برخی خصوصیات زیست شناختی و ریخت شناسی سیاه ماهی *Capoeta fusca* (Nikolski, ۱۸۹۷) در قنوات شهرستان بیرجند

سید علی جوهری[۱]*، سهراب مظلومی[۲]، مرتضی خیری[۳]، صبا اصغری[۴]

۱- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۲- دانش‌آموخته کارشناسي ارشد محيط زيست، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي دانشگاه تربيت مدرس
۳- گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۴- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

در تحقیق حاضر، شاخصهای مهم زیست سنجی (خصوصیات قابل شمارش و قابل اندازه گیری)، رژیم غذایی و نیز شاخص وزنی گنادها(GSI)، در ۶۰۰ نمونه سیاه ماهی نر و ماده که در مدت یک سال از آبان ۱۳۸۵ لغایت مهرماه ۱۳۸۶ در قنوات بخش مرکزی بیرجند به صورت ماهیانه صید شدند، مورد بررسی قرار گرفت. میانگین طول کل این ماهی ۱۳/۵±۱/۴ سانتیمتر و حداکثر آن ۲۱/۵ سانتیمتر به دست آمد. همچنین رابطه طول و وزن این ماهی به صورت (R^2=۰/۹)،$BW=۰/۰۱۰۱\times TL^{۲/۹}$ به دست آمد. متوسط شاخص طول نسبی روده (RLG) در این ماهی ۴/۴۲±۰/۴۸ به دست آمد که نشانگر گیاهخوار بودن این گونه است. همچنین بر اساس شاخص خالی بودن روده (۳۰/۹۵±۵/۹۰) این ماهی گونه‌ای نسبتاً پر خور می‌باشد. علاوه بر گیاهان، انواع نرمتنان، حشرات آبزی و گاهی تخم قورباغه نیز از جمله غذاهای فرعی این ماهی تشخیص داده شد. با توجه به شاخص وزنی گنادها به نظر می‌رسد که دوره تولید مثل سیاه ماهی از اسفند ماه شروع شده و تا اواسط خرداد ماه ادامه می‌یابد. تغییرات فصلی شاخص وزن روده(GI) نشان دهنده ارتباط تغذیه با تولیدمثل است. همچنین سنجش میزان مقاومت به شوری در ۹۶ نمونه سیاه ماهی نشان داد که این گونه قادر است تا شوری ۱۰ppt را بخوبی تحمل کند.

کلید واژگان: سیاه ماهی، *Capoeta fusca*، زیست سنجی، رژیم غذایی، قنات، بیرجند.

۱- مقدمه

در آبهای داخلی ایران در حدود ۱۸۵ گونه ماهی وجود دارد که به طور عمده متعلق به ۳ خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) و سگ ماهیان جویباری Balitoridae وCobitidae می‌باشند. در این میان قناتهای ایران دارای ۲۵ گونه ماهی‌اند که ۴۰٪ کل فون ماهیان فلات ایران را شامل می‌شوند [۱]. در حال حاضر به علت ایجاد چاههای عمیق و بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی، قنوات به عنوان یک سیستم انسان ساخت که از هزاران سال قبل در مناطق کویری و کم آب، زیستگاه مناسبی برای ماهیان و سایر آبزیان بوده‌اند در معرض خطر نابودی قرار گرفته‌اند.

از ماهیان مهم قناتهای منطقه شرق ایران، سیاه ماهی (*Capoeta fusca* Nikolski, ۱۸۹۷) است که به رده شعاع

* نویسندهٔ مسؤول: تلفن: ۰۹۱۲۶۲۶۸۴۰۹, Email: sajohari@gmail.com

1. Sub Endemic

Archive of SID
www.SID.ir

بالگان (Actinopterygii)، زیر رده ماهیان استخوانی عالی (Teleostei)، راسته کپورماهی شکلان (Cypriniformes)، خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) و جنس Capoeta متعلق می‌باشد. این جنس مجموعاً شامل ۲۰ گونه است و در جنوب چین، شمال هندوستان، ترکمنستان، دریاچه آرال، خاورمیانه و آناتولی پراکندگی دارد[۲]. یک نام مترادف برای این سیاه ماهی *Capoeta nudiventris* (Nikol'ski,۱۸۹۷) است.

علاوه بر گونهٔ *C. fusca*، از این جنس ۷ گونه دیگر نیز در ایران یافت می‌شود که عبارتند از: *C. aculeata*، *C. barroisi*، *C. buhsei*، *C. damascina*، *C. saadi*، *C. trutta* و *C. capoeta* که گونه اخیر خود دارای ۳ زیر گونه در ایران است [۱].

براساس گزارش عبدلی(۱۳۷۸) در ایران گونه سیاه ماهی *C. fusca* در قنوات حوضه‌های آبریز تجن، بجستان، سیستان و لوت مشاهده شده است. با این حال علاوه بر قناتها، سیاه ماهی در رودخانه‌های شرق ایران نیز دیده می‌شود. برای مثال در رودخانه‌های قورقوری، اسفشاد، مردانشاه، گزدمو و افین واقع در شهرستان قائنات شناسایی شده است [۳].

