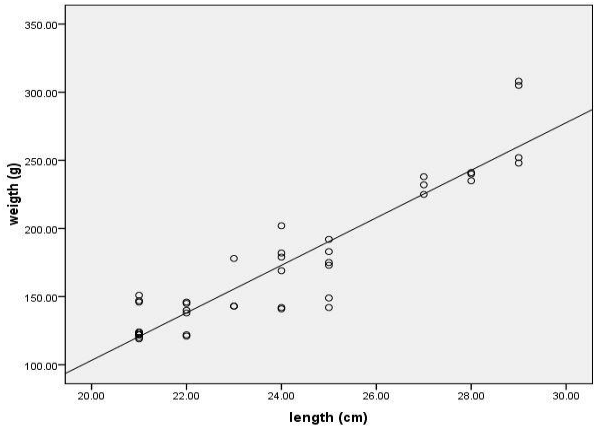
مواد و روش ها

نمونه‌برداری به صورت ماهیانه به مدت نه ماه در فاصله زمانی آبان ماه ۱۳۹۱ تا تیر ماه ۱۳۹۲ در رودخانه سزار در مختصات جغرافیایی (N ۰/۵۲" ۲۱ '۳۳° و E ۶۲/۸۵" ۸۸ '۴۸°) و ارتفاع ۱۰۰۴ متری از سطح دریا واقع در جنوب شرقی شهرستان سپید دشت صورت گرفت انجام گرفت. برای صید نمونه‌ها از تور ماهیگیری سفره‌ای با اندازه‌های چشمی ۱۰mm–۸۰ استفاده شد. در کل تعداد ۴۲ نمونه در این پژوهش صید و مطالعات روی آنها صورت گرفت. پس از صید، نمونه‌ها در فلاسک حاوی یخ قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آنجا با استفاد از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱گرم وزن و همچنین با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ طول کل هر نمونه اندازه-گیری شد. برای بدست آوردن رابطهٔ طولی–وزنی از فرمول $W=aL^b$ استفاده شد که در آن W وزن بر حسب گرم، L طول بر حسب سانتی متر، a ضریب ثابت و b شیب خط رگرسیون می‌باشد (Bagenal، ۱۹۷۸؛ شریفیان ۱۳۹۴؛ شریفیان و همکاران، ۱۳۹۹). سپس هر نمونه تشریح شده و با بررسی غدد تناسلی با چشم غیر مسلح جنسیت آن مشخص گردید. در مواردی که تعیین جنسیت با چشم امکان پذیر نبود اینکار با کمک استریومیکروسکوپ انجام می‌گرفت. پس از تشخیص جنسیت نمونه‌های نر از این مطالعه کنار گذاشته شدند ولی در مورد نمونه‌های ماده غدد تناسلی با استفاده از وسایل ظریف تشریح بطور کامل جدا گردیده و وزن ابعاد آنها اندازه‌گیری شد. از اعداد بدست آمده برای تعیین شاخص گنادوسوماتیک یا بطور خلاصه شاخص گنادی (Gonadosomatic index (GSI) بر اساس فرمول زیر استفاده شد (Biswas، ۱۹۹۳) . GSI= وزن گناد/وزن کل × ۱۰۰. این شاخص معیاری است که وضعیت و شرایط حیوان را از نظر تکوین و بلوغ جنسی نشان میدهد و بطور وسیعی بویژه در ماهیان برای تعیین زمان تولید مثل استفاده میشود. سپس اعداد بدست آمده با نرم افزار Excel 2013 و برای مقایسه‌های جفتی بین گروه‌ها از آزمون توکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پس از اندازه‌گیری غدد جنسی برای تثبیت شدن به ظرف حاوی فرمالین نمکی ۱۰٪ منتقل شدند. غدد تثبیت شده متعاقباً برای مطالعات میکروسکوپی از مراحل آبگیری با اتانول، شفاف سازی با گزیلول و قالب گیری با پارافین عبور داده شدند. قالب‌های پارافینی حاوی نمونه‌های بافتی سپس با میکروتوم دوار به ضخامت ۷ میکرون برش داده شدند و برشها در نهایت با

روش هماتوکسیلین-ائوزین رنگ آمیزی گردیدند (قارزی و همکاران، ۱۳۹۲). اندازه‌گیری قطر تخمک در برشهای بافتی با کمک گراتیکول مدرجی که بر روی عدسی چشمی میکروسکوپ تعبیه می‌شد انجام گرفت.

نتایج

رابطهٔ طولی-وزنی: در بررسی طولی نمونه‌ها میانگین طول کل ماهیان ماده ۳/۳ ±۲۵/۱۱ سانتی متر با حداقل طول ۲۱ و حداکثر طول ۲۸/۲ سانتی متر بدست آمد. میانگین وزن ماهیان نیز ۸۴/۷۳ ±۱۹۰/۱۹ گرم و با حداقل وزن ۱۱۰ گرم و حداکثر وزن ۳۲۰ گرم ثبت گردید. رابطه طولی-وزنی برای ماهیان $W=۰/۰۴۱۰۶۷ L^{۲/۶۰}$، R =۰/۹۲ بدست آمد (شکل ۲). با توجه به اینکه مقدار b کمتر از سه می-باشد، بنا به فرمول مشخص می‌شود الگوی رشد برای این ماهیان از نوع آلومتریک منفی است، یعنی اینکه رشد وزن در مقایسه با رشد طول کندتر صورت می‌پذیرد.

