

نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران  
دوره ۶۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۴

ص ۱۶۵-۱۷۶

## بررسی محتویات لوله گوارش کپوردندان گنو (*Aphanius* *ginaonis* Holly, 1929) در ارتباط با سیانوباکتری‌های چشمه آب گرم گنو، بندرعباس

- ❖ زهرا باقری دهبازر: گروه زیست‌شناسی دریاء، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- ❖ مرتضی یوسف‌زادی\*: گروه زیست‌شناسی دریاء، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- ❖ احمد نوری: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- ❖ میترا آرمان: گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، بندرعباس، ایران
- ❖ پریا پرتو: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

### چکیده

کپوردندان گنو (*Aphanius ginaonis*) در جهان فقط منحصر به چشمه آب گرم گنو واقع در استان هرمزگان است. در این تحقیق برخی از جنبه‌های زیست‌شناختی کپوردندان گنو همچنین، محتویات لوله گوارش این ماهی و ارتباط آن با سیانوباکتری‌های موجود در چشمه آب گرم بررسی شد. بدین منظور نمونه‌برداری به صورت ماهانه و به مدت یک سال انجام گرفت و نمونه‌ها بلافاصله در محلول فرمالین ۵ درصد تثبیت سپس، برای انجام دادن مراحل بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور بررسی زیست‌شناختی این ماهی شاخص‌هایی نظیر طول کل ماهی، طول استاندارد، طول لوله گوارش، وزن کل ماهی، و وزن لوله گوارش اندازه‌گیری شدند و تعیین جنسیت انجام گرفت، سپس لوله گوارش آنها باز و محتویات آن بررسی شد. محتویات هر قسمت از لوله گوارش به طور جداگانه بررسی شد که بیشتر حاوی سیانوباکتری‌ها بودند. سیانوباکتری‌های موجود در لوله گوارش، با استفاده از کلید شناسایی معتبر، شناسایی و مشخص شد که گونه *Spirulina subsalsa* بیشترین فراوانی را در لوله گوارش این ماهی دارد. به نظر می‌رسد که کپوردندان گنو در چشمه آب گرم گنو بیشتر رژیم گیاه‌خواری داشته باشد، اما گاهی از لارو حشرات آبی نیز تغذیه می‌کند. با توجه به اینکه در زیستگاه کپوردندان گنو ۳۲ گونه سیانوباکتری شناسایی شد و از طرفی گونه‌های مختلف سیانوباکتری *Spirulina* غنی از پروتئین‌اند، به نظر می‌رسد این ماهی دارای قدرت تشخیص و انتخاب از بین گونه‌های مختلف سیانوباکتری است.

واژگان کلیدی: چشمه آب گرم گنو، زیست‌شناختی ماهی، سیانوباکتری‌ها، کپوردندان گنو.

## ۱. مقدمه

برکه‌های محصور در خشکی و دریاچه‌ها، در نه‌های کوچک، و گاهی در رودخانه‌های بزرگ برای مثال در ترکیه و ایران وجود دارند (Coad, 2000; Coad and Abdoli, 2000; Reichenbacher *et al.*, 2009; Golmoradizade *et al.*, 2012). در واقع ماهیان این جنس را می‌توان به دو گروه عمده اکولوژیکی تقسیم کرد: ۱. گونه‌های ساکن آب لب شور و محیط‌های ساحلی و ۲. گونه‌های ساکن آب‌های شیرین، چشمه‌ها، نه‌ها، باتلاق‌ها، و دریاچه‌های محصور در خشکی (Hrbek and Meyer, 2003).

جنس *Aphanius* در ایران با حداقل ۸ گونه تنها جنس از خانواده کپورماهیان دندان‌دار است که عبارت‌اند از (Esmaili *et al.*, 2009): *A. ginaonis* (Holly, 1929)، *A. mento* (Heckel, 1843)، *A. vladykovi* Coad, *dispar* (Rüppell, 1828)، *A. persicus*، *A. sophiae* (Heckel, 1849)، 1988، *A. isfahanensis* Hrbek, (Jenkins, 1910)، *A. mesopotamicus* Coad, Keivany, Coad, 2006، 2009. علاوه بر گونه‌های فوق، گونه (A. 1910) *pluristriatus* (Jenkins, 2009) نیز در ایران دیده شده است (Esmaili *et al.*, 2012) و گونه *A. arakensis* (Teimori *et al.*, 2012) که گونه‌ای جدید در ایران است نیز گزارش شده است.

ماهی *A. ginaonis* متعلق به راسته کپوردندان شکلان Cyprinodontiformes و خانواده کپوردندان ماهیان Cyprinodontidae است. ماهیان این راسته در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کره زمین به جز استرالیا زندگی می‌کنند. این ماهیان بسیار ریز، پرتحرک، و رنگارنگ‌اند (Vossoughi and Mostajeer, 1994). از این راسته ماهیان خانواده

بررسی ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از لحاظ تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی، بهره‌برداری ذخایر، و پرورش ماهی دارای اهمیت بسیاری است. در مطالعه بوم‌سازگان آبی باید قبل از هر چیز بررسی روی ماهیان صورت پذیرد. مطالعه بیولوژیکی و اکولوژیکی گونه‌های مختلف ماهیان در یک اکوسیستم آبی از ضروریات اولیه حفظ و بازسازی ذخایر آنهاست و منجر به شناخت و تحلیل اکولوژیکی زنجیره غذایی اکوسیستم می‌شود که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد زیادی دارد (Gholizade *et al.*, 2009). آگاهی از ویژگی‌های بوم و زیست‌شناسی گونه‌های ماهیان به مدیریت ذخایر این ماهیان در آینده کمک می‌کند.