طبق مطالعات (۱۹۹۸) Coad، پراکنش این سیاه ماهی (شکل۱) تنها در منطقه شرق ایران می باشد[۴]. به گفته وی اگرچه این گونه در افغانستان نیز مشاهده شده است، ولی وجود این گونه در آن منطقه به دلیل زهکش حوضه‌های آبریز شرق ایران است [۵]. به این ترتیب این گونهٔ نیمه اندمیک از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی ماهیان ایران از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

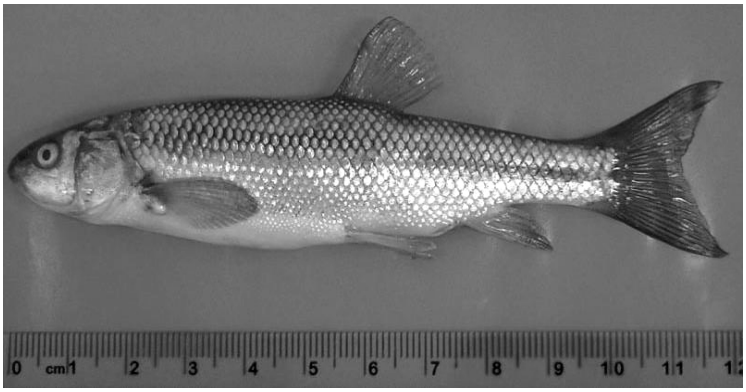
تاکنون بررسیهای جامع درباره زیست‌شناسی سیاه ماهیان صورت نگرفته است. تنها مشخص شده است که مواد غذایی آنها شامل موجودات کفزی، لارو حشرات و گیاهان آبزی می‌باشد و پراکنش آنها در فلات ایران و کشورهای همجوار است [۶].

در بخش مرکزی شهرستان بیرجند از ۴۴ قنات مطالعه شده در ۱۴ قنات سیاه ماهی وجود دارد [۷]. با این حال همانطور که ذکر شد، تاکنون هیچ مطالعه دقیق و جامعی دربارهٔ خصوصیات زیست‌شناختی و ریخت‌شناسی این گونه گزارش نشده است. بنابراین انجام چنین مطالعه‌ای در رابطه با این گونه بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

۲- مواد و روش‌کار

این تحقیق طی۱۲ ماه از آبان ۱۳۸۵ تا مهر۱۳۸۶ در۱۰ رشته قنات بخش مرکزی بیرجند صورت گرفت. نام و مختصات جغرافیایی این رشته قناتها در جدول ۱ خلاصه شده است. نمونه‌برداری به صورت ماهانه با استفاده از یک تور پره به طول ۴ و عرض ۲/۵m و با اندازه چشمه۱۰×۱۰mm انجام گرفت. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و شناسایی ماهیان تا حد گونه با استفاده از کلیدهای شناسایی ماهیان آب شیرین انجام شد[۱، ۶، ۸، ۹]. طی یک سال نمونه‌برداری، مطالعات زیست‌سنجی مجموعاً روی ۶۰۰ عدد سیاه ماهی نر و ماده صورت گرفت. این مطالعات شامل اندازه‌گیری برخی خصوصیات قابل شمارش و قابل اندازه‌گیری از قبیل تعداد فلسهای روی خط جانبی(L.L.)، تعداد فلسهای بالا (Squ.sup) و پایین (Squ.inf) خط جانبی، طول کل(TL)، طول استاندارد(SL)، طول چنگالی(FL)، ارتفاع بدن(H)، تعداد شعاعهای سخت(hD) و نرم(lD) باله پشتی، بیشترین عرض بدن(Laco)، کمترین ارتفاع ساقه دمی(h)، فاصله بین دوچشم(IW)، قطر چشم (OL)، قطر مردمک(Pupil)، وزن کل بدن(BW)، وزن کبد (HW)، وزن گنادها(TOW)، طول روده(GL) و وزن روده با محتویات(GW) بود. همچنین محتویات رودهٔ ماهیان مورد بررسی تخلیه و وزن گردید و نوع این محتویات بررسی شد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۱ نمونه سیاه ماهی *Capoeta fusca* صید شده به وسیله نگارنده

جدول۱ نام و مختصات جغرافیایی رشته قناتهای محل صید سیاه ماهی *Capoeta fusca* در بخش مرکزی بیرجند(n=۱۰)

نام محل نمونه‌برداری	پایین‌دست مود	آب شیرین امیرآباد	بجد	کلاته میرعلی	مهدی آباد	نوکند مود	علی‌آباد مود	حاجی‌آباد مود	تک درخت مود	نوکند خوسف
ارتفاع	۱۸۴۰	۱۴۲۸	۱۶۸۷	۱۶۶۵	۱۶۸۳	۱۷۶۰	۱۷۶۴	۱۷۶۶	–	–
طول جغرافیایی	۵۹° ۳۱' ۵۴۹"	۵۹° ۰۸' ۲۵۸"	۵۹° ۱۹' ۰۳۳"	۵۹° ۱۸' ۴۳۱"	۵۹° ۲۹' ۰۳۹"	۵۹° ۳۰' ۷۰۳"	۵۹° ۳۱' ۰۰۵"	۵۹° ۳۱' ۲۹۸"	–	۵۸° ۵۳' ۲۱۳"
عرض جغرافیایی	۳۲° ۴۲' ۸۶۱"	۳۲° ۵۲' ۲۸۶"	۳۲° ۵۰' ۰۱۵"	۳۲° ۴۹' ۰۷۸"	۳۲° ۴۹' ۲۳۴"	۳۲° ۴۶' ۹۳۳"	۳۲° ۴۶' ۰۱۶"	۳۲° ۴۶' ۲۴۵"	–	۳۲° ۴۶' ۰۲۲"

اندازه‌گیریها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱g، خطکش میلیمتری و همچنین کولیس ورنیه با دقت ۱mm انجام شد. شمارش تعداد شعاعهای باله‌ها و همچنین تعداد فلسهای ماهیها در زیر لوپ بینوکولار با بزرگنمایی ۸ برابر انجام شد.

به منظور آگاهی از شرایط محیط زیست طبیعی سیاه ماهی، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب قناتهایی که ماهی از آنها صید می‌شد، طی مدت نمونه‌برداری و به صورت ماهانه اندازه‌گیری گردید. این خصوصیات شامل pH، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، شوری، سختی و میزان آنیونها و کاتیونها بود که چهار شاخص اول با استفاده از دستگاههای Multi Parameter Analyzer (Consort: C۵۳۴T & Istek: pdc۸۱۵) و بقیه شاخصها با استفاده از دستگاه فتومتر مدل ۸۰۰۰ ساخت کمپانی Palintest انگلستان اندازه‌گیری شد. همچنین مختصات جغرافیایی محلهای نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS مدل گارمین ساخت کشور تایلند با دقت ۲۰m ثبت شد.

