مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی روند تغییرات سالانه ضریب رشد گناد، ضریب رشد کبد و ضریب چاقی در جنس ماده ماهی آفانیوس گنو (*Aphanius ginaonis*)

محمد مهدی‌پور[۱]، احمد نوری[۱*]، احسان کامرانی[۲]

[۱] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان

[۲] گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۲/۱۱/۱۵

اصلاح: ۹۲/۱۲/۲۵

پذیرش: ۹۳/۰۱/۱۶

کلمات کلیدی:

آفانیوس

گنو

تولیدمثل

ضریب رشد

چکیده

کمبود اطلاعات زیستی پایه خصوصاً اطلاعات مربوط به تولیدمثل درباره ماهی آفانیوس گنو، *Aphanius ginaonis*، که منحصراً در ایران و در چشمه آب گرم گنو زندگی می‌کند، باعث گردیده است که مدیریت مناسبی بر ذخایر این گونه با ارزش از نظر زیستی صورت نگیرد. در این مطالعه بررسی روند تغییرات سالانه شاخص‌های تولیدمثلی شامل ضریب رشد گناد، ضریب رشد کبد و نیز ضریب چاقی در ماهی ماده بررسی گردید. نمونه‌برداری به صورت ماهانه انجام شد و در مجموع تعداد ۸۴ عدد ماهی ماده از آبان ۱۳۹۱ تا مهر ۱۳۹۲ صید گردید. نتایج نشان می‌دهند که ضریب رشد گناد در فصل تابستان با میانگین ۰/۳۰± ۷/۲۴ کمترین مقدار را داشت و در سایر فصل‌ها تفاوت معنی‌داری دیده نشد. ضریب رشد کبد در بهار (۰/۱۷± ۴/۵۶) به طور معنی‌دار بیشتر از دو فصل تابستان (۰/۱۲± ۳/۶۹) و پائیز (۰/۱۳± ۳/۸۴) بود اما با فصل زمستان (۰/۱۹± ۴/۱۲) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. ضریب چاقی با میانگین ۰/۰۱ ± ۱/۵۰ در طول سال یک روند یکسانی را نشان داد. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان اینگونه بیان کرد که ماهی آفانیوس گنو از نظر تولیدمثلی در طول سال فعال بوده و در نتیجه در این ماهی دارای رفتار تخمریزی مرحله‌ای می‌باشد. نتایج این تحقیق اطلاعات پایه‌ای مفیدی را برای مطالعات بعدی در زمینه تولیدمثل این گونه در اختیار گذاشته و برای برنامه ریزی‌های مدیریتی در جهت حفظ این گونه با ارزش خواهد بود.

مقدمه

افزایش اطلاعات و دانسته‌ها در زمینه خصوصیات زیستی و نیز ویژگی‌های مختلف فیزیولوژیک و اکوفیزیولوژیک گونه‌های ماهیان تحت خطر از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Wootton *et al.*, 2000; García -Alonso *et al.*, 2009). این گونه اطلاعات به عنوان یک ابزار موثر در جهت مدیریت و برنامه‌های حفاظتی بر روی این گونه‌ها، دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد. مطالعات در زمینه خصوصیات و ویژگی‌های تولیدمثلی یک گونه، یکی از اساسی ترین و پایه‌ای ترین بررسی‌ها در مطالعات زیست شناسی ماهی به شمار می‌رود که نتایج این گونه مطالعات از دیدگاه مدیریتی و حفاظتی گونه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Meffe and Carroll, 1997).

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Noori@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

بررسی روند تولیدمثل و تغییراتی که در این پروسه فیزیولوژیک در طی یک سال اتفاق می‌افتد، از روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. در برخی از این روش‌ها، تغییرات صورت گرفته در رشد اندام‌های موثر در تولیدمثل ارزیابی می‌گردد و با توجه به این تغییرات، الگوی تولید مثلی موجود ترسیم می‌شود (Peterson and Harmon, 2005; Valdez-Zenil *et al.*, 2014). از جمله اندام‌های موثر در تولیدمثل، می‌توان به گنادها، به عنوان اصلی‌ترین اندام و کبد به عنوان اندام موثر در رشد تخمک ها در ماهیان ماده اشاره نمود (Tyler *et al.*, 1990). از آنجایی که در طی روند تکامل تولیدمثلی، اندازه تخمک‌های موجود در گناد از ابتدای مراحل تکاملی تا انتهای این مرحله، چندین مرتبه افزایش حجم نشان می‌دهند، وزن گناد نسبت به وزن بدن افزایش می‌یابد (Htun-Han, 1978). افزایش حجم تخمک‌ها به طور عمده به دلیل انباشته شدن مواد زرده‌ای در داخل تخمک‌ها می‌باشد (Tyler *et al.*, 1990). منشاء تولید این مواد پروتئینی، سلول‌های کبدی است (Tyler *et al.*, 1990). به همین دلیل تغییر در وزن کبد نیز در طی این روند تکاملی نشان از فعالیت این اندام در پیشبرد روند توسعه گنادی است (Htun-Han, 1978). از طرفی به منظور تولید این مواد مغذی که در واقع نیاز جنین را در طی روند تکامل جنینی تامین خواهند نمود، مواد پروتئینی و چربی موجود در بافت‌های مختلف بدن در طی این مرحله تکاملی به شدت مورد استفاده قرار گرفته و در نتیجه تغییراتی در ضریب چاقی موجود نیز دیده خواهد شد (Bengtsson, 1993). هر چند این تغییرات، زمانی که یک گونه در طول سال تنها یک بار تولیدمثل می‌کند، بسیار بارزتر می‌باشد. بررسی و تعیین تغییرات ضریب رشد گناد و نیز ضریب رشد کبد و همچنین فاکتور وضعیت چاقی موجود، اطلاعات پایه‌ای و اساسی در زمینه روند تولیدمثل را در اختیار قرار می‌دهد.