مطالعات غذا و عادات غذایی ماهیان از اهمیت بسیاری برخوردار است که به کار صحرایی و آزمایشگاهی زیادی نیاز دارد. مشاهده مستقیم عادات غذایی ماهیان در محیط طبیعی در واقع غیرممکن است؛ بنابراین بهترین راه تحقیق ماهیت غذایی یک ماهی بررسی محتویات دستگاه گوارش است. در ضمن هر ماده‌ای را که در روده مشاهده می‌شود نمی‌توان غذا تلقی کرد (Biswas, 1993).

ماهیان خانواده Cyprinodontidae آب‌های کم‌عمق، راکد، و نیمه‌راکد را ترجیح می‌دهند و تمایل به شناکردن در آب‌های کم‌عمق دارند (Bakhtiyari *et al.*, 2011). از این خانواده جنس *Aphanius* دارای پراکندگی وسیعی در مناطق یوری هالین و آب شیرین در طول سواحل دریای مدیترانه، دریای سرخ، خلیج فارس، و دریای عمان است؛ همچنین در

در شمال شرقی منطقه حفاظت‌شده گنو با موقعیت جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲۶ دقیقه و ۷۷ ثانیه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۱۷ دقیقه و ۹۷ ثانیه طول شرقی و ارتفاع ۲۰۰ متر از سطح دریا با استفاده از توردستی (ساجوک) صید شد (شکل ۱). از این گونه ماهی به دلیل محدودیت زیستگاه، جمعیت کم، و در معرض انقراض بودن به منظور حفظ نسل ماهی تعداد ۵ نمونه به طور ماهانه از مهر ۱۳۹۰ تا شهریور ۱۳۹۱ جمع‌آوری شد و در فرمالین ۵ درصد تثبیت شد. پس از انتقال ماهیان به آزمایشگاه، طول کل، طول استاندارد، و وزن کل ماهی اندازه‌گیری و پس از برش ماهیان از ناحیه شکمی امعا و احشای آنها خارج شد و طول و وزن لوله گوارش اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری طول با کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن با ترازوی دیجیتالی دارای دقت ۰/۰۰۰۱ گرم صورت گرفت و جنسیت از ویژگی‌های ظاهری و بررسی ماکروسکوپی با استفاده از لوپ دوچشمی مشخص شد (شکل ۲).

## ۱.۲. رابطه طول و وزن ماهی

رابطه طول و وزن ماهی بر اساس مدل نمایی برای کل جمعیت با استفاده از معادله زیر به دست آمد:

$$W=aL^b$$

که در این معادله،  $W$ : وزن ماهی بر حسب گرم؛

$L$ : طول کل بر حسب میلی‌متر؛  $a$ : ضریب ثابت؛ و  $b$ :

شیب خط رگرسیون است (Bagenal, 1978).

در نمونه‌هایی که ریخت‌سنجی شدند رابطه بین طول کل و وزن ماهی با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ تعیین شد و به صورت نمودارهایی نشان داده شد. از این نمودارها می‌توان به چگونگی رشد، ایزومتریک، یا آلومتریک این ماهی پی برد.

Cyprinodontidae تخم‌گذار است (Vossoughi and Mostajeer, 1994). اعضای این راسته ماهیانی کوچک‌تر از ۱۵ سانتی‌متر و همه‌چیزخوارند و برخی توانایی هضم سیانوباکتری‌های سبز-آبی را دارند. همه‌چیزخواری این کپورماهیان دندان‌دار به آنها اجازه زیستن در محیط‌های نامطلوب را می‌دهد. تمایل به شناکردن در سطح آب و پمپ‌کردن لایه نازک غنی از اکسیژن آب نزدیک دو سطح آب-هوا، به داخل آبشش‌ها و استراتژی تولیدمثل، آنها را قادر به زیستن در آب‌های گرم و راکد کرده است (Khajeh, 2009). *A. ginaonis* گونه بومی و فقط منحصر به چشمه آب گرم گنو در جنوب ایران واقع در شمال بندرعباس است (Coad, 2000). آب این چشمه متمایل به سبز با بوی قوی سولفور است و کف نهر از سنگ‌ها و سنگ‌ریزه‌های پوشیده‌شده با سیانوباکتری‌ها تشکیل شده است.

با توجه به اینکه این گونه دارای زیستگاه محدود و منحصر به فرد و از طرفی جمعیت کم است، شناخت عادات تغذیه‌ای آن در محافظت و جلوگیری از انقراض این گونه بسیار مؤثر می‌تواند باشد. این تحقیق با هدف تعیین روابط طول-وزن، بررسی عادات غذایی، تعیین رژیم غذایی، و اولویت غذایی در ماهی *A. ginaonis* به اجرا درآمد؛ به دلیل حضور بسیار سیانوباکتری‌ها در چشمه آب گرم گنو همچنین، در لوله گوارش ماهی *A. ginaonis*، به شناسایی سیانوباکتری‌های موجود در لوله گوارش این گونه ماهی و جایگاه و تأثیر سیانوباکتری‌های موجود در چشمه آب گرم در تغذیه این گونه ماهی پرداخته شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

تعداد ۶۰ نمونه کپوردندان گنو از چشمه آب گرم گنو

پرخوری ماهی را محاسبه می‌کند و از معادله زیر به دست می‌آید:

$$C.V = Es/Ts * 100$$

در این معادله Es: تعداد معده‌های خالی و Ts: تعداد کل معده‌های مورد بررسی است. در این فرمول مقادیر ۰ تا ۱۰۰ به پنج دسته بایستی تقسیم شد و به ترتیب نشان‌دهنده پرخور، نسبتاً پرخور، متوسط خور، کم‌خور، و نسبتاً کم‌خور بودن آبی است (Euzen, 1987).