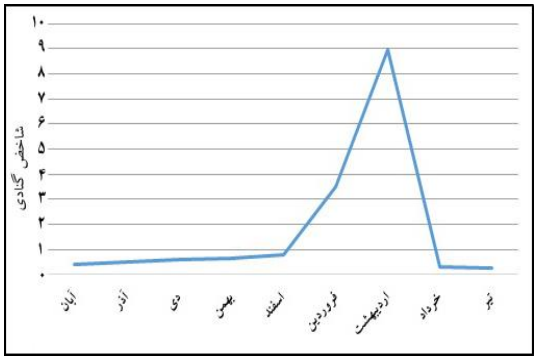


شکل ۲. رابطه طولی-وزنی در سیاه ماهی ماده

نوسانات شاخص گنادوسوماتیک: دامنه‌ی این شاخص در نمونه‌ها بین ۰/۱۸ تا ۸/۹۷ درصد متغییر بود (جدول ۱). بررسی این شاخص با استفاده از آزمون توکی در سطح (0.05 P≤) نشان می‌دهد که میانگین این شاخص از آبان ماه تا اسفند ماه فاقد رشد معنی داری است اما این شاخص در فروردین و اردیبهشت ماه افزایش معنی داری (0.05 P≤)را نشان می‌دهد (**شکل ۳**). حداکثر مقدار شاخص گنادی در اردیبهشت ماه دیده می‌شود ولی در خرداد ماه روند کاهشی را طی می‌کند.

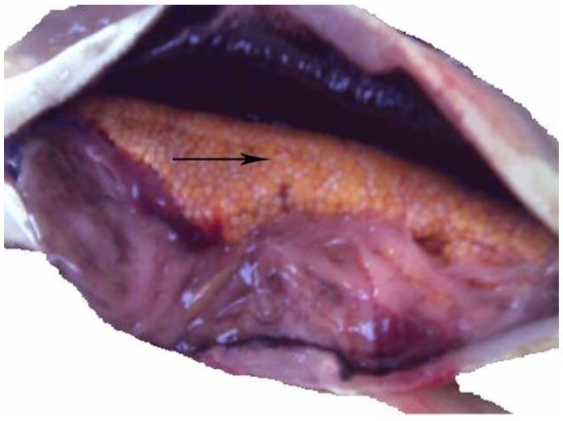
جدول ۱. مقایسه میانگین تغییرات شاخص گنادی با خطای استاندارد در ماهی *Capoeta damascina* ماده طی ماه‌های آبان تا تیر (۱۳۹۲-۱۳۹۱)

ماه	شاخص گنادی
آبان	۰/۳۸±۰/۱۵
آذر	۰/۴۸±۰/۱۲
دی	۰/۵۷ ±۰/۰۴
بهمن	۰/۶۳ ± ۰/۱۱
اسفند	۰/۸ ±۰/۰۸
فروردین	۳/۵۲±۰/۴۰
اردیبهشت	۸/۹۷±۰/۱۴
خرداد	۰/۲۸±۰/۰۲
تیر	۰/۲۵±۰/۰۴



شکل ۳. تغییرات شاخص گنادی در سیاه ماهی ماده در فاصله زمانی آبان تا تیرماه (۱۳۹۲-۱۳۹۱)

ویژگیهای تشریحی و بافت شناسی دستگاه تناسلی: ماهی ماده دارای یک جفت تخمدان است که در دو طرف کیسهٔ شنا قرار می‌گیرند. تخمدان‌ها از نوع کیسه‌ای بوده یعنی اینکه دارای یک حفرهٔ میانی می‌باشند که توسط اپی-تلیوم زاینده مفروش می‌شود. این حفره در نتیجهٔ بدام افتادگی بخش کوچکی از حفرهٔ عمومی (سلوم) توسط تخمدان و یا در اثر حفره دار شدن ثانویه ایجاد می‌گردد. به این حفره تخم‌های رسیده تخلیه می‌شوند. حفرهٔ مذکور در ارتباط پیوسته و مستقیم با اویدوکت یا لولهٔ تخمک بر می-باشد. دو لولهٔ تخمک بر خارج شده از تخمدان‌ها در بخش انتهایی مسیر خود به هم پیوسته و از طریق یک مجرا به منفذ ادراری تناسلی می پیوندند. تخمدان‌ها در سیاه ماهی در مرحله‌ی نابالغ (تیر-آبان) کوچک، باریک و نیمه شفاف هستند وتخمک‌ها موجود در آن با چشم غیرمسلح قابل تشخیص نیستند. میانگین وزن تخمدان‌ها در این زمان ۰/۰۹ ±۰/۸۴گرم وزن دارند. در مرحله‌ی بلوغ تخمدان‌ها بزرگ و ظاهری دانه دار دارند که این حالت دانه‌داربه علت وجود تخمک‌های بزرگ و رسیده است و تخمک‌ها به خوبی دیده می شوند . این مرحله در فاصلهٔ زمانی فروردین-اردیبهشت دیده می‌شود و میانگین وزن تخمدان‌ها در این موقع ۵/۱۲ ± ۱۱/۲۰۴ گرم می‌باشد (شکل ۴). تخمدان‌ها در مرحله‌ی رسیده بسیار حجیم شده و حدود دو سوم حفرهٔ شکمی را در بر می‌گیرند. تخمدان‌ها در مرحله‌ی تخلیه که در خرداد ماه دیده می‌شوند دارای تعداد کمی تخمک بوده و حالتی سست وچروکیده دارند.