به منظور بررسی رژیم غذایی سیاه ماهی، شاخصهای زیر محاسبه گردید:

الف) شاخص ارجحیت غذایی[1]: برای تعیین نوع غذای ماهی از این شاخص طبق رابطه (۱) استفاده شد [۱۰]:

$$FP=(Nsj/Ns)\times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

1. Food Preference

Archive of SID

www.SID.ir

Nsj: تعداد روده‌هایی که شکار مشخص(j) دارند.

Ns: تعداد روده‌هایی که محتوی غذا هستند.

مقادیر حاصل از این رابطه به مقدار تغییرات FP با مشخصه‌های زیر بستگی دارد:

اگر FP<۱۰ باشد، شکار خورده شده تصادفی است و اصلاً جزء جیره غذایی آن به حساب نمی‌آید.

اگر۱۰ ≤ FP<۵۰ باشد، یعنی غذای خورده شده (j) یک غذای فرعی است و این در صورتی است که شکار اصلی در دسترس نباشد.

اگر ۵۰ ≤ FP<۱۰۰ باشد، به معنی آن است که غذای خورده شده (j)، غذای اصلی این گونه را تشکیل می‌دهد.

ب) شاخص خالی بودن روده[1]: برای تعیین میزان پرخوری یا کم‌خوری ماهی از این شاخص طبق رابطه (۲) استفاده شد[۱۰]:

رابطه (۲) $VI=(EG/TG)\times 100$

EG: تعداد روده‌های خالی

TG: تعداد کل روده‌های بررسی شده

تفسیر مقدار VI به دست آمده با شرایط زیر مشخص می‌شود:

اگر ۰ ≤ VI<۲۰ گونه پرخور

اگر ۲۰ ≤ VI<۴۰ گونه نسبتاً پرخور

اگر ۴۰ ≤ VI<۶۰ گونه با تغذیه متوسط

اگر ۶۰ ≤ VI<۸۰ گونه نسبتاً کم‌خور

اگر ۸۰ ≤ VI<۱۰۰ گونه کم‌خور

ج) شاخص GI[2]: برای تعیین شدت تغذیه ماهی از این شاخص طبق رابطه (۳) استفاده گردید[۱۱]:

رابطه (۳) $GI=(GW/BW)\times 100$

GW: وزن روده با محتویات آن

BW: وزن کل بدن

د) شاخص طول نسبي روده[3]: شاخص خوبی در ارتباط با نوع یا طبیعت غذای خورده شده است که با افزایش سهم مواد گیاهی افزایش می‌یابد (رابطه۴)، به طوری که اگر شاخص طول نسبی روده کوچکتر از یک باشد ماهی گوشتخوار است و اگر بیش از یک باشد متمایل به گیاهخواری می‌شود و اندازه متوسط نشان دهنده آن است که ماهی همه چیزخوار می‌باشد.

رابطه (۴) $RLG= GL/TL$

GL: طول روده

TL: طول کل بدن

شاخص وزنی گناد(GSI)، شاخص وزنی کبد(HSI) و عامل وضعیت[4] به ترتیب طبق روابط ۵ تا ۷ طی دوره نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند:

رابطه (۵) $(GSI=TOW/BW)\times 100$

رابطه (۶) $(HIS=HW/BW)\times 100$

رابطه (۷) $(CF=BW/TL^{3})\times 100$

TOW: وزن بیضه یا تخمدان

BW: وزن کل بدن

HW: وزن کبد

TL: طول کل بدن.

در یک آزمایش فرعی، هدف سنجش میزان مقاومت سیاه ماهی *Capoeta fusca* نسبت به مقادیر متفاوت شوری بود. به این منظور ۸ شوری ۰، ۲، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰g/L به طور مصنوعی با استفاده از سنگ نمک طبیعی در آکواریومهایی که بخوبی هوادهی می‌شدند، ایجاد گردید. میزان دقیق شوری با استفاده از دستگاه شوری‌سنج دیجیتال (Istek. Model:PDC۸۱۵) تنظیم شد. میزان تلفات ماهیان پس از گذشت ۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و۱۲۰ ساعت قرارگیری در معرض شوریهای مذکور ثبت گردید. رفتار شنا و شکل ظاهری ماهیان نیز طی این مدت مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد ماهیان در هر تیمار این آزمایش ۱۲ عدد و از سه دامنه وزنی بزرگ (۴ عدد)،

1. Vacuity Index
2. GastroSomatic Index
3. Relative Length of Gut
4. Fulton's Condition Factor

Archive of SID
www.SID.ir

متوسط (۴ عدد) و کوچک (۴ عدد) بود (جمعاً ۹۶ عدد ماهی). لازم به ذکر است که طی انجام این بررسی و ۲ روز قبل از آن ماهیان تغذیه نشدند. همچنین به دلیل تبخیر بخشی از آب آکواریومها طی ۵ روز بررسی، هر روز مقداری آب مقطر به آکواریومها اضافه شده و شوریها مجدداً تنظیم می‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری تمام داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام گرفت.

۳- نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی ۶۰۰ نمونه از گونه سیاه ماهی *Capoeta fusca* که طی ۱۲ ماه از آبان ۱۳۸۵ تا مهر۱۳۸۶، از قناتهای بخش مرکزی بیرجند صید شده بودند، در جدول ۲ خلاصه شده است. همچنین رابطه وزن کل با طول کل این ماهی در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس این با داشتن طول کل این گونه، می‌توان وزن کل آن را با دقت۹۷/۴۷٪ با استفاده از رابطه ۸ محاسبه کرد.