### ۳.۳.۲. تعیین ترجیح غذایی ماهی (FP)

با استفاده از این شاخص غذای ماهیان به منزله غذای اصلی، غذای فرعی، و غذای اتفاقی تشخیص داده می‌شود. برای تعیین نوع غذای این ماهی از معادله زیر استفاده شد:

$$FP = (Ni/Ns) * 100$$

در این معادله Ni: تعداد دستگاه گوارش دارای طعمه مورد نظر و Ns: تعداد کل دستگاه‌های گوارش پر و محتوی غذا است؛ طبق این فرمول اگر طعمه خورده شده ماهی بیش از ۵۰ درصد باشد، غذای اصلی؛ اعداد ۱۰ تا ۵۰ درصد، طعمه فرعی یا ثانویه؛ و اعداد پایین‌تر از ۱۰ درصد طعمه اتفاقی محسوب می‌شوند (Euzen, 1987).

### ۴.۲. شناسایی سیانوباکتری‌های موجود در

#### لوله گوارش ماهی

لوله گوارش خارج شده و پس از اندازه‌گیری طول و وزن آن به ۶ قسمت مساوی تقسیم شد و در هر قسمت محتویات آن به طور جداگانه بررسی شد که بیشتر حاوی سیانوباکتری‌ها بودند؛ محتویات هر

### ۲.۲. تعیین شاخص نسبت طول روده

#### (RLG)

در بررسی ماهیت رژیم غذایی و عادات تغذیه‌ای ماهی از شاخص نسبی طول روده که شاخصی مناسب برای تعیین ماهیت رژیم غذایی ماهی است بهره گرفته شد. شاخص نسبت طول روده (RLG) به صورت نسبت طول روده به طول کل بدن محاسبه و تحلیل شد. اگر این نسبت کمتر از عدد ۱ باشد ( $RLG < 1$ ) ماهی گوشت‌خوار است و اگر بزرگ‌تر از ۱ باشد ( $RLG > 1$ ) ماهی تمایل به گیاه‌خواری دارد و اندازه متوسط (حدود ۱) نشان‌دهنده همه‌چیزخواری ماهی است (Biswas, 1993).

### ۳.۲. تعیین رژیم غذایی

در تعیین رژیم غذایی، شاخص معدی-بدنی (GaSI)، شاخص خالی‌بودن معده (CV)، و تعیین ترجیح غذایی در محیط طبیعی در نظر گرفته شدند.

#### ۱.۳.۲. تعیین شاخص معدی-بدنی (GaSI)

برای تعیین رژیم غذایی ابتدا شاخص معدی-بدنی برای هر ماه تعیین شد. این شاخص به صورت گسترده به منظور برآورد شدت تغذیه ماهی در هر ماه استفاده شد و از رابطه زیر محاسبه شد (Desai, 1970):

(Biswas, 1993)

$$GaSI(\%) = (\text{wet weight of gut} / \text{total wet weight of fish}) \times 100$$

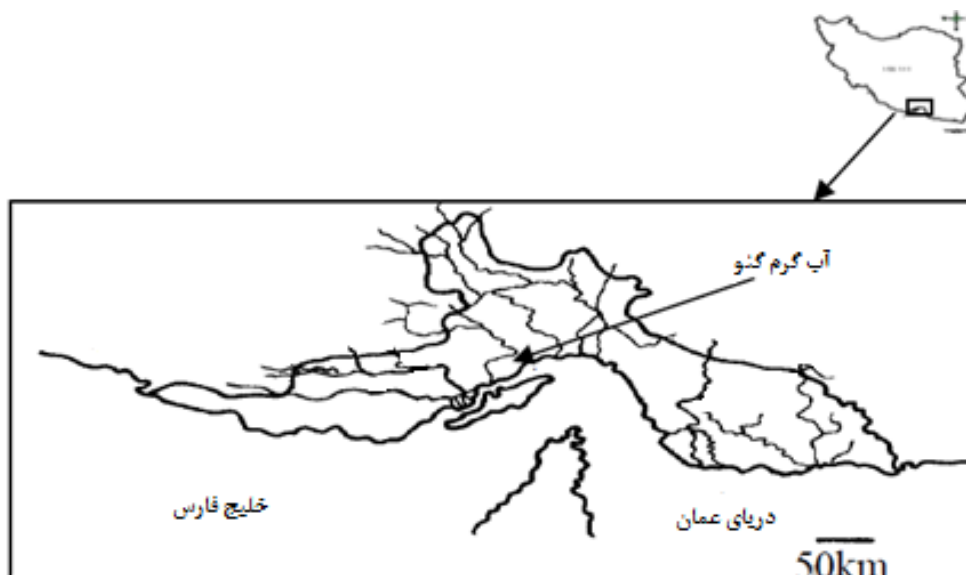
#### ۲.۳.۲. تعیین شاخص خالی‌بودن معده (CV)

در معده‌های مورد بررسی که به سه دسته خالی، نیمه‌پر، و پر تقسیم شدند، ملاک پر و نیمه‌پر بودن معده میزان کشیدگی عضلات معده در نظر گرفته شد (James, 1986). شاخص خالی‌بودن معده تخمینی از