شکل ۴. نمای ظاهری تخمدان در سیاه ماهی در اریبهشت ماه

مشاهدات میکروسکوپی: بررسی برشهای بافتی تهیه شده از تخمدان در ماههای مختلف نمونه‌برداری نشان داد که طی فرآیند اووژنز یا تکوین اووسیت‌ها شش مرحله در تخمدان (Asadollah و همکاران ۲۰۱۱) قابل تشخیص است:

مرحله‌ی رشد اولیه (Primary growth) اووسیت‌ها

تخمدان بصورت اووگونی هستند و از نظر اندازه عمدتاکوچک بوده و دارای یک هسته‌ی بزرگ وکروی می‌باشند که بیشتر حجم سلول رااشغال می‌کند. سیتوپلاسم به شدت بازوفیلی است و طی رنگ آمیزی با رنگ بنفش تیره به خود می‌گیرد. سلول‌ها در این مرحله با اتصالات سلولی بسیار محکم به هم متصل هستند. قطرسلول دراین مرحله درحدود۱۴۰میکرومتر است. (شکل ۵A).

مرحله‌ی هستک کناری(Perinucleolar): انتقال از مرحله‌ی نابالغ به این مرحله بسیار سریع رخ می‌دهد. در این مرحله اووسیت‌ها از نظر اندازه بزرگ شده، سیتوپلاسم افزایش یافته و دارای هستک‌های متعددی است. در این زمان تعدادی از هستکها به دیواره‌ی داخلی پاکت هسته‌ای می‌چسبند. در این مرحله ذرات چربی به شکل حفره‌های توخالی درون سیتوپلاسم سلول مشاهده می‌شوند. از بیرون اووسیت‌ها توسط یک لایه سلولهای فولیکولی احاطه می‌شوند. به این مرحله مرحله‌ی بازگشتی نیز گفته می‌شد زیرا تخمدان پس از مرحلهٔ تخم ریزی به این مرحله باز می‌گردد و فرآیند اووژنز را از سر می‌گیرد. در این مرحله قطر سلول‌ها بین ۲۸۳ تا ۳۰۰میکرومتر می‌باشد (شکل ۵B).

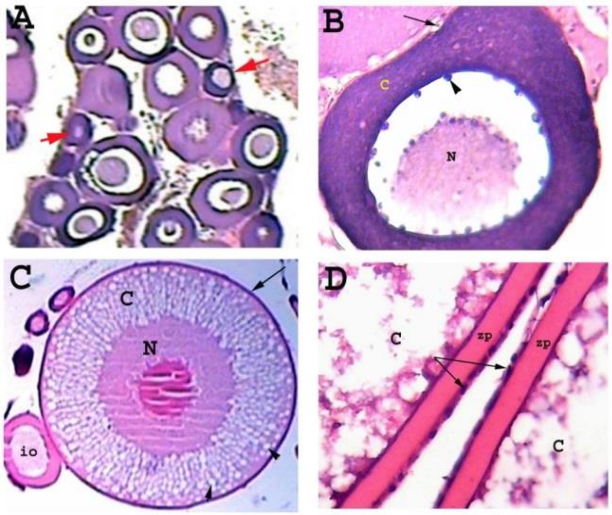
مرحلهی وزیکولی یا آلوئل قشری (Vesiclular) این مرحله با ظهور وزیکول‌ها قابل تشخیص است. وزیکول‌ها ابتدا در حاشیه‌ی سیتوپلاسم ردیف می شوند و سپس تمام سیتوپلاسم را پر می‌کنند (شکل ۵C). سپس با ظهور زرده پروتئینی و فشاری که به آنها وارد می شود به حاشیه رانده می‌شوند و تشکیل لایه‌ی نازکی متشکل از حباب‌های کوچک به نام آلوئل قشری را می‌دهند. در این مرحله زونا رادیاتا قابل مشاهده می‌شود. این ناحیه به وسیله‌ی لایه‌ای از سلول‌های فولیکولی محصور می شود (شکل ۵D). در این مرحله غشاء هسته چین خورده و نوکلئوپلاسم ائوزینوفیل است. همزمان میزان اسیدوفیلی اووپلاسم افزایش می‌یابد. قطر سلول در این زمان به ۵۰۰ میکرومتر نیز می‌رسد.