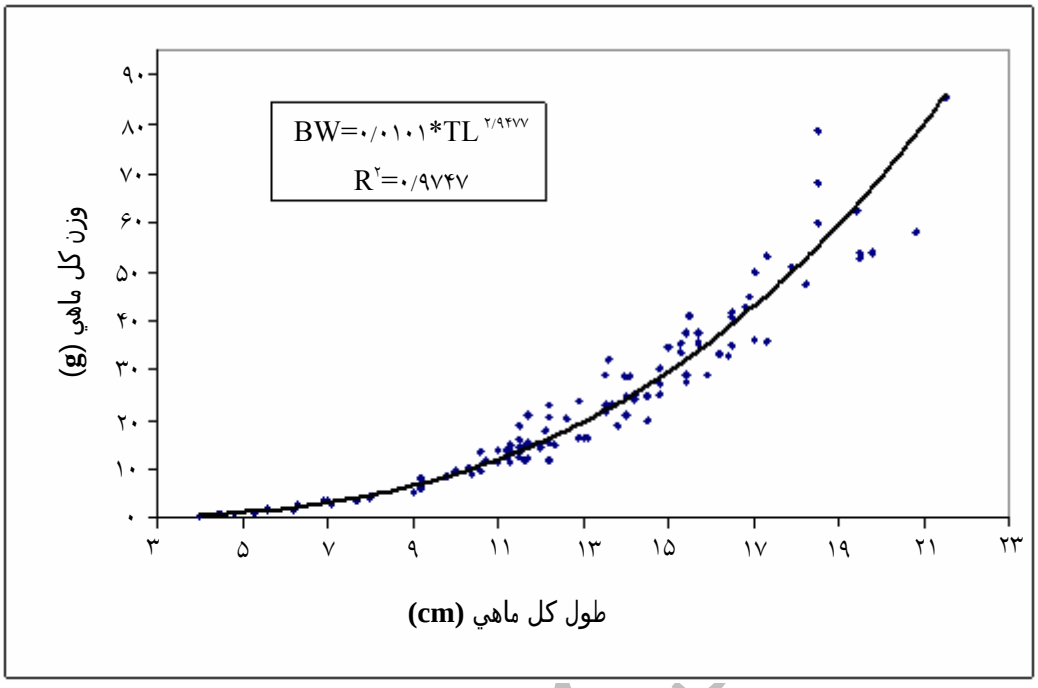
رابطه (۸) $\text{وزن کل} = ۰/۰۱۰۱ \times (\text{طول کل})^{۲/۹۴۷۷}$

نتایج شمارش فلسهای این ماهی مشخص کرد که تعداد فلسهای روی خط جانبی بین ۴۰ تا ۵۲ عدد، تعداد فلسهای بالای خط جانبی بین ۷ تا ۹ عدد و تعداد فلسهای پایین خط جانبی بین ۶ تا ۹ عدد متغیر است. تعداد خارهای سخت باله پشتی ۳ عدد و تعداد خارهای نرم آن ۷ عدد شمارش گردید(D.III ۷). همچنین تعداد خارهای سخت باله مخرجی ۳ عدد و تعداد خارهای نرم آن ۵ عدد شمارش شد(A.III ۵). نتایج بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب قناتهایی که طی ۱۲ ماه نمونه‌برداری، ماهی از آنها صید می‌شد در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۲ نتایج حاصل از زیست‌سنجی سیاه ماهی *Capoeta fusca* در قناتهای بخش مرکزی بیرجند (n=۶۰۰)

شاخص بررسي شده	حداقل	حداکثر	میانگین ± SD
طول کل (cm)	۴	۲۱/۵	۱۳/۵۱±۱/۴۳
طول چنگالی (cm)	۳/۷	۱۹/۵	۱۲/۴۰±۱/۶۴
طول استاندارد (cm)	۳/۲	۱۸/۲	۱۱/۰۸±۱/۲۵
وزن کل بدن (g)	۰/۴۳	۹۰/۷۴	۲۵±۷/۹۴
ارتفاع بدن (cm)	۰/۶	۳/۹	۲/۲۶±۰/۳۷
بیشترین عرض بدن (cm)	۰/۳	۳/۲	۱/۷۶±۰/۳۰
کمترین ارتفاع ساقه دمی (cm)	۰/۰۲	۱/۵	۰/۸۸±۰/۱۷
فاصله بین دوچشم (پیشانی) (cm)	۰/۳	۱/۸	۱/۰۰±۰/۱۶
قطر چشم (cm)	۰/۶	۰/۲	۰/۳۹±۰/۰۳
قطر مردمک (cm)	۰/۵	۰/۱	۰/۱۷±۰/۰۳
شاخص وضعیت ماهی	۰/۰۹	۱/۳	۰/۸۸±۰/۰۸
شاخص وضعیت کبد	۰/۰۰۵	۸/۷۴	۱/۶۵±۰/۲۸

Archive of SID
www.SID.ir

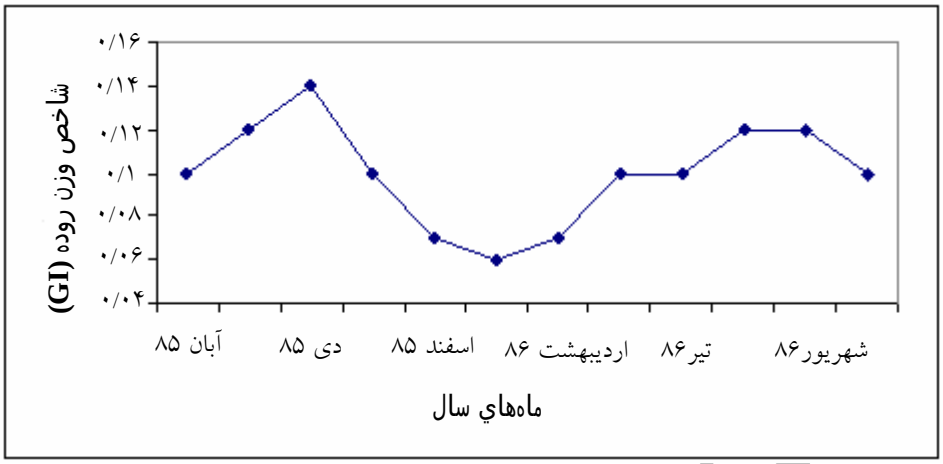


شکل ۱ رابطه وزن کل با طول کل سیاه ماهی *Capoeta fusca* در قناتهای بخش مرکزی بیرجند (n=۶۰۰)