کپوردندان ماهیان یا ماهیان آفانیوس (Aphanius) متعلق به خانواده Cyprinodontidae هستند که به طور وسیع در مناطق مختلف از آب شیرین تا آب‌های شور پراکنش دارند (Coad and Abdoli, 2000; Reichenbacher *et al.*, 2009). این ماهیان سازگاری بسیار زیادی با محیط‌های سخت و پر تنش داشته و بیشتر در محیط‌هایی پراکنش دارند که برای سایر ماهیان مناسب نبوده و به این صورت در این محیط‌های آبی رقیب و یا شکارچی عمده‌ای نخواهند داشت (Clavero *et al.*, 2007). بازماندگی و زیست این ماهیان در چنین محیط‌های پرتنش و دشوار از نظر فاکتورهای محیطی تاثیرگذار بر حیات، نشان از توانایی در چرخه زیستی این ماهیان و انعطاف در فیزیولوژی عمومی در این ماهیان کوچک استخوانی دارد. منطقه پراکنش این ماهیان در طول سواحل دریای مدیترانه، دریای سرخ، خلیج فارس و دریای عربی گزارش شده است (Coad, 1998). در ایران ۷ گونه مختلف از جنس *Aphanius* وجود دارد که چهار گونه آن بومی ایران است (Hrbek *et al.*, 2006). ماهی آفانیوس گنو با نام علمی *Aphanius ginaonis* محدود به چشمه آب گرم گنو است که در بخش شمالی شهر بندرعباس واقع شده است و تنها گونه بومی این منطقه و نیز تنها ماهی موجود در این محیط آبی به شمار می‌رود (Coad, 1998; Coad and Abdoli, 2000).

چشمه آب گرم گنو به واسطه جاذبه‌های توریستی زیادی که دارد، امروزه مورد توجه بسیار قرار گرفته است. در راستای جذب توریست، تاسیساتی به منظور استفاده از آب گرم این چشمه در منطقه احداث شده است که با هدایت آب این چشمه که تنها زیستگاه این گونه می‌باشد، به داخل کانال های فرعی، زندگی این ماهی در معرض خطر قرار گرفته است. تقریباً به واسطه فعالیت‌ها و دخالت‌های انسانی، تمام گونه‌های آفانیوس در ایران در معرض خطر انقراض قرار گرفته‌اند که اهمیت حفاظت از این گونه‌ها را روشن‌تر می‌کند.