مرحله‌ی زرده سازی(Vitellogenesis) در این مرحله نیز قطر اووسیت و هستهٔ آن افزایش یافته و مقدار وزرده پروتئینی به بیشترین حد خود می‌رسد به طوری که بیشترین حجم اووسیت را اشغال می‌کند. زرده پروتئینی همان زرده‌ی اصلی ماهیان استخوانی است که در رنگ آمیزی با هماتوکسیلین- ائوزین به رنگ قرمز در می‌آید. پیش ساز این زرده یک مولکول فسفو پروتئینی به نام ویتلوژنین است که توسط کبد ساخته و توسط خون به تخمدان حمل می شود. در سیاه ماهی این زرده‌ی پروتئینی به شکل قطرات جدا ازهم می‌باشد، بنابراین در این گونه زرده ازنوع غیرمتراکم می‌باشد. در این مرحله ضخامت زونا رادیاتا افزایش می‌یابد (شکل ۶A).

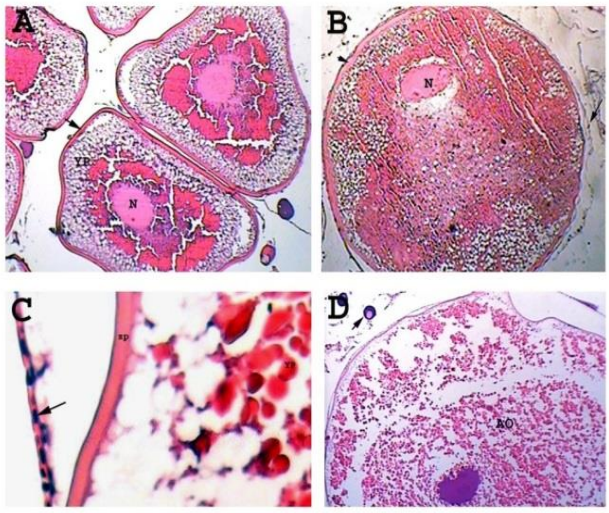
مرحله‌ی رسیدگی یا تخمک گذاری(Ovulation): مشخصه‌ی اصلی این مرحله مهاجرت هسته از مرکز سلول به سمت قطب حیوانی است (شکل ۶B). دراین مرحله تعداد دانه‌های زرده به شدت افزایش می یابد و در نهایت بهم متصل شده و توده‌ی متراکمی را تشکیل می‌دهند. دراین زمان زونا رادیاتا ضخیم شده و لایه‌ی سلولهای فولیکولی پیرامون آن که ازنوع مکعبی از اووسیت فاصله می‌گیرد (شکل ۶C). در این مرحله تخمک‌ها در اثر جذب آب کاملا شفاف به نظر می‌رسند و در نهایت به حفره‌ی داخلی تخمدان آزاد می شوند. قطر تخمک‌ها در این زمان ۱۸۰۰میکرون می باشد (جدول ۲).

مرحله‌ی بازجذب (Resorption): تخمدان دارای دو گروه سلول می‌باشد یک گروه با اندازهٔ کوچک که همان اووگونی‌ها (مرحلهٔ رشد اولیه) هستند و گروه دیگر با اندازهٔ بزرگ که در واقع اووسیت‌های رسیده‌ای هستند که نتوانسته‌اند مرحلهٔ تخمک گذاری را پشت سر بگذرانند. این اووسیت‌های بزرگ در این مرحله تحلیل رفته و دچار آتروفی می‌شوند (شکل ۶D). طی فرآیند آتروفیه شدن زونا رادیاتا چین‌خورده شده و پاره می‌شود و سپس سلولهای فولیکولی به داخل آن هجوم آورده و مواد زرده‌ای موجود در اووپلاسم را جذب می‌کنند و از باقیمانده اووسیت آتروفی شده یک جسم متراکمی بنام جسم آتروفیه ایجاد

می کنند.



شکل ۵. میکروگراف‌های تهیه شده از تخمدان در مراحل مختلف رسیدگی اووسیت‌ها. (A) مرحلهٔ رشد اولیه (پیکان‌ها). (B) مرحلهٔ هستک کناری (نوک پیکان). (C) مرحله وزیکول قشری، پیکان زونا رادیاتا و نوک پیکان‌ها وزیکول‌ها را مشخص میکند. (D) نمای بزرگتر از زونا رادیاتا (zp) اووسیت مرحلهٔ وزیکول قشری، پیکان‌ها سلولهای فولیکولی را نشان میدهد. سیتوپلاسم (c)، هسته (N)، اووسیت مرحلهٔ هستک کناری (io). رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین. بزرگنمایی در A، ۴۰ برابر، در B و C، ۱۰۰ برابر و در D، ۴۰۰ برابر.