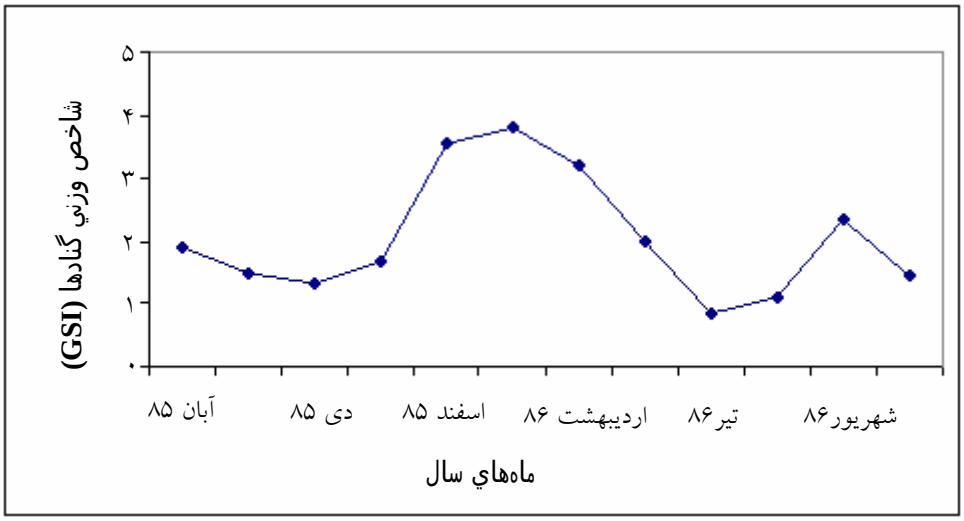
جدول۳ نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب قناتهای زیستگاه سیاه ماهی *Capoeta fusca* در بخش مرکزی بیرجند (n=۱۰)

شاخص بررسي شده	واحد اندازه‌گیری	حداقل اندازه‌گیری شده	حداکثر اندازه‌گیری شده	میانگین سالیانه ± SD
دما	ºC	۳/۸	۲۴/۹	۱۶/۶۵±۵/۸۲
شوری	ppt	۰	۶/۳	۲/۱۶±۱/۹۶
pH	0-14	۷/۷	۸/۵	۸/۱۳±۰/۲۴
هدایت الکتریکی	µS	۳/۸	۱۱۶۴	۳۶۸/۱۶±۵۰۹/۵۴
اکسیژن محلول	mg/l	۶/۳	۱۳/۸	۱۰/۸۷±۲/۸۶
نیترات	mg/l	۰/۳۱	۱۱/۵	۲/۲۰±۳/۸۰
نیتریت	mg/l	۰	۰/۸	۰/۱۰±۰/۲۸
آمونیاک	mg/l	۰/۰۴	۰/۲۹	۰/۱۲±۰/۰۹
سختی کل	mg/l	۱۸۵	۷۵۰	۴۳۲/۲۵±۱۹۲/۱۰
ذرات معلق	mg/l	۲/۱۷	۸۱۵	۲۷۶/۷۰±۳۴۳/۵۳
کلسیم	mg/l	۲۵	۴۱۰	۱۸۵/۷۵±۱۳۱/۸۵
منیزیوم	mg/l	۰	۱۰۰	۴۷/۱۲±۲۹/۱۴
سولفات	mg/l	۰/۱۶	۳۴۰	۹۴/۴۴±۱۴۵/۰۳
پتاسیم	mg/l	۲/۳	۲۷	۱۲/۰۶±۹/۹۸
کلر	mg/l	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۸±۰/۰۴
فسفات	mg/l	۰/۲۴	۰/۹۵	۰/۴۶±۰/۲۱

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲ تغییرات ماهانه شاخص وزن روده در سیاه ماهی *Capoeta fusca* در قناتهای بخش مرکزی بیرجند



شکل ۳ تغییرات ماهانه شاخص وضعیت گنادها در سیاه ماهی *Capoeta fusca* در قناتهای بخش مرکزی بیرجند

شاخص طول نسبی روده (RLG) در سیاه ماهی به طور میانگین ۰/۴۸±۴/۴۲ محاسبه شد که نتیجهٔ حاصل بر گیاهخواربودن این گونه دلالت دارد. همچنین در تمام ماههای سال، شاخص خالی بودن روده بین ۲۰ تا ۴۰ (به طور میانگین ۵/۹۰±۳۰/۹۵) بود که نشان می‌دهد سیاه ماهی گونه‌ای نسبتاً پرخور می‌باشد.

در بررسی نوع غذای مصرفی سیاه ماهی، مشخص شد که شاخص ارجحیت غذایی این گونه در مورد مواد گیاهی برابر ۸۶/۶٪ بود که نشان می‌دهد گیاهان علفی و جلبکهای رشته‌ای غذای اصلی سیاه ماهی را تشکیل می‌دهند. ۱۳/۳٪ محتویات روده این ماهی نیز متشکل از انواع نرمتنان، حشرات آبزی و گاهی تخم قورباغه بود که نشان می‌دهد این مواد غذای فرعی یا دست دومند و در صورتی که مواد گیاهی به میزان کافی در دسترس نباشد، ماهی از آنها نیز تغذیه می‌کند.

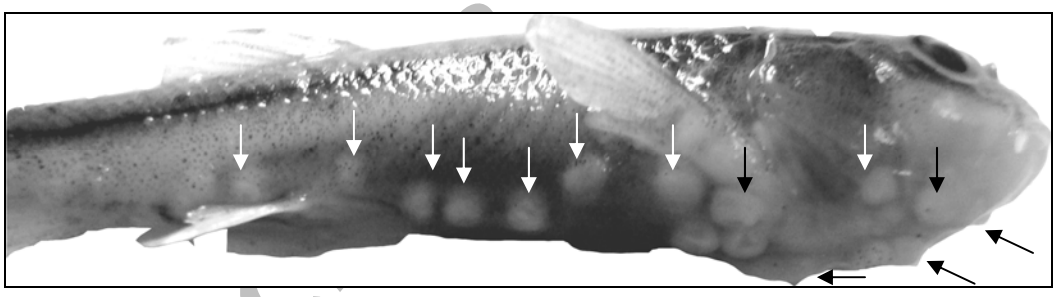
در شکل۲ شدت تغذیه سیاه ماهی طی ماههای مختلف سال براساس میزان شاخص وزن روده(GI) نشان داده شده است. با توجه به این نمودار بیشترین شدت تغذیه مربوط به

www.SID.ir

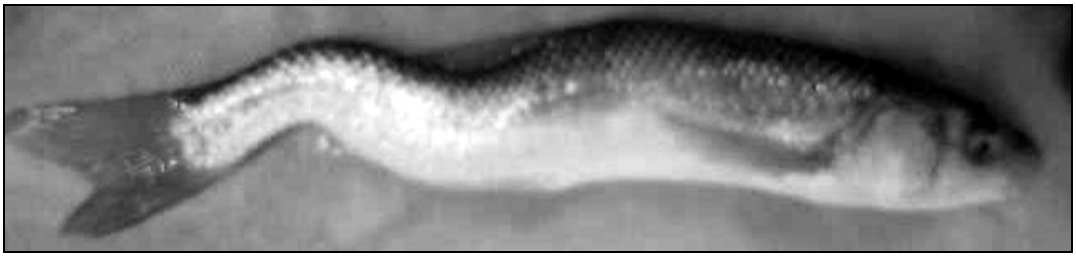
ماههای آذر، دی، مرداد و شهریور و کمترین شدت تغذیه مربوط به ماههای اسفند، فروردین و اردیبهشت است.

در شکل ۳ تغییرات ماهانه شاخص وضعیت گنادهای ماهیان نشان داده شده است. با توجه به این نمودار به نظر می‌رسد دوره تولید مثل گونه سیاه ماهی از اسفند ماه شروع می‌شود و تا اواسط خرداد ماه ادامه دارد. لازم به ذکر است که طی نمونه‌برداریهای ماهانه از اواسط فصل بهار تا اواسط تابستان، تعداد بسیار زیادی لارو ماهی و بچه ماهی انگشت قد در محلهای نمونه‌برداری مشاهده گردید که مؤید تخمریزی این ماهی کمی قبل‌تر از آن و مطابقت این قرائن با شاخص وضعیت گناد ماهیان است.

طی ۱۲ ماه بررسی روی سیاه ماهیان قناتهای بخش مرکزی بیرجند، موردی که توجه ما را جلب کرد، آلودگی انگلی برخی از این ماهیان بود (شکل۴). این انگلها در نقاط مختلف بدن از جمله زیر پوست، روی آبشش، مغز، کلیه، کبد، اطراف چشم و رودهٔ تعدادی از ماهیان مورد بررسی مشاهده گردید. به طور مقایسه‌ای، بیشترین تعداد ماهیان مبتلا به انگل مربوط به ماه شهریور و کمترین آن مربوط به مهرماه بود. براساس مطالعات میکروسکوپی که پس از تثبیت و رنگ‌آمیزی با رنگ گیمسا روی این انگلهای ترماتود انجام شد، جنس آنها کلینواستوموم تشخیص داده شد. علاوه بر آن در برخی از ماهیان صید شده نیز انحراف ستون فقرات مشاهده گردید که دلیل آن بررسی نشد(شکل ۵).



شکل۴ نمونه‌ای از یک سیاه ماهی *Capoeta fusca* صید شده از قنات روستای مهدی‌آباد بیرجند، دارای آلودگی شدید به انگل ترماتود *Clinostomum sp.* (فلشها: کیستهای زیرپوستی انگل)



شکل۵ نمونه‌ای از یک سیاه ماهی *Capoeta fusca* صید شده از قنات روستای مهدی‌آباد بیرجند، مبتلا به انحراف عمودی ستون فقرات

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج سنجش میزان مقاومت سیاه ماهی *Capoeta fusca* نسبت به مقادیر متفاوت شوری به این صورت بود که پس از گذشت ۱۲۰ ساعت از قرارگرفتن این گونه در معرض شوریهای ۰، ۲، ۵ و۱۰ قسمت در هزار هیچگونه تلفاتی مشاهده نگردید. در مورد شوری ۱۵ قسمت در هزار تا ۹۶ ساعت هیچگونه تلفاتی مشاهده نشد، اما در روز پنجم بررسی، ۳۰٪ ماهیان تلف شدند. در مورد شوری ۲۰ قسمت در هزار، پس از گذشت ۶ ساعت ۲۰٪ و پس از ۲۴ ساعت تمام ماهیان مردند. در تیمارهای با شوری ۲۵ و ۳۰ قسمت درهزار نیز بلافاصله پس از انتقال ماهی به آب شور، حالت شنای ماهی تغییر یافت و طی مدت ۶ ساعت تمام ماهیان تلف شدند. در تمام آزمایشهای مذکور با افزایش شوری رنگ بدن ماهیان تیره‌تر می‌شد و ماهیان مرده تقریباً سیاه بودند. همچنین در شوریهای بالا رفتارهایی از جمله کوبیدن خود به دیواره آکواریوم و سعی در بیرون پریدن از آن مشاهده شد که با ادامه این حالت ابتدا ماهیان وارونه می‌شدند و تنفس (باز و بسته‌شدن سرپوش آبششی) آنها سخت و شدید می‌شد و پس از گذشت مدتی می‌مردند.

از جمله نتایج دیگری که طی بررسیهای تحقیق حاصل شد، مشاهده رفتار حرکت دسته‌جمعی در سیاه ماهی بود به طوری که هم در زیستگاه طبیعی یعنی آب قنات و هم در زمان نگهداری این ماهیها در آکواریوم در آزمایشگاه، همواره ماهیها در دسته‌های چندتایی به یکسو حرکت کرده یا می‌ایستادند.

زمانی که در آزمایشگاه لارو پشه و مگس در اختیار سیاه ماهی قرار داده شد، مشاهده گردید که ماهیان بخوبی از آن تغذیه می‌کنند به طوری که حتی بر سر به دست آوردن آن با یکدیگر رقابت می‌کنند.

۴- بحث

همانطور که ذکر شد از آنجا که پراکنش سیاه ماهی *Capoeta fusca* محدود به قسمتهای شرق ایران و احتمالاً غرب افغانستان است، متأسفانه بررسیهای جامع بسیار اندکی روی خصوصیات زیست‌شناختی و ریخت‌شناسی این گونه انجام شده است. بیشتر این بررسیها مربوط به مطالعات Nikolski (۱۸۹۷) [۱۲]، Berg (۱۹۴۹) [۹] و عبدلی (۱۳۷۸) [۱] می‌باشد که هنگام مطالعه روی پراکنش سایر گونه‌های ماهیان آب شیرین ایران, ثبت شده است. البته مطالعات(۱۹۴۹) Berg نیز در واقع کار کلاسیکی بوده که روی نمونه‌هایی از ماهیان ایران که طی ۵۰ سال قبل‌تر جمع‌آوری شده بودند، انجام داده است (یعنی روی کلکسیونهایی از کارهای صحرایی زیست‌شناسان) [۱]. به نظر می‌رسد که تا به حال مطالعه‌ای که اختصاصاً روی خصوصیات این گونه متمرکز شده باشد، انجام نگرفته است. در نتیجه اطلاعات اندکی درباره گونه سیاه ماهی وجود دارد و نتایج حاصل از زیست‌سنجیهای تحقیق حاضر می‌تواند به تکمیل اطلاعات پیشین کمک شایانی کند.

در تحقیق حاضر تعداد فلسهای روی خط جانبی سیاه ماهی حداقل ۴۰ و حداکثر ۵۲ فلس شمارش گردید. به گفته Coad (۲۰۰۷) این تعداد از ۴۲ تا ۶۲ عدد متغیر می‌باشد [۱۳]، اما به گفته عبدلی (۱۳۷۸) تعداد فلسهای روی خط جانبی این گونه بین ۴۶ تا ۵۶ عدد متغیر است. اختلافهای بین اطلاعات و داده‌های سیستماتیک ممکن است کاملاً به اختلاف در روشها مربوط باشد یا اینکه به تفاوتهای ناشی از ماهیت ژنتیکیِ جمعیتهای مختلف این ماهی که به وسیله ماهی‌شناسان مختلف روی آنها کار شده است، برگردد[۱]. طول کل اندازه‌گیری شده در۶۰۰ نمونه بررسی شده، حداقل ۴ و حداکثر ۲۱/۵cm و به طور میانگین ۱۳/۵۱cm بود. طبق مطالعات Coad (۲۰۰۷) حداکثر طول کل مشاهده شده ۲۱/۱cm بود. به نظر می‌رسد اندازه این ماهی در زیستگاههایش در همین حدود باشد.

همچنین رابطه طول و وزن این ماهی به صورت $BW=۰/۰۱۰۱\times TL^{۲/۹۴۷۷}$,$(R^۲=۰/۹۷۴۷)$ به دست آمد. متأسفانه در مورد سایر شاخصهای اندازه‌گیری شده، منابع مکتوبی برای مقایسه یافت نشد.

به نظر می‌رسد گونه سیاه ماهی از نظر پایداری نسبت به تغییرات شرایط زیست محیطی، ماهی نسبتاً پایداری باشد؛

Archive of SID

www.SID.ir

چرا که توانسته در زیستگاههای طبیعی یعنی مناطق بیابانی و کویری شرق ایران بخوبی این تغییرات را تحمل کند و به حیات خود ادامه دهد. اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب قناتهای محل زندگی این ماهی نیز مؤید این گفته است. به عنوان مثال در محیط طبیعی این ماهی مشاهده شد که شوری از ۰ تا ۶/۳ قسمت درهزار متغیر می‌باشد. به علاوه آزمون مقاومت در برابر شوری نیز نشان داد که این گونه تا شوری ۱۰g/L را بخوبی تحمل می‌کند. در مورد pH نیز اگرچه در محیطهای طبیعی، pH اندازه‌گیری شده در محدوده قلیایی بود، اما هنگامی که در آزمایشگاه تعدادی از ماهیان در pH خنثی (۷) هم نگهداری شدند، مشکلی برای آنها پیش نیامد. البته بررسی میزان مقاومت این گونه به pH اسیدی نیاز به مطالعه دارد. همچنین در قناتهای مورد بررسی، این گونه در دمای ۳/۸ تا ۲۴/۹°C مشاهده شد، البته به نظر می‌رسد دماهای بالاتر و پایینتر را نیز بتواند تحمل کند که نیاز به بررسی بیشتر دارد. نکته جالب توجه، مشاهده این ماهی در استخرهای ذخیره آب با بستر شدیداً لجنی بود، به طوری که غلظت سولفات در آب این استخرها به ۳۴۰mg/L می‌رسید و بوی تخم‌مرغ گندیده شدیدی از آنها متصاعد می‌شد. حال اینکه در همین استخر ماهیان خیلی کوچک تا خیلی بزرگ به راحتی زندگی می‌کردند. لازم به ذکر است که مقدار ترجیحی سولفات برای اکثر ماهیان پرورشی باید کمتر از ۰/۳mg/L باشد [۱۴].

