نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
ISSN: 2423-6349
دوره 14، شماره 1، صفحات 36–23
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

بررسی ساختار سنی و شاخص‌های رشد و تولیدمثل ماهی گامبوزیا (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) در رودخانه گاماسیاب (استان کرمانشاه) در فصول تابستان و پاییز

علیرضا رادخواه[1]، سهیل ایگدری[1]، هاشم نوفرستی[2]

1- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
2- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله
دریافت: 1400/03/04
پذیرش: 1404/12/08

نویسنده مسئول مکاتبه:
سهیل ایگدری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
ایمیل:
soheil.eagderi@ut.ac.ir

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی ساختار سنی، شاخص‌های رشد و تولیدمثل ماهی گامبوزیا (*Gambusia holbrooki*) به‌عنوان یک گونه غیربومی و مهاجم در رودخانه گاماسیاب (استان کرمانشاه) به اجرا درآمد. بدین منظور، ۱۳۱ قطعه ماهی در طی دو فصل نمونه‌برداری (تابستان و پاییز) در سال 1401 با استفاده از دستگاه الکتروشوکر صید شدند. ویژگی‌های زیست‌سنجی شامل طول کل، طول استاندارد، وزن کل و وزن گناد به‌صورت تفکیک‌شده برای جنس‌های نر و ماده اندازه‌گیری شد. برای تعیین سن نمونه‌ها از فلس و استخوان سرپوش آبششی استفاده گردید. رابطه طول-وزن، الگوی رشد، فاکتور وضعیت (K)، شاخص گنادوسوماتیک (GSI) و هم‌آوری نسبی برای هر دو جنس و در هر فصل محاسبه شد. نتایج نشان داد که حداکثر سن مشاهده‌شده برای جنس نر 1^+ و برای جنس ماده 2^+ سال بود. گروه سنی 2^+ منحصراً در جنس ماده و با فراوانی ۳/۱۰ درصد در تابستان و ۰/۶ درصد در پاییز حضور داشت. نسبت جنسی ماده به نر در تابستان (۱:۱/۰۳) و پاییز (۱:۱/۱۸) فاقد تفاوت معنی‌دار بود ($P > ۰/۰۵$). پارامتر b در رابطه طول-وزن برای جنس نر و ماده در تابستان به‌ترتیب ۳/۱۷ و ۳/۴۰ و در پاییز ۳/۱۲ و ۳/۳۸ به‌دست آمد که نشان‌دهنده الگوی رشد آلومتریک مثبت در همه گروه‌ها بود. فاکتور وضعیت در هر دو جنس و هر دو فصل بالاتر از یک بود (محدوده ۱/۰۹ تا ۱/۳۶). شاخص گنادوسوماتیک در ماده‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر از نرها بود و در فصل تابستان (۱۵/۸۲) نسبت به پاییز (۱۲/۲۳) مقادیر بیشتری را نشان داد. هم‌آوری نسبی ماده‌ها نیز در تابستان (۳۱/۲۰ عدد تخم در گرم وزن بدن) بیشتر از پاییز (۲۷/۸۵ عدد تخم در گرم وزن بدن) بود. بیشترین میانگین طول و وزن در ماده‌های گروه سنی 2^+ در فصل تابستان (48/20 میلی‌متر و 1/85 گرم) مشاهده شد. به‌طور کلی، فاکتور وضعیت مطلوب و پتانسیل بالای تولیدمثلی با اوج‌گیری در فصل تابستان، تصویری از موفقیت تهاجم زیستی ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در رودخانه گاماسیاب ارائه می‌دهد. مطالعه حاضر می‌تواند در مدیریت جمعیت این گونه غیربومی و حفاظت از اکوسیستم‌های آبی منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: گامبوزیا، ساختار سنی، الگوی رشد، شاخص گنادوسوماتیک، هم‌آوری، رودخانه گاماسیاب

مقدمه

بررسی ویژگی‌های زیست‌شناختی ماهیان شامل رابطه طول-وزن، الگوی رشد، فاکتور وضعیت و شاخص گنادوسوماتیک اهمیت قابل توجهی در مطالعات ماهی-شناسی و شیلات دارد. ارائه اطلاعات در مورد رابطه طول-وزن (LWR) برای ارزیابی و مدیریت صحیح شیلات ضروری بوده و برآورد زیست توده را امکان‌پذیر می‌سازد. همچنین، از مدل‌های طول- وزن برای پیش بینی رشد و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای ماهیان استفاده می‌شود (Moutopoulos and Stergiou, 2002; Froese, 2006). رابطه طول- وزن به‌منظور مقایسه تاریخچه زندگی برخی از ماهی‌ها و بررسی پویایی جمعیت آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد (King, 2007). فاکتور وضعیت میزان سلامت ماهیان در درون زیستگاه (Radkhah and Eagderi, 2015) و در طی مراحل مختلف چرخه حیات را نشان می‌دهد (Ahmad *et al*., 2012). این فاکتور به‌عنوان یک شاخص مفید برای نظارت بر نرخ تغذیه، سن و رشد در جمعیت گونه‌های ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Eagderi and Radkhah, 2015). فاکتور وضعیت با توجه به تأثیر عوامل فیزیولوژیکی متفاوت است و در مراحل مختلف رشد، نوسان دارد (Ahmad *et al*., 2012). شاخص گنادوسوماتیک اطلاعاتی از وضعیت تولیدمثلی گونه‌های ماهی ارائه می‌دهد. این شاخص یک ابزار برای اندازه‌گیری بلوغ جنسی ماهیان در ارتباط با رشد تخمدان و بیضه است (Anderson and Gutreuter, 1983).

گامبوزیا (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) از کپور ماهیان دندان‌دار (Family: Poeciliidae) می‌باشد و به‌عنوان یکی از گسترده‌ترین گونه‌های ماهیان آب شیرین در جهان شناخته می‌شود (Froese and Pauly, 2021; CABI, 2021). محدوده بومی این گونه از نیوجرسی در شرق تا خلیج مکزیک و شمال فلوریدا را در برمی‌گیرد (Pyke, 2005). گامبوزیا به سراسر ایالات متحده آمریکا و بسیاری از مناطق جنوب کانادا، بخش‌هایی از آمریکای جنوبی، استرالیا، نیوزیلند، پاپوآ گینه نو، اندونزی، بسیاری از جزایر اقیانوس آرام، جنوب شرق آسیا، چین، ژاپن، هند، سراسر اروپا و خاورمیانه، آفریقای جنوبی و بخش‌هایی از شمال آفریقا معرفی شده است (CABI, 2021). با این حال، این گونه امروزه به‌عنوان یکی از موفق‌ترین و در عین حال مخرب‌ترین گونه‌های مهاجم آب شیرین در جهان شناخته می‌شود (Pyke, 2008). ویژگی‌های زیستی منحصربه‌فردی نظیر زنده‌زایی (viviparity)، بلوغ جنسی سریع، باروری بالا، انعطاف‌پذیری رفتاری و تحمل طیف وسیعی از شرایط محیطی (شوری، دما، آلودگی) به ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) امکان داده است تا جمعیت‌های پایدار و غالب را در زیستگاه‌های تازه وارد شده تشکیل دهد (Coad, 2017; Radkhah *et al*., 2021). اثرات منفی این گونه بر ماهیان بومی از طریق رقابت غذایی، رفتارهای تهاجمی، شکار تخم و لارو ماهیان و آسیب‌رسانی به ساختار زیستگاه در مطالعات متعدد به اثبات رسیده است (Pyke, 2005; Rowe *et al*., 2008).

در ایران، گامبوزیا برای نخستین بار در دهه ۱۳۰۰ خورشیدی به‌منظور مبارزه با مالاریا معرفی شد و اکنون در اکثر حوضه‌های آبریز اصلی کشور از جمله حوضه دریای خزر، خلیج فارس و حوضه‌های داخلی پراکنش یافته است (Coad, 2017; Radkhah *et al*., 2021). علی‌رغم پراکنش گسترده، مطالعات محدودی در زمینه ویژگی‌های رشد و تولیدمثل این گونه در اکوسیستم‌های آبی ایران (برای مثال: Patimar و همکاران (2011) در رودخانه تجن؛ Fattahi و همکاران (2013) در اکوسیستم‌های آبی گلستان؛ Arshadi و Mirdar (2017) در چاه‌نیمه‌های سیستان) انجام شده است. با توجه به این‌که ویژگی‌های زیست‌شناختی گونه‌های مهاجم می‌تواند در پاسخ به شرایط محیطی زیستگاه‌های جدید دستخوش تغییر شود (Sari and Kurtul, 2020)، مطالعه جمعیت‌های مختلف گامبوزیا در حوضه‌های گوناگون کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مطالعات می‌تواند به درک بهتر دلایل موفقیت تهاجم این گونه و پیش‌بینی اثرات بالقوه آن بر گونه‌های بومی کمک نماید.

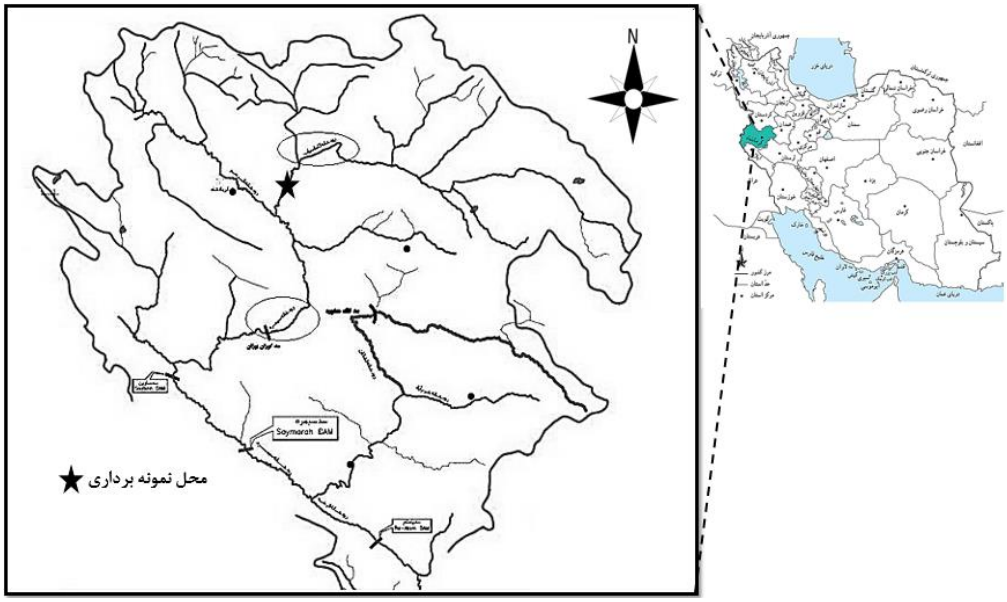
رودخانه گاماسیاب در استان کرمانشاه یکی از سرشاخه‌های مهم رودخانه کرخه محسوب می‌شود و به‌عنوان یکی از زیستگاه‌های ماهی گامبوزیا در غرب کشور شناخته می‌شود. با وجود حضور این گونه در منطقه، تاکنون مطالعه جامعی در مورد شاخص‌های رشد و تولیدمثل آن در این رودخانه انجام نشده است. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی ساختار سنی، شاخص‌های رشد (رابطه طول-وزن، الگوی رشد و فاکتور وضعیت) و شاخص‌های تولیدمثل (شاخص گنادوسوماتیک و هم‌آوری نسبی) ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در رودخانه گاماسیاب (استان کرمانشاه) و مقایسه این ویژگی‌ها در دو فصل تابستان و پاییز به اجرا درآمد. نتایج این مطالعه می‌تواند اطلاعات پایه‌ای برای مدیریت جمعیت این گونه مهاجم و حفاظت از تنوع زیستی بومی منطقه در اختیار مدیران و کارشناسان محیط‌زیست و شیلات قرار دهد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رودخانه گاماسیاب در شمال شرقی حوضه آبریز کرخه جریان دارد. این رودخانه از چمشه‌سارهای اطراف نهاوند سرچشمه می‌گیرد و شاخه‌های فرعی مختلفی در مسیر حرکت این رودخانه به آن ملحق می‌شوند (شکل 1). این رودخانه پس از ورود به استان کرمانشاه با اتصال رودخانه قرسو در استان لرستان، رودخانه سیمره و سپس، در استان خوزستان، رودخانه کرخه نامیده می‌شود (Zarezade Mehrizi *et al*., 2018). رودخانه گاماسیاب به عنوان یکی از سرشاخه‌های مهم کرخه شناخته می‌شود و حوضه آبریز آن حدوداً 24360 کیلومتر مربع است (Karami *et al*., 2017) و در بین طول جغرافیایی 47 درجه و 7 دقیقه تا 49 درجه و 10 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 33 درجه و 48 دقیقه تا 34 درجه و 85 دقیقه شمالی واقع شده است (Zarezade Mehrizi *et al*., 2018). میزان دبی آب این رودخانه بین 500 تا 3000 لیتر در ثانیه می‌باشد که بسته به فصول مختلف سال، متفاوت است (Karami *et al*., 2017).



شکل 1- موقعیت جغرافیایی رودخانه گاماسیاب در حوضه‌های آبریز استان کرمانشاه

جدول 1- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

ایستگاه	تعداد نمونه	مختصات جغرافیایی	دسترسی به منطقه
1	20	34° 46' 14.14"N 47° 64' 45.04"E	شهرستان صحنه
2	19	34° 46' 15.08"N 47° 64' 42.92"E	شهرستان صحنه، در نزدیکی روستای شاهسون
3	20	34° 46' 21. 61"N 47° 63' 97.44"E	شهرستان صحنه، در نزدیکی روستای شاهسون

روش کار

نمونه‌برداری از ماهیان: در این مطالعه، نمونه‌برداری از ماهیان در طی دو فصل، تابستان و پاییز 1401، با استفاده از دستگاه الکتروشوکر در سه ایستگاه در مسیر رودخانه اصلی گاماسیاب انجام گرفت (جدول 1). ماهیان پس از صید در فرمالین 5 درصد تثبیت و جهت انجام مطالعات بیشتر به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از تعیین جنسیت ماهیان، دو جنس به‌طور مجزا و همچنین به‌صورت جمعیت کل مورد بررسی قرار گرفتند.

روابط طولی، رابطه طول – وزن و الگوی رشد (Growth): به‌منظور بررسی رابطه طول کل و طول چنگالی از مدل رگرسیون خطی بر اساس فرمول زیر (Le

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

(Cren, 1951) استفاده شد.

$$W = aL^b$$

که در آن؛ W وزن ماهی (g)، L طول استاندارد (cm)، a ضریب ثابت و b شیب خط رگرسیون می‌باشد که تحت عنوان ضریب آلومتریک (allometric coefficient) شناخته می‌شود (Froese, 2006; Radkhah and Eagderi, 2015). مقدار b رابطه طول- وزن با ارزش تئوری 3 با استفاده از آزمون تی استیودنت (Student's 't' test) مقایسه شد تا الگوی رشد گونه مورد نظر از نظر ایزومتریک (b = 3) یا آلومتریک (b ≠ 3) بررسی شود (Jisr *et al.*, 2018). اگر چنانچه مقدار پارامتر b بیشتر از 3 باشد، نشان‌دهنده رشد آلومتریک مثبت و اگر کمتر از 3 باشد، نشان‌دهنده رشد آلومتریک منفی است. این در حالی است که b=3، رشد ایزومتریک را نشان می‌دهد (Radkhah and Eagderi, 2015).

فاکتور وضعیت (K): فاکتور وضعیت (Condition Factor) از معادله فولتون بر اساس فرمول زیر (Bagenal and Tesch, 1978) محاسبه شد:

$$K = W/ L^3 \times 100$$

که در آن؛ W وزن ماهی (g)، L طول استاندارد (cm) و b ضریب آلومتری یا شیب خط رگرسیون برای رابطه طول- وزن (Radkhah and Eagderi, 2015; Sadeghi-Nejad Masouleh and Radkhah, 2020) می‌باشد.

تعیین سن ماهیان: برای تعیین سن نمونه‌ها، از دو ساختار سخت شامل فلس و استخوان سرپوش آبششی (Operculum) استفاده شد. بدین منظور، فلس‌ها از ناحیه بین باله پشتی و خط جانبی هر نمونه جمع‌آوری و پس از تمیزسازی با آب مقطر، بین دو لام میکروسکوپ قرار داده شدند. استخوان سرپوش آبششی نیز پس از جداسازی از سر ماهی، به مدت ۲۴ ساعت در آب جوش قرار داده تا بافت‌های نرم جدا شده و سپس خشک گردید. هر دو ساختار با استفاده از استریومیکروسکوپ مجهز به دوربین دیجیتال با بزرگنمایی ۲۰ تا ۴۰ برابر تصویربرداری شدند. شمارش حلقه‌های رشد سالانه (Annuli) بر روی تصاویر دیجیتال با استفاده از نرم‌افزار ImageJ انجام گرفت. هر نوار تیره (زمستانی) همراه با یک نوار روشن (تابستانی) به عنوان یک سال رشد در نظر گرفته شد. برای افزایش دقت، شمارش توسط دو نفر به طور مستقل انجام و در صورت وجود اختلاف بیش از یک حلقه، نمونه مجدداً بررسی گردید.

شاخص گنادوسوماتیک: وزن گناد ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و سپس، به‌منظور تعیین شاخص گنادوسوماتیک (GSI) برای جنس‌های نر و ماده از رابطه ذیل استفاده شد (Vafajo Dyanati *et al.*, 2012).

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 100$$

که در آن، GW وزن گناد (گرم)، و BW وزن کل بدن (گرم) می‌باشد. این شاخص به صورت درصد محاسبه می‌گردد.

هم‌آوری نسبی: در این مطالعه، به‌منظور تعیین هم‌آوری مطلق، کل تخمک‌های موجود در شکم ماهیان مورد شمارش و ثبت قرار گرفت (Arshadi and Mirdar, 2017). سپس، هم‌آوری نسبی از طریق رابطه ذیل (Loyd, 1984) تعیین گردید.

$$R_w = F/W$$

در این رابطه؛ F هم‌آوری مطلق، W وزن بدن ماهی (برحسب گرم) و Rw هم‌آوری نسبی بر اساس وزن می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری: تمامی داده‌ها ابتدا از نظر نرمال بودن با آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) بررسی شدند. مقایسه نسبت جنسی با نسبت مورد انتظار ۱:۱ و همچنین بین دو فصل با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر (Chi-square) انجام گرفت. مقایسه شاخص‌های رشد و تولیدمثل بین دو جنس و بین دو فصل با استفاده از آزمون تی‌تست مستقل (Independent samples t-test) یا آزمون یومن-ویتنی (Mann-Whitney U) در صورت عدم نرمال بودن داده‌ها صورت پذیرفت. سطح معنی‌داری برای تمام آزمون‌ها 0/05 در نظر گرفته شد. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۲ و Past نسخه ۴ انجام گرفت. نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel 2016 ترسیم شدند.

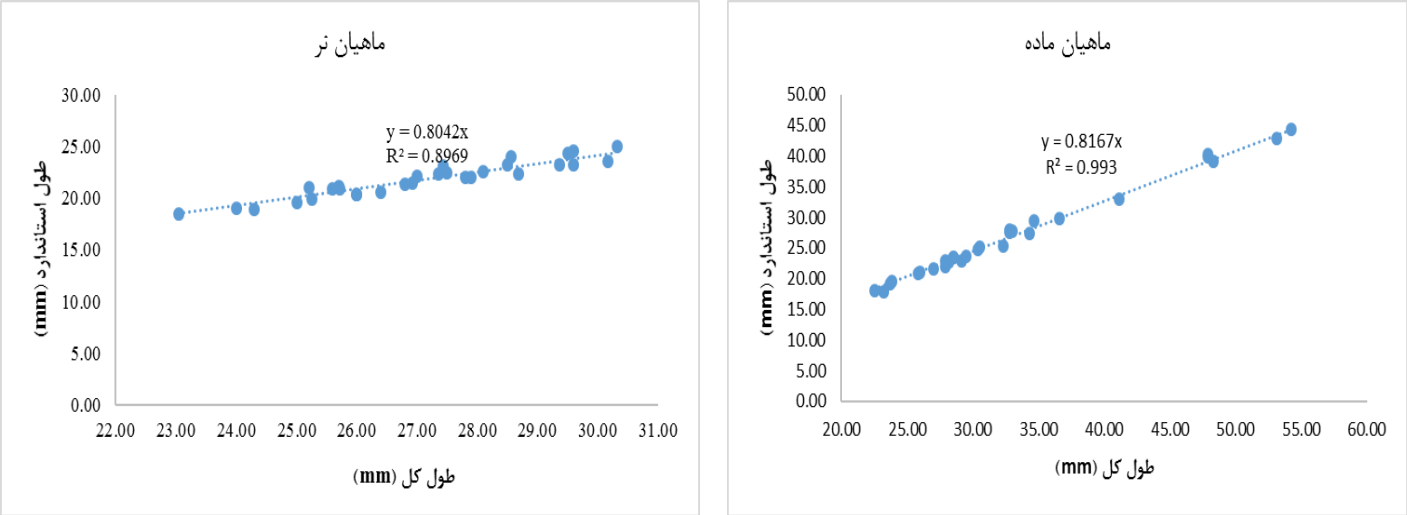
نتایج

در مجموع ۱۳۱ قطعه ماهی گامبوزیا شامل ۵۹ قطعه در فصل تابستان (۳۰ نر و ۲۹ ماده) و ۷۲ قطعه در فصل پاییز (۳۹ نر و ۳۳ ماده) صید گردید. نسبت جنسی ماده به نر در فصل تابستان ۱:۱/۰۳ و در فصل پاییز ۱:۱/۱۸ برآورد شد.

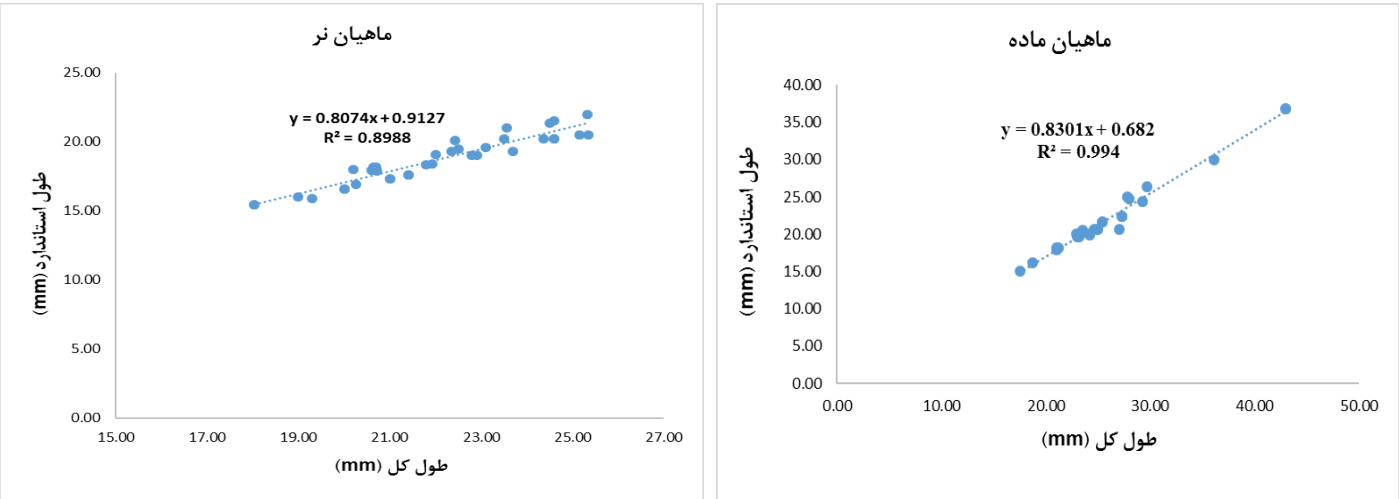
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

نتایج آزمون کای‌اسکوئر نشان داد که نسبت‌های جنسی مشاهده‌شده در هر دو فصل با نسبت ۱:۱ اختلاف معنی‌داری نداشتند (تابستان: $P > ۰/۰۵$، $\chi^2 = ۰/۰۳$؛ پاییز: $P > ۰/۰۵$، $\chi^2 = 0/۲۱$). همچنین تفاوت بین نسبت جنسی در دو فصل از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵$، $\chi^2 = 0/۲۴$).

نتایج روابط طولی ماهیان به‌تفکیک جنس در فصل تابستان در شکل 2 نشان داده شده است. بر اساس نتایج، ضریب رگرسیونی (r^2) بین طول کل و طول استاندارد برای ماهیان نر و ماده به‌ترتیب 0/89 و 0/99 به‌دست آمد. علاوه بر این، روابط طولی ماهیان به‌تفکیک جنس در فصل پاییز نیز در شکل 3 ارائه شده است. ضریب رگرسیونی بین طول کل و طول استاندارد برای ماهیان نر و ماده به‌ترتیب 0/89 و 0/99 به‌دست آمد. در مجموع، ضرایب رگرسیونی بالا (r^2) بین فواصل طولی ماهیان در فصول مورد مطالعه نشان‌دهنده برازش مناسب مدل رگرسیونی می‌باشد.



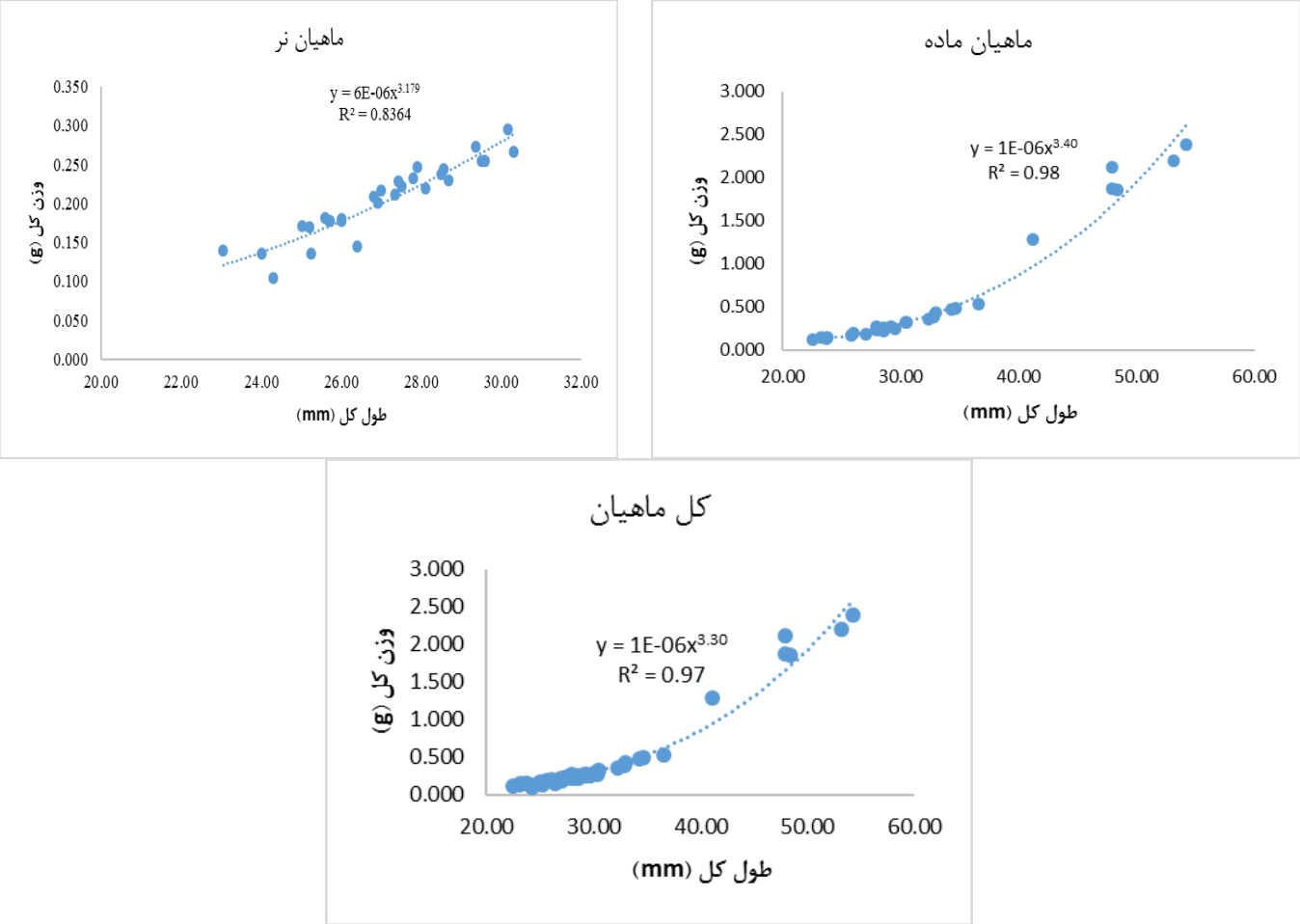
شکل 2- روابط طولی در جنس‌های نر و ماده ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در فصل تابستان



شکل 3- روابط طولی در جنس‌های نر و ماده ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در فصل پاییز

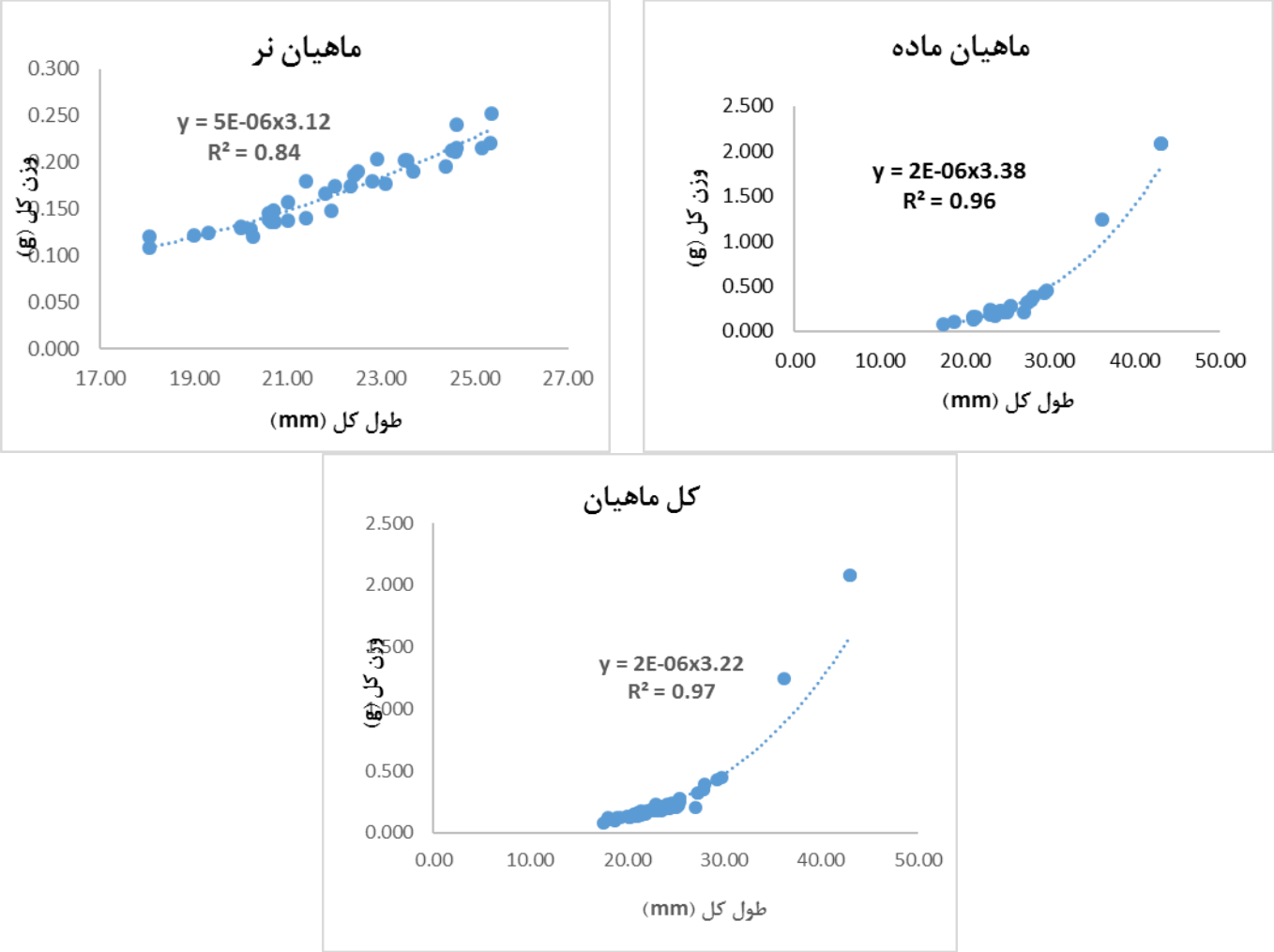
نتایج رابطه طول- وزن به تفکیک جنس در فصل تابستان در شکل 4 نشان داده شده است. بر اساس نتایج، ضریب رگرسیونی بین طول کل و وزن بدن ماهیان نر و ماده در فصل تابستان به‌ترتیب 0/83 و 0/98 به‌دست آمد که بیانگر برازش مناسب مدل رگرسیونی است. علاوه بر این، شکل 5 نتایج رابطه طول- وزن به‌تفکیک جنس در فصل پاییز را نشان می‌دهد. ضریب رگرسیونی بین طول کل و وزن بدن ماهیان نر و ماده در فصل پاییز به‌ترتیب 0/84 و 0/96 ثبت گردید که نشان‌دهنده برازش مناسب مدل رگرسیونی است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]



شکل 4- رابطه طول- وزن در ماهیان نر، ماده و جمعیت کل ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در رودخانه گاماسیاب در فصل تابستان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]



شکل 5- رابطه طول- وزن در ماهیان نر، ماده و جمعیت کل ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در رودخانه گاماسیاب در فصل پاییز

نتایج حاصل از بررسی ساختار سنی ماهی گامبوزیا در رودخانه گاماسیاب نشان داد که حداکثر سن مشاهده‌شده برای جنس نر 1^+ و برای جنس ماده 2^+ سال است (جدول 2). در هر دو فصل تابستان و پاییز، گروه‌های سنی 0^+ و 1^+ در هر دو جنس حضور داشتند، در حالی‌که گروه سنی 2^+ منحصراً در جنس ماده و با فراوانی نسبتاً کم (۳/۱۰ درصد در تابستان و ۰/۶ درصد در پاییز) مشاهده گردید. در گروه سنی 0^+، فراوانی نرها (۶۰ درصد در تابستان و 61/5 درصد در پاییز) بیشتر از ماده‌ها بود، اما در گروه سنی 1^+، فراوانی ماده‌ها (48/3 درصد در تابستان و 48/5 درصد در پاییز) نسبت به نرها اندکی بیشتر بود. از نظر ابعاد بدن، در تمام گروه‌های سنی و هر دو فصل، ماده‌ها میانگین طول و وزن بیشتری نسبت به نرها داشتند که بیانگر دوشکلی جنسی در این گونه است. همچنین نمونه‌های صیدشده در فصل تابستان در مقایسه با نمونه‌های هم‌سن در فصل پاییز، از میانگین طول و وزن بالاتری برخوردار بودند که می‌تواند ناشی از نرخ رشد بالاتر در فصل گرم سال باشد. بیشترین میانگین طول و وزن در ماده‌های گروه سنی 2^+ در فصل تابستان (48/20 میلی‌متر و 1/85 گرم) و کمترین آن در نرهای گروه سنی 0^+ در فصل پاییز (20/15 میلی‌متر و 0/18 گرم) مشاهده شد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

جدول 2- ساختار سنی جنس‌های نر و ماده ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در فصل‌های تابستان و پاییز در رودخانه گاماسیاب

گروه سنی	جنس	فصل	تعداد	فراوانی (درصد)	میانگین طول کل (میلی‌متر)	میانگین وزن کل (گرم)
0^+	نر	تابستان	۱۸	۰/۶۰	24/32±1/85	0/21 ± 0/05
0^+	نر	پاییز	۲۴	۵/۶۱	20/15±1/42	0/18 ± 0/04
0^+	ماده	تابستان	۱۲	۴/۴۱	25/40 ± 2/31	0/35 ± 0/09
0^+	ماده	پاییز	۱۵	۵/۴۵	21/60 ± 1/85	0/28 ± 0/06
1^+	نر	تابستان	۱۲	۰/۴۰	29/50 ± 1/92	0/42 ± 0/08
1^+	نر	پاییز	۱۵	۵/۳۸	24/80 ± 1/63	0/35 ± 0/07
1^+	ماده	تابستان	۱۴	۳/۴۸	36/80 ± 3/45	0/98 ± 0/21
1^+	ماده	پاییز	۱۶	۵/۴۸	29/50 ± 2/78	0/65 ± 0/15
2^+	ماده	تابستان	۳	۳/۱۰	48/20 ± 4/12	1/85 ± 0/32
2^+	ماده	پاییز	۲	۰/۶	38/50 ± 3/85	1/20 ± 0/28

نتایج الگوی رشد، فاکتور وضعیت، شاخص گنادوسوماتیک و هم‌آوری نسبی ماهیان نر و ماده در طی فصل‌های تابستان و پاییز در جدول 3 ارائه شده است. بر اساس نتایج، الگوی رشد ماهیان در فصل‌های تابستان و پاییز آلومتریک مثبت بوده است. البته لازم به ذکر است در ماهیان نمونه-برداری شده در فصل تابستان الگوی رشد آلومتریک مثبت در مقایسه با ماهیان صید شده در فصل پاییز شدیدتر است که این مسئله با مقایسه مقادیر b با مقدار آن در حالت رشد ایزومتریک (b=3) مشخص می‌گردد. مقادیر فاکتور وضعیت ماهیان نیز بیشتر از یک به‌دست آمد. مقایسه فاکتور وضعیت ماهیان در فصل‌های تابستان و پایین نشان می‌دهد که ماهیان نمونه‌برداری شده در فصل تابستان از فاکتور وضعیت بالاتری برخوردار بودند. درصد شاخص گنادوسوماتیک در ماهیان ماده در مقایسه با ماهیان نر بیشتر بود. علاوه بر این، شاخص گنادوسوماتیک در ماهیان نمونه‌برداری شده در فصل تابستان در مقایسه با ماهیانی که در فصل پاییز صید شده بودند، مقادیر بالاتری را نشان داد. مقایسه هم‌آوری نسبی در بین جمعیت‌های ماهیان در طی فصول مختلف نشان داد که ماهیان نمونه‌برداری شده در فصل تابستان هم‌آوری نسبی بالاتری در مقایسه با ماهیانی که در فصل پاییز از رودخانه گاماسیاب جمع‌آوری شده بودند، داشتند.

جدول 3- مقایسه الگوی رشد، فاکتور وضعیت، شاخص گنادوسوماتیک و میزان هم‌آوری جنس‌های نر و ماده ماهی گامبوزیا در فصل‌های تابستان و پاییز

	جمعیت	تعداد	b	الگوی رشد	فاکتور وضعیت	شاخص گنادوسوماتیک	هم‌آوری نسبی (عدد تخم در گرم وزن بدن)
تابستان	نر	30	3/17	آلومتریک مثبت	1/25	2/08	
	ماده	29	3/40	آلومتریک مثبت	1/36	15/82	31/1±20/18
	کل	59	3/30	آلومتریک مثبت	1/30	12/10	
پاییز	نر	39	3/12	آلومتریک مثبت	1/09	2/00	
	ماده	33	3/38	آلومتریک مثبت	1/28	12/23	27/85±0/93
	کل	72	3/22	آلومتریک مثبت	1/21	7/87	

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مطالعه ساختار سنی و شاخص‌های رشد و تولیدمثل ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) به‌عنوان یک گونه غیربومی و مهاجم در رودخانه گاماسیاب انجام گرفت. بررسی ساختار سنی ماهی گامبوزیا در رودخانه گاماسیاب نشان داد که حداکثر سن مشاهده‌شده برای جنس نر 1^+ و برای جنس ماده 2^+ سال می‌باشد. این یافته‌ها با نتایج Patimar و همکاران (۲۰۱۱) در رودخانه تجن (حداکثر سن نرها 0^+ و ماده‌ها 1^+) متفاوت می‌باشد؛ در حالی‌که با مطالعه Fattahi و همکاران (2013) در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

اکوسیستم‌های آبی استان گلستان (حداکثر سن $^{+}2$ برای هر دو جنس) در خصوص ماده‌ها هم‌خوانی دارد. همچنین، Erguden (2013) در سد سیهان[1] ترکیه حضور گروه سنی $^{+}2$ را در هر دو جنس گزارش کرد که با یافته‌های ارائه‌شده در مطالعه حاضر در خصوص جنس ماده هم‌سو می‌باشد. طول عمر کوتاه (حداکثر ۲ سال) و ساختار سنی ساده گامبوزیا، از ویژگی‌های بارز گونه‌های با راهبرد زندگی r (r-selected) است که با بلوغ جنسی سریع، تولیدمثل مکرر و مرگ‌ومیر بالا همراه می‌باشد (Pyke, 2005). عدم حضور نرها در گروه سنی $^{+}2$ را می‌توان به مرگ‌ومیر بالاتر آن‌ها پس از اولین فصل تولیدمثل و یا کاهش توانایی رقابتی در سنین بالاتر نسبت داد (Magurran, 2005). مقایسه نتایج تحقیق حاضر با مطالعه Haynes و Cashner (1995) در جمعیت‌های گامبوزیای ساکن آمریکا نیز الگوی مشابهی را نشان می‌دهد. در گروه سنی $^{+}0$، فراوانی نرها (۶۰ درصد در تابستان و 61/5 درصد در پاییز) بیشتر از ماده‌ها بود، اما در گروه سنی $^{+}1$، فراوانی ماده‌ها (48/3 درصد در تابستان و 48/5 درصد در پاییز) نسبت به نرها افزایش یافت. این الگو نشان‌دهنده بقای بیشتر ماده‌ها در سنین بالاتر است که با یافته‌های Haynes و Cashner (1995) و همچنین، مطالعه Nguyen و همکاران (۲۰۲۱) در استرالیا هم‌خوانی دارد. نسبت جنسی کل در هر دو فصل نزدیک به ۱:۱ بود و تفاوت معنی‌داری نشان نداد. این نتیجه با مطالعات Erguden (2013) در سد سیهان و Kurtul و Sari (2020) در ۲۳ حوضه رودخانه‌ای ترکیه هم‌سو می‌باشد. با این حال، Fattahi و همکاران (2013) در تالاب‌های گلستان غلبه معنی‌دار جمعیت ماده را گزارش کردند که می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط محیطی نظیر دما، شوری و دسترسی به منابع غذایی باشد (Pyke, 2008). پایداری نسبت جنسی در مطالعه حاضر نشان‌دهنده تعادل جمعیت و شرایط مطلوب زیستگاهی در رودخانه گاماسیاب است (Fryxell *et al.*, 2015).

نتایج این تحقیق نشان داد که در تمام گروه‌های سنی، میانگین طول و وزن نمونه‌های صیدشده در فصل تابستان بیشتر از نمونه‌های هم‌سن در فصل پاییز بود. برای مثال، در گروه سنی $^{+}1$ ماده‌ها، میانگین طول در تابستان 36/80 میلی‌متر و در پاییز 29/50 میلی‌متر بود. این تفاوت را می‌توان به نرخ رشد بالاتر در فصل گرم به دلیل افزایش دما، دسترسی بیشتر به منابع غذایی و افزایش نرخ متابولیسم نسبت داد (Cunha *et al.*, 2019). Nguyen و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از تعیین سن روزانه نشان دادند که نرخ رشد گامبوزیا در فصل بهار-تابستان (0/28 میلی‌متر در روز) به‌طور معنی‌داری بیشتر از فصل زمستان (0/12 میلی‌متر در روز) است. Carmona-Catot و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی جمعیت‌های گامبوزیا از جنوب فرانسه تا جنوب اسپانیا، همبستگی قوی بین دما و نرخ رشد این گونه را تأیید کردند. بنابراین، تغییرات فصلی دما و منابع غذایی عوامل اصلی تعیین‌کننده سرعت رشد در ماهی گامبوزیا محسوب می‌شوند.

در رابطه طول-وزن، پارامتر b برای جنس نر و ماده در تابستان به‌ترتیب ۳/۱۷ و ۳/۴۰ و در پاییز ۳/۱۲ و ۳/۳۸ به‌دست آمد که نشان‌دهنده الگوی رشد آلومتریک مثبت در همه گروه‌ها بود. این یافته‌ها با نتایج Andreu-Soler و همکاران (۲۰۰۶) در حوضه رودخانه سگورا (b=3/59) و Sedaghat و Hosseini (2012) در رودخانه دینور (b=3/49 برای ماده‌ها) هم‌خوانی دارد. با این حال، Erguden (2013) در سد سیهان ترکیه الگوی آلومتریک منفی (b=2/92) را گزارش کرد که می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط محیطی، تراکم جمعیت، دسترسی به منابع غذایی و روش‌های نمونه‌برداری باشد (Weatherley and Gill, 1987). Froese (2006) تأکید می‌کند که پارامتر b معمولاً بین ۲ تا ۴ است و مقادیر بالاتر از ۳ نشان‌دهنده رشد آلومتریک مثبت می‌باشد. مقادیر بالاتر b در تابستان نسبت به پاییز در مطالعه حاضر، تأییدکننده رشد سریع‌تر در فصل گرم است که با یافته‌های Cunha و همکاران (2019) و Nguyen و همکاران (۲۰۲۱) هم‌خوانی دارد. بر طبق نتایج به‌دست آمده، فاکتور وضعیت در هر دو جنس و هر دو فصل بالاتر از یک بود (محدوده ۱/۰۹ تا ۱/۳۶) که بر اساس معیار Le Cren (1951) نشان‌دهنده شرایط مطلوب زیستگاهی و دسترسی کافی به منابع غذایی برای گامبوزیا در رودخانه گاماسیاب می‌باشد. مقادیر بالاتر این شاخص در تابستان نسبت به پاییز را می‌توان به افزایش تولیدات اولیه و ثانویه، دمای بالاتر آب و ذخیره‌سازی انرژی برای تولیدمثل در فصل گرم نسبت داد (Kurtul *et al.*, 2024). Radkhah و Eagderi (2015) نیز در رودخانه

[1] Seyhan Dam

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

زرینه‌رود (حوضه دریاچه ارومیه) مقادیر فاکتور وضعیت بالاتر از یک را برای گامبوزیا گزارش کردند. مطالعه Kumar و همکاران (2015) در هند نشان داد که فاکتور وضعیت گامبوزیا در فصل تولیدمثل به حداکثر می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد که با الگوی فصلی مشاهده‌شده در مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. فاکتور وضعیت مطلوب در رودخانه گاماسیاب بیانگر پتانسیل بالای این زیستگاه برای استقرار و گسترش جمعیت گامبوزیا (*G. holbrooki*) می‌باشد.

شاخص گنادوسوماتیک در ماده‌ها در فصل تابستان (۱۵/۸۲) به‌طور معنی‌داری بالاتر از فصل پاییز (۱۲/۲۳) بود. این الگوی فصلی با یافته‌های Singh و Gupta (2014) در دریاچه نائینیتال هند که حداکثر GSI را در ماه سپتامبر (انتهای تابستان) گزارش کردند، هم‌خوانی دارد. Patimar و همکاران (۲۰۱۱) نیز در رودخانه تجن حداکثر GSI را در ماه‌های تیر و مرداد مشاهده نمودند. Rao و همکاران (2026) افزایش GSI در تابستان را به دمای بالاتر آب و دسترسی بیشتر به منابع غذایی مرتبط دانسته‌اند که شرایط را برای نمو گنادها و تولیدمثل فراهم می‌کند. در مطالعه حاضر، هم‌آوری نسبی ماده‌ها نیز در تابستان (۳۱/۲۰ عدد تخم در گرم وزن بدن) به‌طور معنی‌داری بیشتر از پاییز (۲۷/۸۵) بود، به‌طوری‌که این یافته‌ها به نتایج Patimar و همکاران (۲۰۱۱) در رودخانه تجن (۳۴/۴۴) و Arshadi و Mirdar (2017) در چاه‌نیمه‌های سیستان (37/83) نزدیک می‌باشد. بررسی ارتباط هم‌آوری با سن نشان داد که ماده‌های گروه سنی 2^+ با وجود فراوانی کم (۳/۱۰ درصد در تابستان)، به دلیل میانگین وزنی بالاتر (1/85 گرم) و GSI مناسب، سهم قابل توجهی در تولید تخم جمعیت دارند. همبستگی بین هم‌آوری نسبی و شاخص GSI در مطالعه حاضر (هر دو بالاتر در تابستان) تأییدکننده سرمایه‌گذاری بیشتر ماده‌ها بر روی تولیدمثل در فصل گرم است. در تایید این موضوع، Pyke (2008) و Radkhah و همکاران (2018، 2020) تأکید می‌کنند که هم‌آوری بالا همراه با زنده‌زایی، یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت گامبوزیا به‌عنوان گونه مهاجم می‌باشد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه تصویری جامع از ساختار سنی، رشد و تولیدمثل ماهی گامبوزیا (*G. holbrooki*) در رودخانه گاماسیاب ارائه می‌دهد. ساختار سنی ساده (حداکثر ۲ سال) با حضور ماده‌ها در گروه سنی بالاتر (2^+) و فراوانی بیشتر نرها در گروه سنی 0^+، نشان‌دهنده پویایی جمعیت این گونه در اکوسیستم رودخانه گاماسیاب است. الگوی رشد آلومتریک مثبت در تمام گروه‌ها، فاکتور وضعیت بالاتر از یک و پتانسیل بالای تولیدمثلی با اوج‌گیری در فصل تابستان، همگی حاکی از سازگاری موفق این گونه غیربومی با شرایط اکولوژیک منطقه می‌باشد. هماهنگی بین شاخص‌های رشد، سن و تولیدمثل، به‌ویژه افزایش همزمان فاکتور وضعیت، GSI و هم‌آوری در فصل تابستان، بیانگر برنامه‌ریزی دقیق این گونه برای سرمایه‌گذاری انرژی در مساعدترین شرایط محیطی است. مقایسه با مطالعات پیشین در ایران و جهان نشان می‌دهد که الگوی سنی-تولیدمثلی گامبوزیا در جمعیت‌های مختلف نسبتاً پایدار است و این گونه پتانسیل بالایی برای سازگاری با شرایط محیطی متنوع دارد. با توجه به اثرات منفی این گونه بر ماهیان بومی، مدیریت جمعیت آن در رودخانه گاماسیاب با اولویت فصل تابستان و پایش مستمر پراکنش آن ضروری به نظر می‌رسد. اطلاعات ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای برنامه‌های کنترلی و مدیریتی توسط سازمان‌های ذی‌ربط مورد استفاده قرار گیرد.

References

Ahmad D., Najar S., Balkhi AM., Rather MH., Sharma R., 2012 Length weight relationship and relative condition factor of *Schizopyge esocinus* (Heckel, 1838) from Jhelum River, Kashmir. International Journal of Aquatic Science, 3(1): 29-36.

Andreu-Soler A., Oliva-Paterna FJ., Torralva M. 2006. A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula). Journal of Applied Ichthyology, 22: 295–296.

Anderson RO., Gutreuter SJ. 1983. Length, weight and assoiated structural indices. In Nielsen, Larry A.; Johnson, David Lawrence (eds.). Fisheries techniques.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

Bethesda, Md.: American Fisheries Society, pp. 283-300.

Arshadi A., Mirdar J. 2017. Study of some biological characteristics of Gambusia fish *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in the Sistan Chah Nimeh. Conference on Strategies and Approaches to Rehabilitation of Hamoun International Wetland. Zabol University, 6-7 February 2017, Zabol, 10 p.

Bagenal TB., Tesch FW. 1978. Age and Growth. In: Bagenal, T., Ed., Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, 3rd Edition, IBP Handbook No. 3, Blackwell Science Publications, Oxford, 365 p.

CABI. 2021. Centre for Agriculture and Bioscience International. *Gambusia holbrooki* (eastern mosquitofish). Updated 18 December 2020. [Cited 20 May 2021]. Available from: https://www.cabi.org/isc/datasheet/82089.

Carmona-Catot G., Santos AFGN., Tedesco PA., García-Berthou E. 2014. Quantifying seasonality along a latitudinal gradient: from stream temperature to growth of invasive mosquitofish. Ecosphere, 5(10): 1-23.

Coad BW. 2017. Review of the livebearer fishes of Iran (Family Poeciliidae). Iranian Journal of Ichthyology, 4(4): 305-330.

Cunha M., Macedo N., Wilson J., Rosenqvist G., Berglund A., Monteiro N. 2019. Reduced sexual size dimorphism in a pipefish population where males do not prefer larger females. Ecology and Evolution, 9(22): 12826-12835.

Eagderi S., Radkhah A. 2015. Length-weight relationship and condition factor of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) in three inland basins of Iran. Poeciliid Research, 5(1): 39-43.

Erguden SA. 2013. Age, growth, sex ratio and diet of eastern mosquitofish *Gambusia holbrooki* Girard, 1859 in Seyhan Dam Lake (Adana/Turkey). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 12(1): 204-218.

Fattahi N., Patimar R., Ghorbani R., Farhangi M., Bahalkeh A. 2013. Investigation on some growth characteristics of *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in some aquatic ecosystems of Golestan Province, Northern Iran. Journal of Applied Ichthyological Research, 1(1): 53-66. (In Persian).

Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology, 22(4): 241-253.

Froese R., Pauly D. 2021.FishBase. World Wide Web electronic publication. Updated 15 June 2021. [Cited 25 May 2021]. Available from: www.fishbase.org.

Fryxell DC., Arnett HA., Apgar TM., Kinnison MT., Palkovacs EP. 2015. Sex ratio variation shapes the ecological effects of a globally introduced freshwater fish. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 282(1817): 20151970.

Haynes JL., Cashner RC. 1995. Life history and population dynamics of the western mosquitofish: a comparison of natural and introduced populations. Journal of Fish Biology, 46: 1026–1041.

Jisr N., Younes G., Sukhn C., El-Dakdouki M.H. 2018. Length-weight relationships and relative condition factor of fish inhabiting the marine area of the Eastern Mediterranean city, Tripoli-Lebanon. The Egyptian Journal of Aquatic Research, 44(4): 299-305.

Karami M., Mirdar Harijani J., Gharaei A., Pouria M. 2017. Investigation of water quality of Gamasiab river using biomarkers of BMWP and ASPT. Journal of Aquatic Ecology, 7(1): 29-38. (In Persian).

King M. 2007. Fisheries biology, assessment and management. Wiley Blackwell, 400 p.

Kumar R., Muhid P., Dahms HU. 2015. Biological mosquito control is affected

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

by alternative prey. Zoological Studies, 54: 55.

Kurtul I., Sari HM. 2020. Length–weight relationships of invasive mosquitofish (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) in 23 river basins of Turkey. Turkish Journal of Zoology, 44: 324-334.

Kurtul I., Tarkan AS., Sarı HM., Haubrock PJ., Soto I., Aksu S., Britton JR. 2024. Exploring invasiveness and versatility of used microhabitats of the globally invasive *Gambusia holbrooki*. Science of the Total Environment, 925: 171718.

Le Cren ED. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fiuviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20: 201-219.

Loyd L. 1984. Exotic fish: Useful additions or "animal weeds"? Journal of the Australian New Guinea Fishes Association, 1: 31-42.

Magurran AE., Khachonpisitsak S., Ahmad AB. 2011. Biological diversity of fish communities: pattern and process. Journal of Fish Biology, 79(6): 1393-412.

Moutopoulos DK., Stergiou KI. 2002. Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology, 18(3): 200-203.

Nguyen H., Bell JD., Patil JG. 2021. Daily ageing to delineate population dynamics of the invasive fish *Gambusia holbrooki*: implications for management and control. Biological Invasions, 23(7): 2261-2270.

Patimar R., Ghorbani M., Gol-Mohammadi A., Azimi-Glugahi H. 2011. Life history pattern of mosquitofish *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in the Tajan River (Southern Caspian Sea to Iran). Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 29: 167–173.

Pyke GH. 2005. A Review of the Biology of *Gambusia affinis* and *G. holbrooki*. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 15(4): 339-365.

Pyke GH. 2008. Plague Minnow or Mosquito Fish? A Review of the Biology and Impacts of Introduced *Gambusia* Species. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, 39(1): 171-191.

Radkhah AR., Eagderi S. 2015. Length-weight and length-length relationships and condition factor of six cyprinid fish species of Zarrineh River (Urmia Lake basin, Iran). Iranian Journal of Ichthyology, 2(1): 61–64.

Radkhah AR., Eagderi S., Poorbagher H., Hosseini SV. 2018. A review of the distribution of non-native species of *Pseudorasbora parva* in inland waters of Iran and its ecological effects. Conference on the Conservation of Endangered Fish Ecosystems in Iran. Department of Fisheries, University of Tehran and Iranian Fisheries Association, December 19, 2018, Karaj, 11 p. (In Persian).

Radkhah AR., Eagderi S., Poorbagher H., Shams Y. 2020. Investigation of fish fauna and environmental factors influencing biodiversity in the Zarineh River, Urmia Lake basin (West Azerbaijan Province). Iranian Scientific Fisheries Journal, 29(1): 81-91. (In Persian).

Radkhah AR, Eagderi S., Poorbagher H. 2021. A review of the effects and challenges of ecological nest overlap between *Gambusia holbrooki* and other fish species. The first Fars Biodiversity Conference, 2 and 3 March, 2021, Shiraz University. (In Persian).

Rao S., Qi W., Cao H., Tang C., Xiao Y., Sun Y., Xiong W., Xie P., Xu K. 2026. Faster weight growth in invasive mosquitofish *Gambusia holbrooki* and *Gambusia affinis* (Poeciliidae) under climate change. Ecology and Evolution, 16(1): e72943.

Rowe DK, Moore A, Giorgetti A, Maclean C, Grace P, Wadhwa S, Cooke J. 2008. Review of the impacts of gambusia, redfin perch, tench, roach, yellowfin goby and streaked goby in Australia. Prepared for the Australian Government

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. Common- wealth of Australia, 245 pp.

Sadeghi Nejad Masouleh., Radkhah A.R. 2020. Growth characteristics and age structure of Mesopotamian chub (*Squalius berak* Heckel, 1843) in Kashkan river, Lorestan province. Journal of Aquatic Ecology, 10(3): 61-72. (In Persian).

Sedaghat S., Hoseini A. 2012. Length-Weight and Length-Length Relationships of Gambusia (*Gambusia holbrooki*) in the Dinor River Kermanshah, Iran. World Journal of Fish and Marine Sciences, 4(5): 530-532.

Singh N., Gupta, PK. 2014. Reproductive biology of eastern mosquito fish *Gambusia holbrooki* (Girard) (Poeciliiadae) in a sub-tropical Lake, Lake Nainital (India). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 3(4): 19-31.

Tesch FW. 1971 Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. W.E. Ricker (Ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 99–130.

Vafajo Dyanati M., Khara H., Bani A., Khazemi R., Saemi M. 2012. Indagate biometry and gonado somatic index in male perch *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758)in Lahijan Amirkelayeh Wetland. Journal of Animal Physiology and Development, 6(1): 29-36. (In Persian).

Weatherley AH., Gill HS. 1987. The Biology of Fish Growth. Academic Press, London, pp: 14-21.

Zarezade Mehrizi Sh., Khoorani A., Bazrafshan J., Bazrafshan O. 2018. Assessing the efficiency of SWAT model for runoff simulation in Gamasiyab basin. Journal of Range and Watershed Management, 70(4): 881-893. (In Persian).

نحوه استناد به مقاله:

رادخواه ع.، ایگدریس.، نوفرستی هـ . بررسی ساختار سنی و شاخص‌های رشد و تولیدمثل ماهی گامبوزیا (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) در رودخانه گاماسیاب (استان کرمانشاه) در فصول تابستان و پاییز. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی‌دانشگاه گنبدکاووس. 1405. 14(1): 36-23.

Radkhah A.R., Eagderi S., Nowferesti H. Investigation of age structure and growth and reproductive indices of *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in the Gamasiab River (Kermanshah Province) in summer and autumn. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2026, 14(1): 23-36.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]

Journal of Applied Ichthyological Research
Vol. 14, No 1, 23-36
ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
Ministry of Science Reseach and Technology
Gonbad-Kavoos University

Investigation of age structure and growth and reproductive indices of *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in the Gamasiab River (Kermanshah Province) in summer and autumn

Radkhah A.R[1]., Eagderi S[1]., Nowferesti H[2].

[1]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[2]Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Type:
Original Research Paper

Paper History:
Received: 25-05-2021
Accepted: 27-02-2026

Corresponding author:

Eagderi S. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

E-mail:
soheil.eagderi@ut.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to investigate the age structure, growth and reproduction indices of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) as a non-native and invasive species in the Gamasiab River (Kermanshah Province). For this purpose, a total of 131 specimens were caught by electrofishing during two sampling seasons (summer and autumn) in 2022. Biometric characteristics including total length, standard length, total weight and gonad weight were measured separately for males and females. Scales and operculum bones were used to determine the age of specimens. Length-weight relationship, growth pattern, condition factor (K), gonadosomatic index (GSI) and relative fecundity were calculated for both sexes in each season. The results showed that the maximum observed age was 1^+ years for males and 2^+ years for females. The 2^+ age group was observed exclusively in females with frequency of 10.3% in summer and 6.0% in autumn. The sex ratio (female: male) was 1:1.03 in summer and 1:1.18 in autumn, showing no significant difference ($P > 0.05$). The b parameter in length-weight relationship for males and females was 3.17 and 3.40 in summer, and 3.12 and 3.38 in autumn, respectively, indicating positive allometric growth pattern in all groups. Condition factor was above one in both sexes and seasons (range 1.09 to 1.36). GSI was significantly higher in females than males, with higher values in summer (15.82) compared to autumn (12.23). Relative fecundity of females was higher in summer (31.20 eggs.g^{-1}) than in autumn (27.85 eggs.g^{-1}). The highest mean length and weight were observed in 2^+ year old females in summer (48.20 mm and 1.85 g). In general, favorable condition factor and high reproductive potential peaking in summer provide a picture of the successful biological invasion of *G. holbrooki* in the Gamasiab River. This study can be used for population management of this non-native species and conservation of aquatic ecosystems in the region.

Keywords: Gambusia, Age structure, Growth pattern, Gonadosomatic index, Fecundity, Gamasiab River

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-26]