شکل ۶. فتومیکروگراف‌هایی از مراحل رسیدگی اووسیت‌ها در تخمدان. (A) مرحلهٔ زرده سازی. (B) مرحلهٔ تخمک گذاری (نوک پیکان در A و B زونا رادیاتا را نشان می‌دهد). (C) جدا شدن لایهٔ سلولهای فولیکولی (پیکان) از زونا رادیاتا (zp) در مرحلهٔ رسیدگی. (D) اووسیت در حال آتروفیه شدن، پیکان یک فولیکول در مرحلهٔ رشد اولیه نشان میدهد. (AO). هسته (N)، پلاکهای زرده ای (YP). رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین. بزرگنمایی در A، B و D، ۱۰۰ برابر و در C، ۴۰۰ برابر.

جدول ۲. مقایسه میانگین تغییرات قطر اووسیت‌ها در مراحل مختلف رسیدگی طی ماههای مختلف. هر چه قطر اووسیتها بیشتر باشد حیوان به زمان اوج فعالیت تولید مثلی نزدیک است.

ماه	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
تعداد نمونه	۶	۵	۴	۴	۴	۶	۴	۵	۴
قطر اووسیت (µm)	۱۵۰±۳۴	۱۷۸±۴۲	۲۸۰±۲۹	۳۰۰±۴۳	۵۰۳±۶۵	۱۱۰۰±۱۲۱	۱۸۰۰±۱۰۹	۲۴۰±۲۸	۱۴۰±۱۹

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار b در معادلهٔ رابطهٔ طولی–وزنی کمتر از ۳ و برابر با ۲/۶۰ می‌باشد. مشخص شده (Begnal و Tesch، ۱۹۷۸) که بین طول و وزن ماهیان یک رابطهٔ نمائی برقرار می‌باشد، مقدار b در این رابطه معرف رشد ایزومتریک یا آلومتریک گونه است. از آنجا که افزایش طول در سه بعد طول، عرض و ضخامت ماهی اتفاق می‌افتد ولی وزن فقط در یک بعد افزایش می‌یابد بنابراین وزن متناسب با توان سوم طول افزایش می‌یابد. با توجه به این مسئله اگر مقدار عددی b بزرگتر از سه باشد به این معنی است که وزن نسبت به طول افزایش بیشتری دارد و اگر کمتر از ۳ باشد برعکس. وجود هر دو حالت فوق نشان دهندهٔ رشد آلومتریک است. تنها در صورتی که مقدار b برابر با سه باشد رشد ایزومتریک خواهد بود (Begnal وTesch، ۱۹۷۸). از آنجا که در گونهٔ مورد مطالعه مقدارb کمتر از ۳ بدست آمد مشخص می‌شود که در آن رشد از نوع آلومتریک است و رشد وزن در مقایسه با طول کندتر صورت می‌گیرد. رشد آلومتریک در خصوص بسیاری از گونه‌های جنس سیاه ماهی در موقعیت‌های جغرافیایی مختلف گزارش شده است (Patimar وFarzi، ۲۰۱۱). لیکن در گونهٔ سیاه ماهی *Capoeta capoeta* ساکن نهر مادر سو در استان گلستان رشد ایزومتریک نیز گزارش شده است (رضایی و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در اعضای این جنس هم رشد ایزومتریک و هم آلومتریک مشاهده می‌شود. رابطهٔ طول و وزن در جمعیت-های مختلف اغلب نشان‌دهندهٔ استراتژی خاص آن جمعیت در مصرف انرژی است و تنوع در مقدار ضریب b در مناطق مختلف پراکنش یک گونه به عنوان تنوع درون جمعیتی تفسیر می‌گردد (Przybylski، ۱۹۹۶). البته تنوع در مقدار b حتی در افراد یک جمعیت و بین جنس نر و ماده نیز ممکن است وجود داشته باشد (Patimarو Mohammadzadeh، ۲۰۱۱). همانطور که در بالا اشاره شد بخشی از این تفاوت ناشی از تفاوت‌های اکولوژیکی است و بخشی از آن هم به خصوصیات فیزیولوژیکی و ژنتیکی ماهی برمی‌گردد.