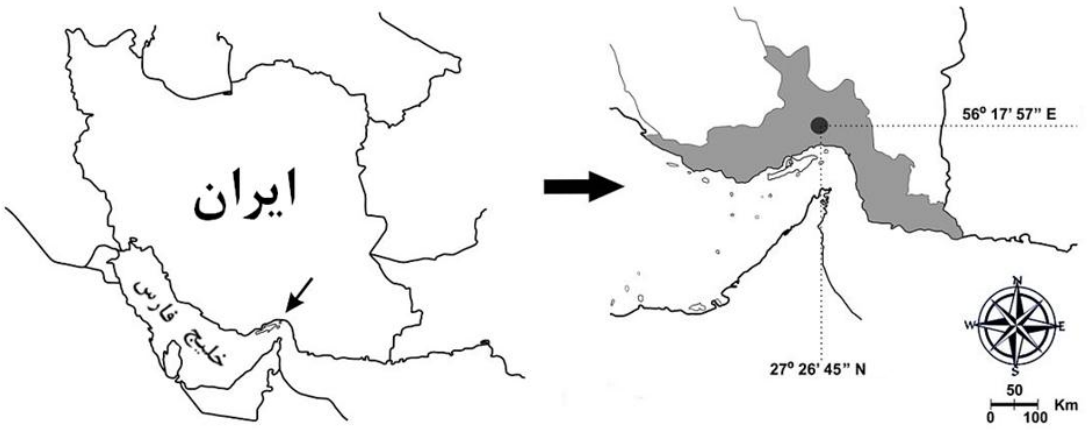
به منظور حفاظت بهتر از این گونه با ارزش و در معرض خطر، افزایش اطلاعات در جنبه‌های مختلف چرخه زیستی این ماهی به خصوص از دیدگاه ویژگی‌ها و خصوصیات تولیدمثلی این گونه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. تاکنون برخی از مطالعات بر روی جنبه‌های مختلف زیستی این ماهی انجام شده است که از این جمله می‌توان به مطالعات انجام شده بر روی ارتباط طول و وزن و نیز ارتباط این فاکتورها با تعداد تخم تولیدی (Golmoradizadeh *et al.*, 2012) و نیز بررسی ویژگی‌های سنگریزه شنوایی در این ماهی (Reichenbacher *et al.*, 2009) اشاره نمود. با این وجود تاکنون مطالعه‌ای مشخص در رابطه با روند تغییرات ضریب رشد گناد، ضریب رشد کبد و ضریب چاقی در این ماهی صورت نگرفته است. از این رو، این مطالعه سعی در بررسی برخی از خصوصیات و ویژگی‌های تولیدمثلی این گونه دارد تا از این طریق حفاظت هر چه بهتر این گونه امکان‌پذیر گردد، و بتوان با کمک آن برنامه‌های حفاظتی موثری را اجرا نمود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

مواد و روش‌ها

چشمه آب گرم گنو با موقعیت جغرافیایی ۵۶ درجه و ۱۷ دقیقه و ۵۷ ثانیه عرض شمالی و ۲۷ درجه و ۲۶ دقیقه و ۴۵ ثانیه طول شرقی در استان هرمزگان و شهر بندر عباس واقع شده است (شکل ۱). نمونه‌برداری از تنها گونه ماهی موجود در این چشمه از آبان ۹۱ تا مهر ۹۲، به مدت یک سال انجام شد. در هر ماه تعداد ۷ عدد ماهی آفانیوس ماده با استفاده از تور دستی صید و بلافاصله بعد از صید ماهیان، به منظور رعایت اخلاق زیستی در محلول پودر گل میخک بیهوش شدند. بعد از بیهوشی کامل، ماهیان در ظروف مخصوص در کنار یخ نگهداری و به آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان به منظور انجام سایر بررسی‌ها انتقال داده شدند. لازم به ذکر است که در زمان نمونه‌برداری، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب نیز شامل درجه حرارت، میزان اکسیژن محلول، میزان شوری، میزان pH و میزان هدایت الکتریکی آب با استفاده از دستگاه چندمنظوره سنجش پارامترهای آب (WTW) اندازه‌گیری و نتایج ثبت گردید.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری (چشمه آب گرم گنو)

در آزمایشگاه، وزن و طول هر ماهی به ترتیب با دقت ۰/۰۰۱ گرم (با استفاده از ترازوی دیجیتال) و ۱ میلی‌متر (با استفاده از کولیس) اندازه‌گیری شد. سپس هر ماهی کالبد شکافی شد و کبد و گناد هر ماهی به منظور بررسی روند تغییرات در ضریب رشد این اندام‌ها از بدن ماهی خارج و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۰۱ گرم وزن شد. با استفاده از فرمول‌های مربوط به اندازه‌گیری ضریب رشد کبد و ضریب رشد گناد (Noori *et al.*, 2014)، این اطلاعات برای هر ماهی در هر ماه نمونه‌برداری اندازه‌گیری و نتایج ثبت گردید.

$$\text{ضریب رشد کبد} = (\text{وزن کبد} \div \text{وزن کل بدن}) \times ۱۰۰$$

$$\text{ضریب رشد گناد} = (\text{وزن گناد} \div \text{وزن کل بدن}) \times ۱۰۰$$

به منظور بررسی میزان ضریب چاقی ماهیان در فصل‌های مختلف سال، در ابتدا از طریق رسم نمودار رگرسیون بین طول کل و وزن کل ماهیان نمونه‌برداری شده در یک سال، بهترین منحنی قابل تطابق با داده‌های موجود تعیین گردید. سپس با استفاده از ضرایب به دست آمده از این منحنی، ضریب چاقی هر ماهی تعیین و داده‌های حاصل جهت بررسی‌های آماری ثبت گردید.

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی گردید. سپس به منظور تعیین وجود اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌های مورد بررسی، از آزمون ANOVA استفاده شد. بعد از تایید وجود اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌های مورد بررسی، با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن، گروه متفاوت با سایر گروه‌ها مشخص شد. در زمانی که داده‌ها شرایط مورد نیاز برای انجام آزمون ANOVA را نداشتند، از آزمون غیرپارامتری Kruskal-Wallis-H به همراه آزمون غیرپارامتری Mann-Whitney-U استفاده گردید. مقایسه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

آماری در سطح ۹۵ درصد دقت انجام شد. نتایج همگی به صورت میانگین ± خطای استاندارد از میانگین ارائه شدند (Zar, 1984).