با توجه به این که شاخص طول نسبی روده (RLG) محاسبه شده در سیاه ماهی بیشتر از ۱ بود، نتیجهٔ حاصل بر گیاهخواربودن این گونه با تأکید بر گیاهان علوفه‌ای و جلبکهای رشته‌ای دلالت دارد. اما از آنجا که در محتویات دستگاه گوارش این ماهی انواعی از نرمتنان، حشرات آبزی و گاهی تخم قورباغه نیز به مقدار کم (۱۳/۳٪) یافت شد، به نظر می‌رسد که این مواد غذای فرعی یا دست دوم آن باشد و در صورتی که مواد گیاهی به میزان کافی در دسترس نباشد، ماهی از آنها نیز تغذیه کند.

براساس بررسی تعداد روده‌های پر، نیمه پر و خالی معلوم شد که شاخص خالی بودن روده (VI) در این گونه بین ۲۰ تا ۴۰ است. این امر نشان می‌دهد سیاه ماهی گونه‌ای نسبتاً پرخور است. البته از آنجا که گونه مذکور یک ماهی گیاهخوار شناخته شد و در ماهیان گیاهخوار غذا مدت طولانی‌تری برای هضم در روده باقی می‌ماند، پربودن روده اکثر نمونه‌های صید شده می‌تواند به این دلیل باشد (نه به دلیل پرخوری). از طرف دیگر، طویل بودن روده ماهیان گیاهخوار باعث می‌شود مدت زمان ماندن غذا در روده طولانی‌تر شود و مواد گیاهی فرصت کافی برای هضم آهسته به وسیله آنزیمها را داشته باشند (یعنی احتمالاً این گونه به واقع نسبتاً پرخور است). تغییرات شاخص وزن روده(GI) نشان می‌دهد که اوج تغذیه این گونه در ماههای آذر، دی، مرداد و شهریور انجام گرفته است.

با توجه به تغییرات شاخص گنادی(GSI) می‌توان نتیجه گرفت که همچون سایر گونه‌ها در این گونه نیز تغذیه با تولید مثل در ارتباط است. در ماههای آذر و دی که قبل از شروع فصل تولید مثل است تغذیه افزایش یافته و در بهمن با نزدیک شدن به فصل تولید مثل میزان تغذیه کمی کاهش می‌یابد. در ماههای اسفند، فروردین و اردیبهشت همزمان با اوج‌گیری تولید مثل، میزان تغذیه به حداقل ممکن می‌رسد و در اواسط خرداد که بلافاصله بعد از پایان تولید مثل است، دوباره با کاهش فعالیتهای جنسی، میزان تغذیه افزایش می‌یابد. افزایش تغذیه قبل از تولید مثل شاید به علت فعالیت داخلی بدن برای تولید سلولهای جنسی باشد و افزایش تغذیه بعد از تخمریزی نیز احتمالاً به دلیل جبران انرژی از دست رفته در دوران تولید مثل است.

۵- سپاسگزاري

از جناب آقای دکتر برایان کد (ماهی‌شناس موزه طبیعت اوتاوای کانادا) به دلیل راهنمایی و تشویقهای فراوانی که طی انجام مراحل این تحقیق نمودند، نهایت تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

Archive of SID
www.SID.ir

۶- منابع

[۱] عبدلی ا.؛ ماهیان آبهای داخلی ایران؛ انتشارات موزهٔ طبیعت و حیات وحش ایران؛ ۱۳۷۸؛ ۳۷۷ ص.

[2] Alp A., Kara C., Buyukcapar H. M., Bulbul O.; «Age, growth and condition of *Capoeta capoeta angorae* from the upper water systems of the river Ceyhan»; *Turkish Journal of Veterinary Science*; 2005; 29: 665-676.

[۳] جوهری س. ع.، مظلومی س.، عبدلی ا.، خواجوی ح.، اصغری ص.؛ شناسایی و پراکنش ماهیان قنوات و رودخانه‌های دائمی شهرستان قائنات؛ (پژوهش و سازندگی، در حال انتشار)؛ ۱۳۸۷.

[4] Coad B. W.; «Systematic biodiversity in the freshwater fishes of Iran»; *Italian Journal of Zoology*; 1998; 65 (Supplement):101-108.

[5] Coad B. W.; Fishes of Afghanistan, an annotated checklist; Publication in Zoology, National Museum of Canada, Ottawa; 1981; No. 14; 26 p.

[۶] وثوقی غ. ح.، مستجیر ب.؛ ماهیان آب شیرین؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ چهارم، ۱۳۷۹؛ ۳۱۷ ص.

[۷] مشکانی م.، ابراهیم پورکاسمانی م.؛ شناسایی ماهیان قناتهای بخش مرکزی بیرجند؛ *مجله علمی شیلات ایران*؛ سال دوازدهم، شماره ۴، ۱۳۸۲؛ صص۱۶۳-۱۷۲.

[8] Coad B. W.; The freshwater fishes of Iran; The Academy of Science of the Czech Republic Brno; 1995; 64p.

[9] Berg L. S.; Freshwater fishes of Iran and adjacent countries; Trudy, Zoologicheskogo Institute Acad; Nauk U.S.S.R; (in Russian); 1949; Vol. 8: 783-858.

[10] Euzen O.; Food habits and diet composition of some fish of Kuwait; Kuwait Bulletin of Science; 1987; 9: 65-85.

[11] Biswas S. P.; Manual of methods in fish biology; South Asian Publishers; PVR. LTD., India; 1993; 157 P.

[12] Nikolski A. M.; Reptiles, amphibians, and fishes collected by N. A. Zarudny in eastern Persia; Ann. Mus. Zool. Acad. Imp. Sci. St. Petersburg; 1897; 306-348.

[13] Coad B. W.; Freshwater Fishes of Iran; In: www.briancoad.com; 2007.

[۱۴] اسماعیلی ساری ع.؛ هیدروشیمی بنیان آبزی‌پروری؛ انتشارات اصلانی؛ چاپ اول، ۱۳۸۳؛ ۲۴۹ ص.

Archive of SID

www.SID.ir