علاوه بر رابطه طولی وزنی، نتایج این مطالعه مشخص کرد که اوج شاخص گنادی و همچنین تخم‌ریزی در سیاه ماهی ساکن رودخانه سزار در اردیبهشت ماه اتفاق می‌افتد. نوسانات شاخص رسیدگی گناد روشی غیرمستقیم برای تخمین فصل تخم ریزی درماهیان است و امروزه تعیین وضعیت تولید مثلی و زمان تخم ریزی در ماهی با استفاده ازشاخص‌های گنادوسوماتیک کاملا به اثبات رسیده است (Biswas، ۱۹۹۳). در ماهیان بطور معمول در طی فرآیند

رشد و رسیدگی تخم‌ها اندازهٔ غدد جنسی افزایش می‌یابد ولی پس از مرحله‌ی تخم ریزی گنادها کوچک شده و وارد مرحله‌ی استراحت می‌شوند (Malcolm، ۱۹۹۵). با توجه به رابطه‌ی شاخص گنادی هرچه وزن گنادها بیشترباشد شاخص گنادی نیز بیشتر است. افزایش وزن گناد می‌تواند ناشی از افزایش تعداد و یا اندازهٔ سلول‌های جنسی باشد. از اینرو این شاخص به نوعی مشخص کنندهٔ وضعیت تکوینی سلول‌های جنسی (اووسیت‌ها یا تخمک‌ها) می‌باشد و کاهش آن منعکس کنندهٔ از دست رفتن این سلول‌ها و یا بعبارتی تخلیهٔ گناد از سلولهای جنسی باشد. این تفاسیر با اطلاعات به دست آمده در این تحقیق همخوانی دارد به گونه‌ای که اوج شاخص گنادی برای جنس ماده در اردیبهشت ماه می‌باشد. در این گونه تا قبل از آزاد شدن تخمک‌ها (اردیبهشت ماه) وزن گناد معمولا افزایش می‌یافت ولی پس از آن کاهش آشکاری در وزن گناد مشاهده می‌شد. در یک مطالعهٔ دیگر بر روی همین گونه که در رودخانهٔ زاینده رود صورت گرفته نیز مشخص شده که اوج شاخص گنادی و تخم‌ریزی در آنجا هم در اردیبهشت ماه مشاهده می‌شود (Abdollah و همکاران، ۲۰۱۱). از طرفی در پژوهشی که روی این گونه در رودخانهٔ قشلاق در غرب سنندج صورت گرفته مشخص شده اوج شاخص گنادی دیرتر یعنی در خرداد ماه مشاهده می‌شود (Bahrami Kamangar و همکاران، ۲۰۱۵) ولی در نمونهٔ ساکن رود اردن این اتفاق زودتر یعنی طی ماههای بهمن تا فروردین مشاهده می‌شود (Fishelson و همکاران، ۱۹۹۶). تمام این تغییرات نشان دهندهٔ این است که تغییرات آب و هوایی و اکولوژیکی روی زمان و دورهٔ تولید مثلی ماهیان تاثیر گذار است و ماهیان نیز همچون سایر موجودات زنده برای رسیدن به حداکثر موقعیت در بقاء نسل فرآیند تولید مثل خود را با تغییرات محیط و بویژه دما هماهنگ می‌کنند بطوریکه در مناطق گرم‌تر زمان تخم‌ریزی زودتر (Fishelson و همکاران، ۱۹۹۶؛ Khalaf، ۱۹۸۷) و در مناطق سردتر این اتفاق دیرتر صورت می‌گیرد (Bahrami Kamangar و همکاران، ۲۰۱۵؛ Sen و همکاران، ۲۰۰۸).

علاوه بر این، آنچه که از نتایج این مطالعه مشخص شد این بود که تخم ریزی در این گونه یکبار در سال صورت می‌گیرد و این با نتایجی که از تحقیقات مشابه روی این گونه و یا سایر گونه‌های جنس سیاه ماهی (*Capoeta*) در سایر نقاط صورت گرفته هماهنگی نشان می‌دهد (Ozcan و Balik، ۲۰۰۹؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۶). البته در این تحقیق مشاهده شد که در بعضی موارد تخمکهای بزرگ و کوچک همزمان در تخمدان مشاهده می‌شوند ولی این نیز دلیل برعدم یکبار تخم ریزی در سال نیست زیرا در تعدادی ماهیان تخمک‌های کوچک بعد از تخم ریزی در تخمدان باقی مانده و به تدریج بازجذب می شوند. همچنین نزول سریع نمودار شاخص گنادی از اردیبهشت به خرداد دلیل بر کوتاه بودن دوره‌ی تخم ریزی این گونه می‌باشد.

مطالعات میکروسکوپی نیز مشخص کرد که مطابق با سایر گزارشات در جریان اووژنز شش مرحله در تخمدان قابل تشخیص است (Koc و همکاران، ۲۰۰۸؛ Adou-Seedo و همکاران، ۲۰۰۳). البته زمان مشاهدهٔ این مراحل بسته به شرایط جغرافیایی گونه متفاوت است ولی بطور کلی این مراحل در نمونه‌های ساکن در عرض‌های جغرافیایی جنوبی‌تر زودتر از همنوعان خود در نواحی شمالی‌تر اتفاق می‌افتد. در این مطالعه کوچکترین اووسیت‌ها با قطر ۱۴۰ میکرومتر در طی ماه تیر مشاهده شد که با قطر گزارش شده برای این نمونه در زاینده روز (۸۱۰ میکرومتر در تیرماه) و نمونهٔ رودخانه قشلاق سنندج (۶۳۰ میکرومتر) اختلاف مشخصی را نشان میدهد. از طرف دیگر، بزرگترین تخمک‌ها با قطر ۱۸۰۰ میکرومتر در اردیبهشت ماه دیده شد که با قطر ۱۸۱۰ میکرومتری تخمک در همین ماه در نمونهٔ ساکن رودخانهٔ زاینده رود و قطر ۱۷۵۰ میکرومتری تخمک در خرداد ماه نمونهٔ رودخانهٔ قشلاق همخوانی دارد (Asadullah و همکاران، ۲۰۰۷؛ Bahrami Kamangar و همکاران، ۲۰۱۵). بطور خلاصه این مطالعه نشان داد که بین طول و وزن جنس ماده سیاه ماهی *Capoeta damascina*