نتایــج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. درجه حرارت آب در فصل زمستان کمترین مقدار (P<۰/۰۵) را نشان داد. در فصل تابستان، دمای آب به طور معنی‌دار بیشترین مقدار را در طول یک سال به خود اختصاص داد (P<۰/۰۵). در دو فصل بهار و پائیز، میانگین دمای آب تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (P>۰/۰۵). از نظر میزان اکسیژن محلول در آب، کمترین میانگین در دو فصل بهار و پاییز ثبت گردید (P<۰/۰۵) و در دو فصل تابستان و زمستان بیشترین میزان اکسیژن محلول در آب اندازه‌گیری شد (P<۰/۰۵). در فصل بهار کمترین میزان شوری در آب اندازه‌گیری شد (P<۰/۰۵) و در سایر فصل‌ها تفاوت معنی‌داری در میانگین شوری آب دیده نشد (P>۰/۰۵). از نظر pH، تفاوت معنی‌داری در بین فصل‌های یک سال نمونه‌برداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در نهایت از نظر ضریب هدایت الکتریکی آب، کمترین ضریب در فصل بهار ثبت شد (P<۰/۰۵) و بیشترین مقدار نیز در فصل‌های پاییز و زمستان اندازه‌گیری شد (P<۰/۰۵).

جدول ۱. میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب محل نمونه‌برداری در یک سال. مقادیر به صورت میانگین ± خطای استاندارد از میانگین نشان داده شده‌اند. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشند.

فاکتور اندازه گیری شده	فصل‌های سال			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
دما (سانتی‌گراد)	۳۷/۷۶ ± ۰/۱۵^{b}	۳۸/۹۳ ± ۰/۰۵^{c}	۳۸/۱۵ ± ۰/۱۳^{b}	۳۷/۳۵ ± ۰/۱۲^{a}
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۰۷ ± ۰/۰۸^{a}	۱/۵۳ ± ۰/۰۵^{b}	۱/۰۲ ± ۰/۰۷^{a}	۱/۸۰ ± ۰/۰۹^{b}
شوری (گرم در لیتر)	۸/۸۲ ± ۰/۰۲^{a}	۸/۹۳ ± ۰/۰۱^{b}	۸/۹۶ ± ۰/۰۲^{b}	۸/۹۶ ± ۰/۰۱^{b}
pH	۷/۲۴ ± ۰/۰۳^{a}	۷/۲۲ ± ۰/۰۳^{a}	۷/۲۴ ± ۰/۰۲^{a}	۷/۲۲ ± ۰/۰۳^{a}
ضریب هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر)	۱۴/۸۶ ± ۰/۰۳^{a}	۱۴/۹۴ ± ۰/۰۲^{b}	۱۵/۰۱ ± ۰/۰۱^{c}	۱۵/۰۴ ± ۰/۰۱^{c}

میانگین طول و وزن ماهیان مورد مطالعه در این تحقیق به طور خلاصه در جدول ۲ آورده شده است. همانطور که در جدول ۲ نیز نشان داده شده است، ماهیان نمونه‌برداری شده در بهار، پاییز و زمستان از نظر طول کل و نیز وزن کل بدن اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند (P>۰/۰۵). ماهیان نمونه برداری شده در فصل تابستان با ماهیان نمونه‌برداری شده در فصل زمستان از نظر طول کل بدن و وزن کل بدن تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵)، در صورتی که در مقایسه با ماهیان نمونه‌برداری شده در دو فصل بهار و پاییز، به طور معنی‌دار دارای طول کل بیشتر (P<۰/۰۵) و وزن کل بیشتری (P<۰/۰۵) بودند.

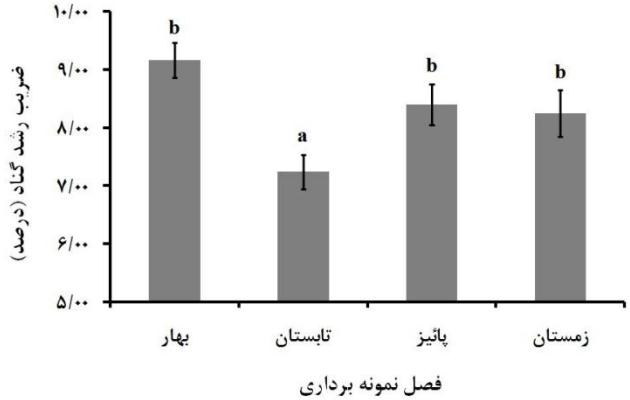
بررسی ضریب رشد گناد نشان داد که کمترین میزان ضریب رشد گناد در ماهیان فصل تابستان با میانگین ۰/۳۰ ± ۷/۲۴ درصد در مقایسه با سایر فصل‌ها وجود داشت که از نظر آماری این مقدار معنی‌داری بود (P<۰/۰۵). در سایر فصل‌ها تفاوت معنی‌داری در بین ماهیان از نقطه نظر میانگین ضریب رشد گناد دیده نشد (P>۰/۰۵). در فصل بهار میانگین ضریب رشد گناد برابر با ۰/۳۰ ± ۹/۱۶ درصد به دست آمد. در فصل پاییز این مقدار برابر با ۰/۳۵ ± ۸/۳۹ درصد شد و در فصل زمستان میانگین این ضریب ۰/۴۰ ± ۸/۲۵ درصد محاسبه گردید. شکل ۲ میانگین ضریب رشد گناد را به صورت درصد در ماهیان مورد مطالعه در فصل‌های مختلف سال نشان می‌دهد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

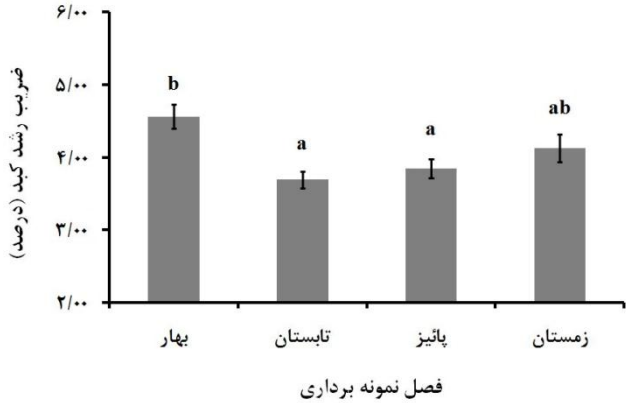
جدول ۲. میانگین طول کل و وزن کل ماهیان نمونه‌برداری شده در یک سال. مقادیر به صورت میانگین ± خطای استاندارد از میانگین نشان داده شده‌اند. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) می‌باشند.

فاکتور اندازه‌گیری شده	فصل‌های سال			
	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
طول کل (میلی‌متر)	۳۹/۲۹ ± ۰/۷۴ ^{a}	۴۲/۴۳ ± ۰/۷۲ ^{b}	۳۹/۲۰ ± ۰/۹۱ ^{a}	۴۰/۴۰ ± ۰/۸۰ ^{ab}
وزن کل (گرم)	۱/۱۳ ± ۰/۰۷ ^{a}	۱/۳۷ ± ۰/۰۷ ^{b}	۱/۱۳ ± ۰/۰۸ ^{a}	۱/۲۲ ± ۰/۰۷ ^{ab}



شکل ۲. میانگین ضریب رشد گناد به درصد در ماهیان ماده مورد مطالعه در فصل‌های مختلف سال. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) می‌باشند.

بررسی ضریب رشد کبد به واحد درصد در بین ماهیان نمونه‌برداری شده در یک سال نشان داد که میانگین این مقدار در دو فصل تابستان و پاییز تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند ($P>0/05$) و به ترتیب برابر با ۰/۱۲ ± ۳/۶۹ درصد و ۰/۱۳ ± ۳/۸۴ درصد بودند. در فصل زمستان نیز مقدار این فاکتور برابر با ۰/۱۹ ± ۴/۱۲ درصد به دست آمد که با هیچ یک از فصل‌های نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار نداشت ($P>0/05$). از طرفی این مقدار در فصل بهار ۰/۱۷ ± ۴/۵۶ درصد اندازه‌گیری شد که به طور معنی‌دار بیش از دو فصل تابستان و پاییز بود ($P<0/05$). شکل ۳ میانگین ضریب رشد کبد را به صورت درصد در ماهیان مورد مطالعه در فصل‌های مختلف سال نشان می‌دهد.

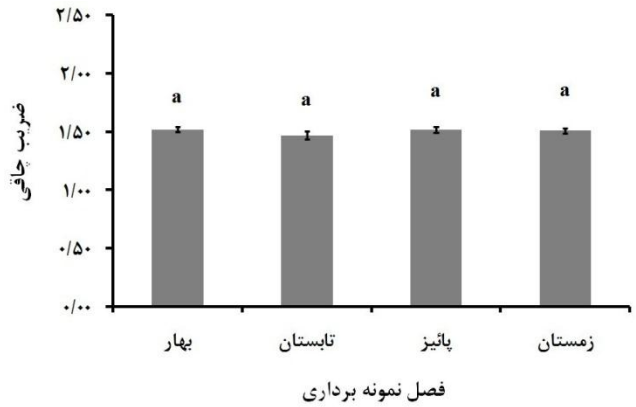


شکل ۳. میانگین ضریب رشد کبد به درصد در ماهیان ماده مورد مطالعه در فصل‌های مختلف سال. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) می‌باشند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

مقایسه نتایج حاصل از اندازه‌گیری ضریب چاقی در ماهیان نمونه‌برداری شده در فصل‌های مختلف سال نشان داد که در بین هیچ یک از فصل‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/05$). میانگین ضریب چاقی برای ماهیان ماده در فصل بهار برابر با ۰/۰۲ ± ۱/۵۲ بود. این مقدار برای ماهیان ماده در دو فصل تابستان و پاییز به ترتیب برابر با ۰/۰۳ ± ۱/۴۶ و ۰/۰۳ ± ۱/۵۱ به دست آمد. میانگین این فاکتور نیز برای ماهیان ماده در فصل زمستان ۰/۰۲ ± ۱/۵۱ اندازه‌گیری شد. شکل ۴ میانگین ضریب چاقی را در ماهیان ماده مورد مطالعه در فصل‌های مختلف سال نشان می‌دهد.



شکل ۴. میانگین ضریب چاقی در ماهیان ماده مورد مطالعه در فصل‌های مختلف سال

بحث

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ماهی آفانیوس گنو، *Aphanius ginaonis*، در طول سال دارای ضریب رشد گنادی بالایی بوده، به نحوی که میانگین این شاخص در سه فصل بهار، پاییز و زمستان بالاتر از ۸ درصد وزن بدن است و تنها در فصل تابستان این میانگین حدود ۱۶ درصد افت کرده و رقمی حدود ۷ درصد وزن بدن را نشان می‌دهد. بالا بودن طولانی مدت این شاخص تولیدمثلی در برخی از ماهیان نظیر *Aphanius persicus* نیز گزارش شده است (Esmaeili and Shiva, 2006). بالا بودن شاخص رشد گناد در این ماهی بیانگر فعال بودن روند تکامل گناد در این ماهی می‌تواند باشد. با توجه به اینکه درصد این شاخص در ۹ ماه از سال بالاتر از ۸ درصد می‌باشد، می‌تواند نشان دهنده نحوه تخم‌گذاری مرحله‌ای این ماهی و در فصول مختلف باشد. هر چند با توجه به افت این شاخص در فصل تابستان می توان یک حداکثر رفتار تخم‌ریزی را در فصل بهار در نظر گرفت. وجود تخمدان‌های تکامل یافته و نیز تخمک‌های در حال زرده‌گیری در یک روند طولانی در این گونه، خود تأییدکننده رفتار تخم‌ریزی مرحله‌ای (batch spawning) در ماهی آفانیوس گنو می‌باشد.

استراتژی تخم‌دهی ممکن است با توجه به دفعات تخم‌دهی در طی یک فصل و یا یک سال تقسیم‌بندی شود. در برخی از ماهیان تنها یک مرتبه تخم‌ریزی صورت می‌گیرد و یا اینکه عمل تخم‌ریزی در یک دوره کوتاه مدت در یک فصل انجام می‌شود. در صورتی که در برخی دیگر از ماهیان چندین مرتبه عمل تخم‌ریزی در طول سال انجام می‌گیرد و در هر بار تخم‌ریزی تعدادی از تخم‌های اوواله شده در فواصل زمانی مختلف یا مشخص، رها شوند. ماهیانی که دارای استراتژی تخم‌دهی مرحله‌ای هستند، احتمالاً این عمل را جهت افزایش هم‌آوری به منظور مقابله با محدودیت‌های فیزیکی بدن و کوچک بودن فضای داخلی بدن جهت تامین فضای مناسب برای تکامل تخم‌ها انجام می‌دهند. همچنین ممکن است این عمل به دلیل جلوگیری از خورده شدن تمام تخم‌ها و یا همزمان شدن حداقل بخشی از تخم‌ریزی ها با بهترین شرایط محیطی در محیط‌های پر تنش و سخت از نظر محیطی انجام گیرد (Nikolsky, 1963; Wooton, 1990; McEvoy and McEvoy, 1992). با توجه به اینکه ماهی آفانیوس گنو در اندازه کوچک به مرحله بلوغ می‌رسد و در محیطی سخت از نظر شرایط محیطی، خصوصاً از نظر درجه حرارت زندگی می‌کند، بالا بودن ضریب رشد گناد در این ماهی در طول سال منطقی به نظر می‌رسد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