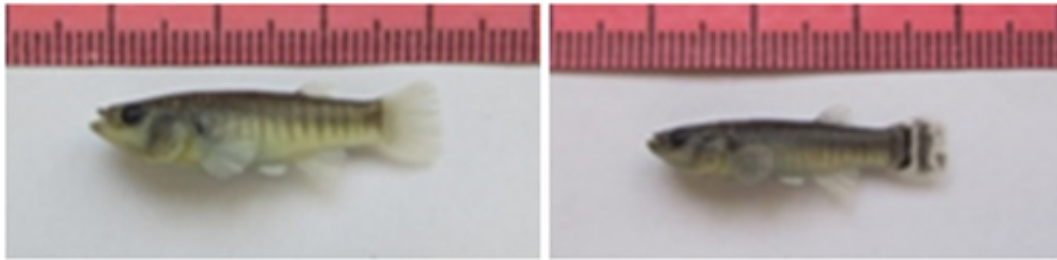
شناسایی بر مبنای این صفات انجام گرفت. از جمله صفات مهم در شناسایی مورفولوژیک نمونه‌ها می‌توان به شکل و رنگ کلنی‌ها، شکل و رنگ و اندازه تالس، طول و عرض تالس، طول و عرض تراکم‌ها، شکل و اندازه و رنگ سلول‌های رویشی، هتروسیست‌ها و اکاین‌ها، بافت و رنگ و تزئینات دیواره‌های سلولی اکاین‌ها، شکل سلول‌های رأسی، وجود یا نبود غلاف موسیلاژی اشاره کرد.

برای آنالیز آماری در ابتدا نرمال بودن تمامی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف - اسمیرنوف بررسی شد. همچنین همگن بودن واریانس داده‌ها قبل از انجام تست آماری ANOVA با استفاده از آزمون Leven بررسی شد. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آنالیز یک‌طرفه مقایسه واریانس‌ها (ANOVA) استفاده شد. تمامی بررسی‌های آماری انجام شده در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفته است.

قسمت به صورت جداگانه روی لام حاوی یک قطره گلیسرول گذاشته شد و اسلاید آن تهیه شد که قسمت اعظم اسلایدها پوشیده از سیانوباکتری‌ها بودند. برای تعیین ابعاد سلولی سیانوباکتری‌ها از عدسی مدرج، برای ترسیم فرم ریشه‌ای و جزئیات مربوط به آن از کامرا لوسیدا (Camera Lucida)، و به منظور تهیه تصویر دقیق هر نمونه از دوربین دیجیتال استفاده شد. سیانوباکتری موجود با استفاده از میکروسکوپ دیجیتال GX microscope Australia مجهز به دوربین دیجیتال، عدسی مدرج و کمرا لوسیدا، و کلیدهای شناسایی معتبر Desikachary (1959) و Prescott (1970) و نیز جدیدترین مقالات مورفولوژیک مرتبط به این شاخه از جلبک‌ها و تا سطح جنس و گونه شناسایی شدند. به منظور شناسایی در قدم نخست صفات کلیدی و تعیین‌کننده مربوط به هر جنسیت مشخص شد. در مرحله بعد



شکل ۱. موقعیت چشمه آب گرم گنو در استان هرمزگان



(ب)

(الف)

شکل ۲. ماهی *Aphanis ginaonis* (الف): نر (ب): ماده

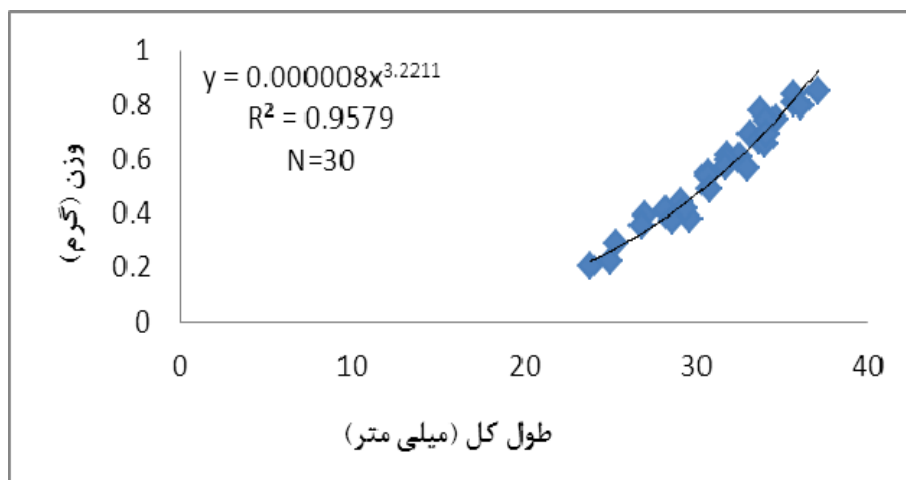
است ( $P < 0/05$ ). بین وزن و طول کل جنسیت نر و ماده معادله رگرسیونی که در شکل های ۳ و ۴ مشخص شده برقرار است و میزان هم‌بستگی  $R^2 = 0/95$  و ضریب رگرسیون  $b = 3/22$  برای جنسیت نر و  $R^2 = 0/92$  و  $b = 3/30$  برای جنسیت ماده به دست آمد.

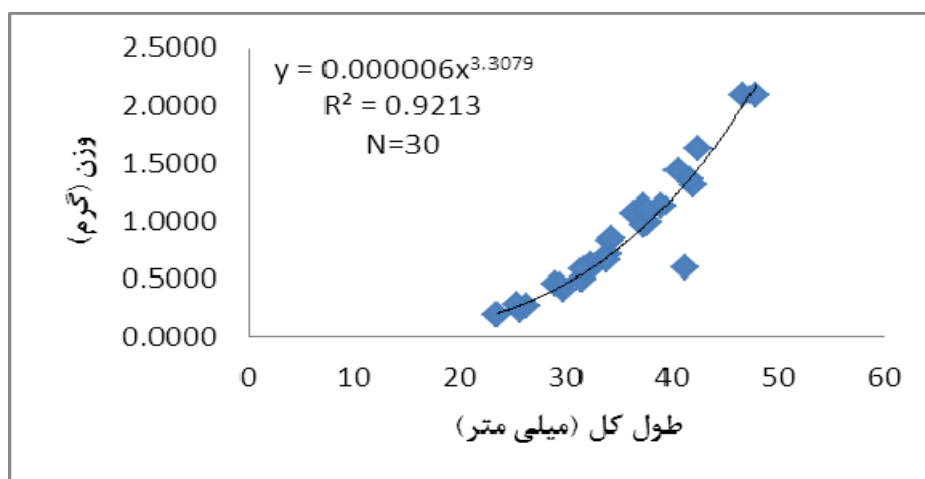
### ۳. نتایج

اندازه‌گیری‌های حاصل از طول و وزن نمونه‌های صیدشده در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که طول و وزن ماده‌ها نسبت به نرها بیشتر است و از اختلاف معنی‌داری نیز برخوردار