ساکن رودخانه سزار سپیددشت یک رابطهٔ آلومتریک منفی وجود دارد. همچنین بررس‌های انجام شده روی دستگاه تناسلی این ماهی مشخص کرد که ماههای زمستان زمان رشد و تمایز سلولهای جنسی است ولی اردیبهشت ماه زمانی است که اوج شاخص گنادی در نمونه‌ها دیده می‌شود و این ماه مقارن است با تنها فاز تخم ریزی ماهی در سال. از اینرو در جهت حفظ و حراست از ذخایر زیستی توصیه می‌شود از صید حیوان در فصل بهار و بویژه اردیبهشت ماه پرهیز شود.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب پایان نامهٔ کارشناسی ارشد صورت پذیرفته است. بدینوسیله از از کمک‌های بی دریغ گروه زیست شناسی و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه لرستان صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

منابع

اسدی، ط. و قارزی، ا.، ۱۳۹٤. مطالعه بافت شناسی و هیستوشیمی لوله گوارش در ماهی *Capoeta damascina* در رودخانه سزار، استان لرستان، مجله پژوهشهای جانوری، جلد ۲۴، شماره ۴، صفحات ۳۹۸-۳۸۹.

بهرامی کمانگر، ب.، قادری، ا. و حسین پور، ح.، ۱۳۹۱. مقایسه برسی شاخصهای خونی شناسی و بیوشیمیایی دو گونه سیاه ماهی *Capoeta trutta* و *Capoeta damascina* دریچاچه سد قشلاق سسندج. نشریه شیلات (منابع طبیعی ایران)، دوره ۶۵، شماره ۲، صفحات ۱۵۱-۱۳۵.

رضایی، م. م.، کمالی، ا.، حسن زاده کیابی، ب. و شعبانی، ع.، ۱۳۹٦. بررسی رشد و نمو و تولید مثل سیاه ماهی نهر مادرسو پارک ملی گلستان در مقایسه با مطالعات قبل از سال ۱۳۸۰. مجله علمی شیلات ایران، دوره ۱۶، شماره ۲، صفحات ۷۴-۶۳.

شریفیان، م.، ۱۳۹٤. بررسی شاخص‌های زیست شناسی ماهی بنی (*Barbus sharpegi*) در محدوده گروههای طولی مختلف در منابع آبی استان خوزستان. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، سال هفتم، شماره ۴، صفحات ۱۴۱-۱۳۴.

شریفیان، م.، دادگر، ش. و حافظیه، م.، ۱۳۹۹. تعیین روابط طولی و وزنی در جمعیتهای مختلف مولدین نر و ماده قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) عاری از بیماری خاص (SPF) به منظور انتخاب اصلح. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، سال دوازدهم، شماره ۳، صفحات ۲۷۵-۲۶۵.

عبدلی، ا.، ۱۳۹۵. راهنمای میدانی ماهیان آبهای داخلی ایران، انتشارات ایرانشناسی، تهران، ۲۷۲ صفحه.

قارزی، ا.، اشکاوندی، ص. و عباسی، م.، ۱۳۹۲. تفاوتهای ماهیانه در فرایند اسپرماتوژنز در جمعیتی از قورباغه مردابی (*Pelophylax ridibundus*). مجله سلول و بافت، جلد چهارم، شماره ۱، صفحات ۳۳-۲۵.

Abdullah, S.M.A., 2009. *Neoechinorhynchus zabensis* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) in *Capoeta damascina* and *C. trutta* (Osteichthyes: Cyprinidae) from Dokan Lake and Greater Zab River, Northern Iraq. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 5(1): 38-48.

Abou-Seedo, F., Dadzie S. and Al-kanaan, A., 2003. Histology of ovarian development and maturity stages in the yellowfin seabream, Acanthopagrus latus (teleostei: sparidae)(Hottuyn, 1782)reared in cages. Kuw. j. Sci. Eng. 30(1): 121-137.

Asadollah, S., Soofiani, N.M., Keivany, Y. and Shadkhast, M., 2011. Reproduction of Capoeta damascina (Valenciennes, 1842), a cyprinid fish, in Zayandeh-Roud River, Iran. J. Appl. Ichthyol. 27: 1061–1066.