ضریب رشد کبد در فصل بهار در مقایسه با تابستان و پاییز بیشترین میزان را نشان می‌دهد که البته این مقدار تنها حدود ۱۷/۵ درصد بیشتر می‌باشد. میانگین این شاخص با میانگین موجود در زمستان تفاوت معنی‌داری ندارد. ضریب رشد کبد شاخص مناسبی برای نشان دادن فعالیت تغذیه‌ای اخیر موجود می‌تواند در نظر گرفته شود (Tyler and Dunn, 1976). با توجه به این نتایج می‌توان اینگونه بیان نمود که احتمالاً در ماهی آفانیوس گنو شدت تغذیه ماهی در فصل زمستان و بهار اندکی افزایش می‌یابد که این افزایش با افزایش ضریب رشد گنادی نیز همزمان می‌باشد. همچنین افزایش نه چندان زیاد ضریب رشد کبد که در فصل بهار دیده شد، ممکن است بیانگر نقش کبد در رشد تخمک‌های در حال رشد و در مرحله زرده‌گیری، در این دوره از چرخه تکامل گنادها باشد. در بررسی انجام شده بر روی ماهی *Hippoglossoides platessoides* نیز روندی مشابه در تغییرات ضریب رشد کبد به دست آمد (Maddock and Burton, 1998). در این ماهی نیز در فصل تخم‌ریزی، افزایش اندکی در میانگین ضریب رشد کبد مشاهده شد که مشابه با نتایج این تحقیق می‌باشد.

در مطالعه حاضر، میانگین ضریب چاقی بدن در طول سال تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در مطالعات دیگر، افت شدید ضریب چاقی در فصول رشد گناد و خصوصاً در زمان تخم‌ریزی دیده شد. برای مثال در ماهی کپور معمولی، زمانی که گنادها در مرحله استراحت هستند (تابستان) و روند زرده‌گیری صورت نمی‌گیرد بیشترین میزان ضریب چاقی مشاهده می‌شود، اما در زمان رشد گنادها، ضریب چاقی به تدریج کاهش یافته و در زمان تخم‌ریزی به حداقل مقدار خود می‌رسد (Zugarramurdi *et al.*, 2003). در بررسی انجام شده بر روی ماهی *Mullus surmuletus* نیز نشان داده شد که حداقل ضریب چاقی بدن در زمان تخم‌ریزی دیده شد (N'Da and Déniel, 1993). روند کاهشی مشابه‌ای نیز در ماهی *Hippoglossoides platessoides limandoides* در ضریب چاقی بدن مشاهده گردید (Bagenal, 1957). کاهش میزان ضریب چاقی در این ماهیان احتمالاً به دلیل استفاده از انرژی ذخیره شده در بدن به منظور تکامل روند تولیدمثلی و پیشرفت مراحل رشد تخمک‌ها در گناد ماهی ماده می‌باشد. مصرف مواد غذایی ذخیره شده با هدف توسعه تخمک‌ها در این زمان ممکن است به دلیل کاهش میزان تغذیه این ماهیان در زمان تخم‌ریزی باشد. همچنین یکی از دلایل اصلی کاهش ضریب چاقی در این ماهیان نحوه تخم‌دهی در این ماهیان می‌باشد. این ماهیان در طول سال یک بار تخم‌دهی می‌کنند. در نتیجه در هر بار تخم‌دهی تعداد زیادی تخم از بدن رها می‌شود. تکامل و رشد این تعداد تخم به انرژی زیادی نیاز دارد که تامین این نیاز باعث کاهش ضریب چاقی بدن می‌شود. یکسان بودن میانگین ضریب چاقی در طی سال در ماهی آفانیوس گنو نشان دهنده این مورد است که استفاده از مواد مغذی ذخیره شده در بدن در طی روند تکامل گنادی و رشد تخمک‌ها به نحوی است که کاهش یکباره این مواد دیده نمی شود. همچنین در این ماهی روند تغذیه با توجه به بالا بودن دمای محیط زیست این ماهی، در طی سال انجام شده و در نتیجه در طی رشد تخمک‌ها، مواد غذایی مورد نیاز برای تکامل تخمک‌ها و افزایش ضریب رشد گناد تنها از اندوخته غذایی بدن تامین نشده و همین امر باعث ثابت ماندن ضریب چاقی در طول سال می‌شود.

ماهی *Aphanius ginaonis* که منحصراً در چشمه آب گرم گنو در جنوب ایران، در قسمت شمالی شهر بندرعباس زندگی می‌کند، استراتژی تولیدمثلی خاصی را نشان می‌دهد. در این ماهی تقریباً تخم‌دهی در تمام فصول سال با یک روند افزایشی در فصل بهار انجام می‌شود. بالا بودن ضریب رشد گناد و تغییرات ضریب رشد کبد تایید کننده این مطلب و نشان از تولید تخمک در تمام طول سال دارد. همچنین با توجه به ثابت بودن نسبی شرایط محیطی و عدم اختلاف معنی‌دار از نقطه نظر زیستی در بین فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده، روند تغذیه در این گونه در تمام طول سال ادامه داشته و ضریب چاقی در این ماهی در تمام طول سال یکسان است و با توجه به تخم‌دهی مرحله‌ای در طول سال، این ضریب متاثر از رفتار تولیدمثلی نمی باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

منابـع

Bagenal, T. 1957. The breeding and fecundity of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (Fabr.) and the associated cycle in condition. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 36(2): 339-375.

Bengtsson, A. 1993. Seasonal variation of mass, condition and gonadosomatic index in fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis*) with normal and malformed vertebrae in the Gulf of Bothnia. Journal of Fish Biology. 42(2): 265-278.

Clavero, M., Blanco-Garrido, F., Prenda, J. 2007. Population and microhabitat effects of interspecific interactions on the endangered Andalusian toothcarp (*Aphanius baeticus*). Environmental Biology of Fishes. 78(2): 173-182.

Coad, B.W. 1998. Threatened fishes of the world: *Lebias ginaonis* (Holly, 1929) (Cyprinodontidae). Environmental Biology of Fishes. 51(3): 284-284.

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(1): 87-102.

Esmaeili, H.R., Shiva, A.H. 2006. Reproductive biology of the Persian Tooth-carp, *Aphanius persicus* (Jenkins, 1910) (Cyprinodontidae), in southern Iran. Zoology in the Middle East. 37(1): 39-46.

García-Alonso, J., Ruiz-Navarro, A., Chaves-Pozo, E., Torralva, M., García-Ayala, A. 2009. Gonad plasticity and gametogenesis in the endangered Spanish toothcarp *Aphanius iberus* (Teleostei: Cyprinodontidae). Tissue and Cell. 41(3): 206-213.

Golmoradizadeh, A., Kamrani, E., Sajjadi, 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(1): 31-33.

Hrbek, T., Keivany, Y., Coad, B.W. 2006. New species of *Aphanius* (Teleostei, Cyprinodontidae) from Isfahan Province of Iran and a reanalysis of other Iranian species. Copeia. (2): 244-255.

Htun-Han, M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. Journal of Fish Biology. 13(3): 369-378.

Maddock, D.M., Burton, M.P.M. 1998. Gross and histological observations of ovarian development and related condition changes in American plaice. Journal of Fish Biology. 53(5): 928-944.

McEvoy, L.A., McEvoy, J. 1992. Multiple spawning in several commercial fish species and its consequences for fisheries management, cultivation and experimentation. Journal of Fish Biology. 41(sB): 125-136.

Meffe, G.K., Carroll, D. 1997. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. 699 p.

N'Da, K., Déniel, C. 1993. Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet, *Mullus surmuletus*, from the southern coast of Brittany. Journal of Fish Biology. 43(2): 229-244.

Nikolsky, G.V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, New York. 352 p.

Noori, A., Amiri, B.M., Mirvaghefi, A., Rafiee, G., Neitali, B.K. 2014. Enhanced growth and retarded gonadal development of farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) following a long-day photoperiod. Aquaculture Research. doi: 10.1111/are.12398.

Peterson, R.H., Harmon, P.R. 2005. Changes in condition factor and gonadosomatic index in maturing and non-maturing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Bay of Fundy sea cages, and the effectiveness of photoperiod manipulation in reducing early maturation. Aquaculture Research. 36(9): 882-889.

Reichenbacher, B., Kamrani, E., Esmaeili, H.R., Teimori, A. 2009. The endangered cyprinodont *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929) from southern Iran is a valid species: evidence from otolith morphology. Environmental Biology of Fishes. 86(4): 507-521.

Tyler, A., Dunn, R. 1976. Ration, growth, and measures of somatic and organ condition in relation to meal frequency in winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*, with hypotheses regarding population homeostasis. Journal of the Fisheries Board of Canada. 33(1): 63-75.

Tyler, C., Sumpter, J., Witthames, P. 1990. The dynamics of oocyte growth during vitellogenesis in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biology of Reproduction. 43(2): 202-209.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]

Valdez-Zenil, J., Rodiles-Hernández, R., González-Acosta, A.F., Mendoza-Carranza, M., Barba Macías, E. 2014. Length–weight and length–length relationships, gonadosomatic indices and size at first maturity of *Eugerres mexicanus* (Steindachner, 1863) (Percoidei: Gerreidae) from the Usumacinta River, Mexico. Journal of Applied Ichthyology. 30(1): 218-220.

Wooton, R.J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hall, New York, 404 p.

Wootton, R., Elvira, B., Baker, J. 2000. Life-history evolution, biology and conservation of stream fish: introductory note. Ecology of Freshwater Fish. 9(1-2): 90-91.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2nd edition. Prentice Hall. USA.

Zugarramurdi, A., Parin, M.A., Gadaleta, L., Carrizo, G.A., Montecchia, C., Boeri, R.L., Giannini, D.H. 2003. Seasonal variation in Condition Factor, Gonadosomatic Index and Processing yield of carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Aquatic Food Product Technology. 12(2): 33-45.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.1.2]