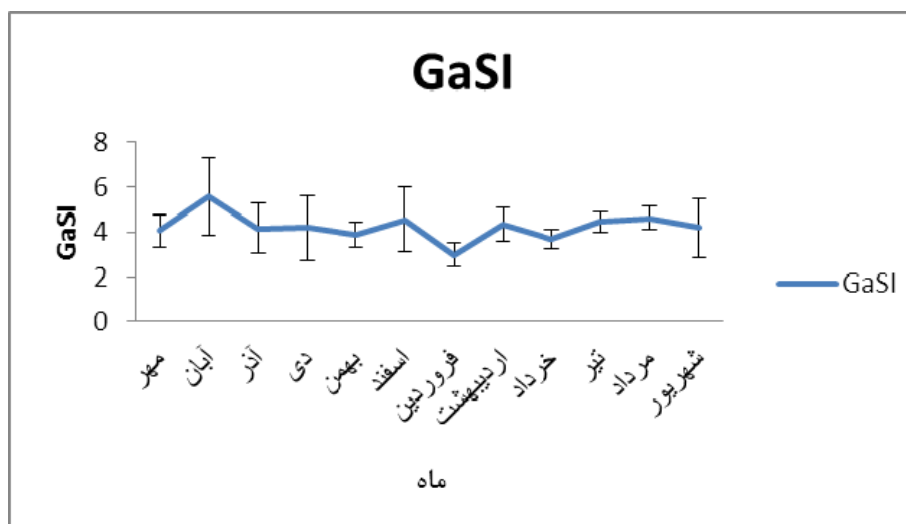
جدول ۱. اندازه طول و وزن در جنسیت نر و ماده گونه *A. ginaonis* در چشمه آب گرم گنو

جنسیت	تعداد	طول کل بر حسب میلی‌متر			طول استاندارد بر حسب میلی‌متر			وزن بر حسب گرم		
		حداقل	حداکثر	میانگین (SD)	حداقل	حداکثر	میانگین (SD)	حداقل	حداکثر	میانگین (SD)
نر	۳۰	۲۳/۸۹	۳۷/۱۰	۳۱/۴۶±۳/۵۵	۱۹/۲۰	۳۰/۲۶	۲۵/۸۶±۲/۹۹	۰/۲۰۴	۰/۸۴۷	۰/۵۶۸±۰/۱۸۸
ماده	۳۰	۲۳/۴۰	۴۷/۸۶	۳۵/۰۱±۶/۱۷	۱۹/۱۰	۳۹/۱۴	۲۸/۵۶±۵/۱۸	۰/۱۸۷	۲/۰۹۳	۰/۸۷۱±۰/۵۰۱

شکل ۳. رابطه طول - وزن جنسیت نر ماهی *Aphanis ginaonis*



شکل ۴. رابطه طول - وزن جنسیت ماده ماهی *Aphanius ginaonis*



شکل ۵. منحنی تغییرات GaSI در دو جنسیت در ماه‌های مختلف سال در ماهی *A. ginaonis*

سیانوباکتری‌ها بیشترین حضور و لارو حشرات آبی کمترین حضور را داشتند، در واقع کل لوله گوارش را سیانوباکتری‌ها به مقدار زیاد فرا گرفته بودند.

شاخص معدی-بدنی (GaSI) در ماهی *A. ginaonis* به طور ماهانه محاسبه شد که تغییرات آن در شکل ۵ نشان داده شده است و بیانگر بیشترین شدت تغذیه این گونه ماهی در آبان و کمترین آن در فروردین است.

برای میانگین طول نسبی روده در گونه *A. ginaonis* بر اساس نسبت طول روده به طول کل، برای کل ماهیان مقدار ۱/۲۵ محاسبه شد که نشان‌دهنده تمایل این گونه ماهی به رژیم همه‌چیزخواری است.

برای تعیین نوع مواد غذایی مورد تغذیه پس از خارج کردن لوله گوارش ماهی و تعیین محدوده معده و تخلیه آن، محتویات آن شناسایی شد که

در مجموع ۳۲ گونه جلبک سبز - آبی، مربوط به چشمه آب گرم گنو شناسایی شده است ( Heidari, 2012). با توجه به این مسئله در این تحقیق به شناسایی سیانوباکتری‌های موجود در لوله گوارش ماهی *A. ginaonis* پرداخته شد (جدول ۲). گونه‌های *Oscillatoria tenuis*، *Spirulina subsalsa* و *Jaaginema metaphyticum* به نسبت بیشتری در قسمت‌های مختلف لوله گوارش حضور داشتند. سیانوباکتری‌های موجود در لوله گوارش *A. ginaonis* اندازه ۰/۶ تا ۵-۴ میکرون را داشتند

در بررسی‌های انجام‌شده روی ۶۰ معده ماهی *A. ginaonis* تعداد ۳۳ معده پر و ۱۹ معده خالی و ۸ معده نیمه‌پر مشاهده شد. شاخص خالی‌بودن معده (CV) در کل نمونه‌ها محاسبه و مقدار ۳۱/۶۶ درصد به دست آمد که معرف نسبتاً پرخوربودن این گونه ماهی است. ترجیح غذایی یا فراوانی حضور طعمه (FP) برای ماهی گنو محاسبه شد که فراوانی حضور سیانوباکتری‌ها در ناحیه مشخص‌شده معده ۹۲/۶۸ درصد و برای لارو حشرات آبزی ۴۸/۷۸ درصد به دست آمد که حاکی از آن است که غذای اصلی این گونه ماهی را سیانوباکتری‌ها تشکیل می‌دهند.

جدول ۲. فهرست گونه‌های سیانوباکتری شناسایی‌شده از لوله گوارش ماهی *A. ginaonis*

Taxon	
۱	<i>Geitlerinema amphibium</i> ( C .Agardh ex Gomont ) Anagnostidis ( <i>Oscillatoria amphibian</i> )
۲	<i>Jaaginema metaphyticum</i> Komárek ( <i>Oscillatoria angusta</i> )
۳	<i>Leptolyngbya tenuis</i> ( Gomont ) Anagnostidis & Komárek ( <i>phormidium tenue</i> )
۴	<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle
۵	<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont
۶	<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn
۷	<i>Pseudanabaena mucicola</i> ( Naumann & Huber-Pestalozzi ) Schwabe
۸	<i>Pseudanabaena limnetica</i> ( Lemmermann ) Komárek ( <i>Oscillatoria limnetica</i> )
۹	<i>Spirulina labyrinthiformis</i> Gomont
۱۰	<i>Spirulina subsalsa</i> Oerstedt ex Gomont
۱۱	<i>Synechococcus elongatus</i> ( Nägeli) Nägeli
۱۲	<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau
۱۳	<i>Trichodesmium lacustre</i> Klebahn ( <i>Oscillatoria lacustris</i> )



#### ۴. نتیجه‌گیری

بیشتر بودن طول و وزن ماده‌ها نسبت به نرها در گونه *Aphanius sophiae* را Kamal و همکاران (۲۰۰۹)، همچنین رشد بیشتر ماده‌ها نسبت به نرها را قبلاً Fernandez-Delgado و همکاران (۱۹۸۸) و Garsia-Berthou و Moreno-Amich (1992) در باره *Aphanius iberus* و Leonardoes و Sinis (1999) در باره *Aphanius fasciatus* نیز گزارش کرده‌اند. Biswas (1993) بیان داشت که بین طول و وزن ماهیان رابطه‌ی نمایی برقرار است؛ همان گونه که در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده طول این گونه ماهی با وزن آن دارای هم‌بستگی بسیار بالایی است. ضریب رگرسیون  $b$  به طور معمول در ماهیان بین عدد ۲ و ۴ است. اگر ضریب رگرسیون برابر عدد ۳ باشد ( $b=3$ ) ماهی دارای رشدی ایزومتریک است و رشد آن بدون هیچ‌گونه تغییری در وزن و شاخصه‌های بدنی صورت می‌گیرد، اما معمولاً ماهیان تماماً شکل بدنشان را طی دوره‌ی زندگی حفظ نمی‌کنند؛ بنابراین در بیشتر ماهیان رشد با تغییراتی در اندازه و حجم بدن همراه است، در این ماهیان اگر مقدار ضریب رگرسیون کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از عدد ۳ باشد رشدی آلومتریک و ناهمگون در نظر گرفته می‌شود (Bagenal, 1978). بنابراین با توجه به بزرگ‌بودن مقدار  $b$  محاسبه‌شده ( $b>3$ ) برای دو جنسیت نر و ماده‌ی ماهی *A. ginaonis*، این گونه ماهی دارای رشد آلومتریک مثبت است.

در تعیین ماهیت رژیم غذایی *A. ginaonis* برای شاخص RLG در جنسیت‌های مختلف عددی حدود یک محاسبه شده است، از مقایسه‌ی اعداد به‌دست‌آمده

با اعداد جدول Biswas (1993) نتیجه‌گیری می‌شود که ماهیت رژیم غذایی این گونه ماهی رژیمی همه‌چیزخواری است. Al-Daham و همکاران (۱۹۷۷)، Krupp و Schneider (1989)، و Keivany و Soofiani (2004) عادات همه‌چیزخواری و گیاه‌خواری را در برخی گونه‌های دیگر آفانیوس گزارش کردند.

برای برآورد شدت تغذیه، تغییرات شاخص معدی (GaSI) به مدت یک سال به صورت ماهانه محاسبه شد و مقدار این شاخص برای هر دو جنسیت مشخص و به صورت نمودار بیان شد (شکل ۵). این نتایج نشان داد که ماهی *A. ginaonis* در ماه آبان دارای بالاترین شدت تغذیه و در فروردین دارای کمترین شدت تغذیه است. اکثر جانوران آبی معمولاً طی دوران تولیدمثلی تغذیه نمی‌کنند، یا عادات غذایی‌شان تا حد زیادی کاهش می‌یابد. این نشان می‌دهد که رابطه‌ی نزدیکی بین فصل تولیدمثل و فعالیت تغذیه‌ای برقرار است (Kamali and Valinasab, 2004). تغذیه‌ی گونه *A. ginaonis* نیز ممکن است با تولیدمثل ارتباط نزدیکی داشته باشد. بنابراین نوسان‌های دیده‌شده در منحنی GaSI می‌تواند نشان‌دهنده‌ی فعالیت تغذیه‌ای کم در زمان تخم‌ریزی و بهبود تغذیه بعد از پایان دوره‌ی تخم‌ریزی باشد. این شاخص می‌تواند بیانگر تغذیه یا نبود تغذیه در زمان‌های خاص یا جمع‌شدن و ذخیره‌ی چربی در سیستم گوارش ماهی باشد؛ جمع‌شدن یا ذخیره‌ی چربی در زمان‌های نبود تغذیه و یا در زمان تولیدمثل استفاده می‌شود بنابراین این شاخص می‌تواند روند تولیدمثلی را نیز در ماهیان نشان دهد.

در بررسی رژیم غذایی ماهی *A. ginaonis* با

که این گونه‌ها شامل *Spirulina subsalsa*، *Jaaginema metaphyticum* و *Oscillatoria tenuis* می‌شوند که بالاترین میزان حضور را *Spirulina subsalsa* داشت، این سیانوباکتری دارای پروتئین‌ها، ویتامین‌ها (A, B1, B2, B6, B12, E, K)، مواد معدنی (آهن، کلسیم، پتاسیم، و غیره)، فیکوسیانین که یک آنتی‌اکسیدان است، و پلی ساکاریدهایی است که می‌تواند سرطان را در حیوانات کاهش دهد (Dissa *et al.*, 2010). اسپیرولینا به منزله مکملی غذایی شناخته شده است که به منظور تحریک و افزایش رشد بهتر استفاده می‌شود (Richmond, 1986). سازگاری بالای این جلبک در دمای بالا باعث می‌شود که تحت شرایط سخت و ذخیره‌سازی در محیط گرم ارزش‌های غذایی خود را حفظ کند و تغییر نکند این در حالی است که سایر منابع غذایی گیاهی تحت شرایط گرمایی به سرعت از بین می‌روند. به نظر می‌رسد که این ماهی دارای قدرت تشخیص و انتخاب از بین گونه‌های مختلف سیانوباکتری است. نهایتاً برخلاف فرض اولیه تحقیق حاضر، که این ماهی انتخابی در نوع گونه سیانوباکتری ندارد، نتایج نشان داد که در لوله گوارش کپوردندان گنو از بین گونه‌های مختلف سیانوباکتری، که در این چشمه زندگی می‌کنند و بالغ بر ۳۲ گونه می‌شوند (Heidari, 2012, F.), حدود ۱۳ گونه آن مشاهده می‌شود که سیانوباکتری اسپیرولینا در آن غالب است. بنابراین به نظر می‌رسد که این ماهی از مناطقی که دارای این جلبک است تغذیه می‌کند و احتمالاً سایر جلبک‌ها به طور تصادفی به همراه آن وارد لوله گوارش می‌شوند.

محاسبه شاخص CV طبق دسته‌بندی Euzen (1987) می‌توان گفت که احتمالاً این ماهی نسبتاً پرخور است، و پس از تعیین فراوانی حضور طعمه (FP) برای ماهی گنو مشخص شد که غذای اصلی این گونه ماهی را سیانوباکتری‌ها تشکیل می‌دهند. با توجه به فراوانی حضور سیانوباکتری‌ها در لوله گوارش ماهی نسبت به لارو حشرات آبی، می‌توان چنین برداشت کرد که این گونه ماهی رژیمی همه‌چیزخوار با تمایل بیشتری بر گیاه‌خواری دارد و شاید دلیل نسبتاً پرخور بودن ماهی گنو به علت حضور فراوان سیانوباکتری‌ها در سرتاسر چشمه آب گرم گنو باشد. همان گونه که گفته شد، بیشترین عنصر مورد تغذیه ماهی *A. ginaonis* را سیانوباکتری‌ها تشکیل می‌دهند بنابراین به شناسایی گونه‌های سیانوباکتری موجود در لوله گوارش این گونه ماهی پرداخته شد. در این تحقیق، نمونه‌برداری ماهی گنو از ایستگاه‌هایی مشابه با ایستگاه‌هایی صورت پذیرفت که Heidari (2012) در مطالعه خود روی سیانوباکتری‌های چشمه آب گرم گنو استفاده کرده بود. با توجه به اینکه گونه‌های سیانوباکتری شناسایی شده در چشمه آب گرم گنو شامل ۳۲ گونه‌اند همچنین، فراوان‌ترین سیانوباکتری شناسایی شده در این چشمه گونه‌های مختلف از جنس *Oscillatoria* است، بررسی‌های انجام‌شده نشان داد که لوله گوارش ماهی *A. ginaonis* متعلق به این چشمه شامل ۱۳ گونه از ۳۲ گونه سیانوباکتری موجود در چشمه است که از بین این ۱۳ گونه ۶ گونه آن متعلق به گونه‌های مختلف از جنس *Oscillatoria* است. برخی از این سیانوباکتری‌ها به تعداد بیشتری نسبت به بقیه گونه‌های سیانوباکتری موجود در لوله گوارش این گونه ماهی حضور داشتند

## References

- [1]. Al-Daham, N.K., Huq, M.F., Sharma, K.P., 1977. Notes on the ecology of fishes of genus *Aphanius* and *Gambusia affinis* in Southern Iraq. *Fresh water Biology* 7, 245–251.
- [2]. Bagenal, T.B., 1978. *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water*. Third Edition, Blackwell Scientific Publication. XVT. pp. 365.
- [3]. Bakhtiyari, M., Kamal, Sh., Abdoli, A., Esmaeli, H.R., Ebrahimi, M., 2011. Comparison of the feeding behavior and strategy of the Killifish, *Aphanius sophiae* Heckel, 1847, at two different localities in Iran. *Zoology in the Middle East* 52, 47–56.
- [4]. Biswas, S.P., 1993. *Manual of Methods in fish Biology*. South Asian publishers, Pvt Ltd, New Delhi, International Book Co. Absecon Highlands. N.J. pp. 167.
- [5]. Coad, B.W., 2000. Distribution of *Aphanius* species in Iran. *Journal of the American Killifish Association* 33, 183–191.
- [6]. Coad, B.W., Abdoli, A., 2000. Systematics of an isolated population of tooth-carp from northern Iran (Actinopterygii: Cyprinodontidae). *Zoology in the Middle East* 21, 87–102.
- [7]. Desai, V.R., 1970. Studies on the fishery and biology of *Tor tor* (Hamilton) from river Narmada. *Journal of Inland Fisheries Society of India* 2, 101–112.
- [8]. Desikachary, T.V., 1959. Cyanophyta. *Indian Council of Agricultural Research*, New Delhi. pp. 684.
- [9]. Dissa, A.O., Desmoricux, H., Savadoge, P.W., Segda, B.G., Koulidiati, J., 2010. Shrinkage, porosity and density behaviour during convective drying of spirulina. *Journal of Food Engineering* 97, 410-418.
- [10]. Esmaeli, H.R., Ebrahimi, M., Teimori, A., Ansari, T.H., 2009. First karyological analysis of an endemic fish, zagros tooth-carp, *Aphanius vladykovi* (Coad, 1988) (Actinopterygii: Cyprinodontidae) from Iran. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A*, 33, 349-354.
- [11]. Esmaeli, H.R., Teimori, A., Gholami, Z., Zarei, N., Reichenbacher, B., 2012. Re-validation and re-description of an endemic and threatened species, *Aphanius pluristriatus* (Jenkins, 1910) (Teleostei, Cyprinodontidae), from southern Iran. *Zootaxa* 3208, 58–67.
- [12]. Euzen, O., 1987. Food habits and diet composition of some fish of Kuwait. *Kuwait bulletin of marine science* 9, 58- 65.
- [13]. Fernandez-Delgado, C., Hernando, J.A., Herrera, M., Bellido, M., 1988. Age, growth and reproduction of *Aphanius iberus* (Cuv.8 Val., 1846) in the lower reaches of the Guadalquivir River (South- West Spain). *Fresh water Biology* 20, 227-234.
- [14]. Garsia-Berthou, E., Moreno-Amich, R., 1992. Age and growth of an Iberian cyprinodont, *Aphanius iberus* (Cuv. &Vol) in its most northerly population. *Journal of Fish Biology* 40, 929-937.
- [15]. Gholizade, M., Ghorbani, R., Salman Mahini, A.R., Hajimoradloo, A.M., Rahmani, H., Mollaei, M., 2009. An Investigation on morphology, age and growth of *Capoeta capoeta gracilis* in Zarrin-Gol stream, Golestan Province of Iran. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, Vol. 16 (Special issue 1-a).
- [16]. Golmoradzade, A., Kamrani, E., Sajjadi, M.M., 2012. Life history traits of *Aphanius ginaonis*

- Holly, 1929 (Cyprinodontidae) and potential risks of extinction in the Geno hot spring (Iran) population. *Journal of Applied Ichthyology* 28, 31-33.
- [17]. Heidari, F., 2012. Floristical studies of blue-green algae (Cyanobacteria) of Hot Springs. Dissertation, University of Shahid beheshti.
- [18]. Hrbek, T., Meyer, A., 2003. Closing of the Tethys Sea and the phylogeny of Eurasian killifishes (Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae). *Journal of Evolutionary Biology* 16, 17–36.
- [19]. James, P.S.B.R., 1986. The present status of ribbon fish in India, special publication N. 24, Central Marine Fisheries Research Institute.
- [20]. Kamal, Sh., Abdoli, A., Bakhtiary, M., Karami, M., 2009. Some biological characteristics of Killifish (*Aphanius sophiae*) in Cheshme Ali Damghan, Iran. *Journal - Environmental Science*, Vol.6(3).
- [21]. Kamali, E., Valinasan, T., 2004. Fish reproduction. Iranian Fisheries Research Organization: Tehran. 178 pp.
- [22]. Khajeh, P., 2009. Investigation on the Intrapopulation Genetic Diversity of *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929)(Kapordandandar-e Geno) based on the D-LOOP mtDNA. Dissertation, University of Hormozgan.
- [23]. Keivany, Y., Soofiani, N.M., 2004. Contribution to the biology of Zagros tooth-carp, *Aphanius vladkovii*(Cyprinodontidae) in central Iran. *Environmental Biology of Fishes*. 71, 165–169.
- [24]. Krupp, F., Schneider, W., 1989. The fishes of the Jordan River drainage basin and Azraq Oasis. *Fauna Saudi Arabia* 10, 347–416.
- [25]. Leonardos, I., Sinis, A., 1999. Reproductive strategy of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Ciprinodontidae) in the Mezolongy and Etolikon lagoons (W. Greece). *Fisheries Research* 35, 171-181.
- [26]. Prescott, G.W., 1970. Algae of the western great lake area. WM. C. Brown company publishers. pp, 977.
- [27]. Reichenbacher, B., Feulner, G.R., Schulz-Mirbach, T., 2009. Geographic variation in otolith morphology among freshwater populations of *Aphanius dispar* (Teleostei, Cyprinodontiformes) from the Southeastern Arabian Peninsula. *Journal of Morphology* 270, 469–484.
- [28]. Richmond, A., 1986. Microalgae of economic potentials. In: Richmond, A. (Ed.), *CRC Handbook of Algal Mass Culture*. CRC Press, Florida, USA, pp. 199–243.
- [29]. Teimori, A., Esmaili, H.R., Gholami, Z., Zarei, N., Reichenbacher, B., 2012. *Aphanius arakensis*, a new species of tooth-carp (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from the endorheic Namak Lake basin in Iran. *ZooKeys* 215, 55–76.
- [30]. Vossoughi, Gh., Mostajeer, B., 1994. Freshwater fishes. Tehran University Publication. pp, 259.