Bagenal, T.B. and Tesch, F.W., 1978. Age and growth. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Hand book No. 3. T. Bagenal (Ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford: 101–136.

Bagenal, T.B., 1978. Methods for assessment of fish production in freshwater, Third edition, Blackwell Scientific Publication Oxford, London Edinbargh Melbourn.

Bahrami Kamangar, B., Ghaderi, E. and Hoseinpour, H., 2015. Growth and reproductive biology of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) from a tributary of Tigris. Iran. J. Fish. Sci. 14(4): 956-969.

Biswas, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers, New Delhi, 157p.

Coad, B.W., 2014. Freshwater Fishes of Iran, Species Accounts, Cyprinidae Introduction with Abramis to Cyprinus. (www. Briancoad.com), 3. June, 2014.

Duman, E., 2004. Reproductive biology of *Capoeta trutta* Heckel, 1843 living in Keban Dam Lake. Science and Engineering Journal of Firat University, 16: 145-150.

Esmaeili, H. R., Hojat Ansari, T. and Teimory, A., 2007. Scale structure of Cyprinid fish,

873-878.

Przybylski, M., 1996. Variation in fish growth characteristics along a river course. *Hydrobiology*, 325: 39-46.

Raissi, M. and Ansari, M. 2012. Parasites of Some Freshwater Fish from Armand River, Chaharmahal va Bakhtyari Province, Iran. Iran. J. Parasit. 7(1): 73-79.

Rasheed, R.O., 2012. Length-Weight relationships of (9) fish species from Derbendikhan Reservoir- Kurdistan region, Iraq. Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences, 20(5):1434-1440.

Sen, F., Elp, M., Kankaya, E., 2008. Growth and reproduction properties of Capoeta capoeta (Guldenstaedt, 1773) in Zernek Dam Lake, Van, Turkey. J. Anim. Vet. Adv. 7: 1267–1272.

Shahbazi, S., Moezzi, F., Poorbagher, H., Rostamian, N., 2015. Effects of Malathion Acute Toxicity on Behavioral and Haematological Parameters in *Capoeta damascina* (Cypriniformes: Cyprinidae). Journal of Chemical Health Risks. 5(3): 209–220.

Soofiani, M. N. and Asadollah, S., 2010. Some aspects of the growth and reproduction of (Capoeta damascina valenciennes1842) from the Hanna wetland, Semirum. Iran. Sci. Fish. J. 18: 145–156.

Stoumboudi, M.T., Villwock, W., Sela, J. and Abraham, M., 1993. Gonadosomatic index in Barbus longiceps, *Capoeta damascina* and their hybrid (pisces, Cyprinidae) versus spermatozoan index in the parental males. *Journal of Fish Biology*, 43: 865–875.

Turan, C., 2008. Molecular systematics of the *Capoeta* (Cypriniformes: Cyprinidae) species complex inferred from mitochondrial 16s rDNA sequence data. Acta zoological, 51A (1-2): 1-14. (*Capoeta damascina* (Valencienes in Cuvier and Valenciennes, 1942) using scanning electron Microscope (SEM). Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A, 31(A3): 255-262.

Fishelson, L., Gren, M., Van Vuren, J. and Manelis, R., 1996. Some aspects of the reproduction biology of Barbus spp., Capoeta damascina and their hybrids (Cyprinidae, Teleostei) in Israel. Hydrobiologia, 317: 79–88.

Johari, M., 2008. Scientific tour in Yaran (Sezar River). Scientific Information, 22(5): 50.

Keivany, Y., Aalipour, M., Siami, M. and Mortazavi, S.S., 2015. Length-weight relationships for three species from Beheshabad River, Karun River Drainage, Iran. Iran. J. Ichthyol. 2(4): 296-298.

Khalaf, G., 1987. Le cycle sexuel de *Capoeta damascina* (Cyprinidae) dans les cours d eau libanais. *Cybium*, 1: 395-401.

Koc (Yon) N. D., Aytekin, Y. and Yuce, R., 2008. Ovary maturatıon Stages and Histological Investigation of Ovary of the Zebrafish (*Danio rerio*). Brazi. Arch. Biol. Tech. 51(3): 513-522.

Malcolm, J., 1995. Text book of environmental biology of fishes. First edition. Printed in Great Britain by T. J. Press (Padstow) LTD. Padstow. Cornwall.

Ozcan, G. and Balik, S., 2009. Some biological parameters of thebergamae barb, *Capoeta bergamae*, 1969 (cyprinidae), in Kemerreservoir (Aydin, Turkey). J. Zool. 5: 242–267.

Patimar, R. and Farzi, S., 2011. Life history and other biological traits of the trout barb *Capoeta trutta* in the River Meymeh (western Iran). Folia Zoologica, 60: 153–158.

Patimar, R. And Mohammadzadeh, B., 2011. On the biological characteristics of Capoeta fusca, Nikolski, 1987, in eastern Iran. J. Appl. Icthy. 27: