دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره هفتم، شماره چهارم، زمستان ۹۸
http://jair.gonbad.ac.ir

بررسی اثر احداث سد شهید رجایی بر پویایی‌شناسی جمعیت گاوماهی *Ponticola cyrius* (Kessler, 1874) در پایین‌دست رودخانه تجن

فاطمه اصفهانی[۱]، حسین رحمانی*[۲]، اصغر عبدلی[۳]، خسرو جانی‌خلیلی[۴]

[۱] کارشناس ارشد بوم‌شناسی آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۲] دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۳] دانشیار گروه تنوع زیستی پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۴] دانشجوی دکتری شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ ارسال: ۹۵/۱۰/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سد شهید رجایی بر فاکتورهای پویایی‌شناسی جمعیت گاوماهی (*P. cyrius*) در پایین-دست سد، در طی سال ۱۳۹۱ در سه ایستگاه به‌طور ماهانه توسط دستگاه الکتروشوکر نمونه‌برداری انجام شد. در مجموع ۵۶۴ نمونه از ایستگاه اول، ۲۱۹ نمونه از ایستگاه دوم و ۲۶۳ نمونه از ایستگاه سوم صید و نسبت جنسی آن‌ها به‌ترتیب ۱/۴۲: ۱، ۱/۲: ۱ و ۰/۹۱: ۱ بوده که فقط در ایستگاه اول با نسبت ۱:۱ اختلاف معنی‌داری داشت. گروه‌های سنی در ایستگاه اول از ۴ گروه $^{+}$۰ تا $^{+}$۳ ساله و در ایستگاه‌های بعدی از ۳ گروه $^{+}$۰ تا $^{+}$۲ ساله بود. الگوی رشد در هر سه ایستگاه و جنس‌های نر و ماده آلومتریک مثبت بود. رابطه‌ی رگرسیونی طول و وزن در هر سه ایستگاه دارای ضریب همبستگی بالای ۰/۹۷ بود. معادله رشد برتالانفی برای جنس نر در سه ایستگاه به‌ترتیب ($Lt=134.73(1-e^{-1.067(t+0.689)}$)، ($Lt=144.39(1-e^{-0.803(t+0.832)}$) و ($Lt=187.07(1-e^{-0.483(t+0.896)}$) و برای جنس ماده به‌ترتیب ($Lt=130.54(1-e^{-0.82(t+0.73)}$)، ($Lt=145.07(1-e^{-0.59(t+0.93)}$) و ($Lt=157.6(1-e^{-0.42(t+1.46)}$) محاسبه شد. میزان هم‌آوری مطلق در سه ایستگاه مورد مطالعه به‌ترتیب ۵۷۰/۸۷، ۳۳۰ و ۳۰۳/۵ بوده است. با بررسی پارامترهای مختلف پویایی‌شناسی مشخص گردید که اختلاف دمایی قابل توجه بین ایستگاه‌های مورد مطالعه (بیش از ۲ درجه) سبب افزایش فراوانی، طول عمر و هم‌آوری گردیده و زیستگاه مطلوبی برای گونه گاوماهی *P. cyrius* در ایستگاه نزدیک سد فراهم شد.

***واژه‌های کلیدی*: *P. cyrius*، رودخانه تجن، رشد، هماوری، سد شهید رجایی**

* نویسنده مسئول: shemaya1975@yahoo.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت جهان و نیاز جوامع انسانی به منابع غذایی، استفاده از منابع آب‌های داخلی را از اهمیت ویژه‌ای برخوردار نموده و برنامه‌ریزی‌های اصولی جهت بهره‌برداری بهینه از این منابع در اکثر کشورها از اولویت خاصی برخوردار می‌باشد (King, 2007).

احداث سد بر روی رودخانه یک پدیده گسترده در قرن بیستم بوده، اما بحث‌های علمی ناشی از اثرات آن، نسبتاً جدید است. امروزه آثار زیان‌بار احداث سدها و دیگر اشکال تنظیم رودخانه به اثبات رسیده است، اما درک بهتر از این روابط برای اتخاذ شیوه‌های مدیریتی مناسب و کاهش آثار منفی آن نیاز است. بدون شک سدها باعث تغییرات اساسی ساختار جامعه و کارایی اکوسیستم می‌شوند، زیرا جریان طبیعی و پیوسته آب رودخانه، با ایجاد آب‌بندها به قطعات کوچک‌تر تبدیل می‌شود و به‌همراه تغییرات آب هوایی در سال‌های اخیر با مقیاس جهانی باعث بهم‌خوردن تعادل آبی در قسمت‌های مختلف دنیا شده است (Allan, 1995). سد شهید رجایی نیز از جمله این سدها می‌باشد. بدیهی است با توجه به حجم بالای مخزن، این سد می‌تواند تأثیرات گسترده‌ای بر تنوع زیستی و پویایی جمعیت ماهیان از جمله ماهی *P. cyrius* در پایین‌دست سد بگذارد.

پویایی شناسی جمعیت به فرآیند دائمی جایگزینی به موقع نسل و تولید آن است که با رشد و مرگ و میر مرتبط است. مطالعه پارامترهای رشد و مرگ و میر یا پویایی‌شناسی جمعیت یکی از زیر واحدهای کاربردی بوم‌شناسی و از مبانی اساسی زیست‌شناسی ذخایر ماهیان می‌باشد (Biswas, 1993).

گاوماهیان خانواده‌ای با پراکنش جهانی بوده که اغلب در آب‌های گرم دریایی و لب‌شور زیست می‌کنند ولی برخی وارد آب شیرین می‌شوند و بقیه به‌صورت دائم در آنجا زندگی می‌کنند (Abdoli, 1999). این گروه از ماهیان با ۲۱۲ جنس و ۱۸۷۵ گونه شناخته شده بزرگ‌ترین خانواده ماهیان از نظر تنوع گونه‌ای پس از کپور ماهیان می‌باشند (Sattari *et al*., 2007). در این بین گاوماهیان با ۳۲ گونه از ۱۰ جنس متنوع‌ترین خانواده ماهیان دریای خزر محسوب می‌گردند (Coad, 2013).

باتوجه به اینکه گاوماهیان از جمله گونه *P. cyrius* تحرک کمی در طول مسیر رودخانه داشته و مهاجرت‌های طولانی برای اهداف تولید مثلی یا تغذیه‌ای ندارند، گونه بسیار مناسبی برای مطالعات اکولوژی محسوب می‌شود (Esfahani, 2014). باتوجه به ارزش زیبایی‌شناختی و تنوع‌زیستی این گونه بومی در رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر مطالعات کمی در مورد جمعیت ساکن در رودخانه انجام شده (Abdoli, 1999; Abdoli *et al*., 2002) و اکثر مطالعات صورت گرفته در مورد جمعیت ساکن در دریا می‌باشد (Abdoli, 1999; Piri *et al*., 2007; Rouhi and Sattari, 2004; Alavi and Kalbasi, 2005 and 2007; Masoumian and Aghlmandi, 2007; Naderi and

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Abdoli, 2004). باتوجه به اهمیت بوم‌شناختی گونه *P. cyrius* در رودخانه تجن، در این مطالعه برخی پارامترهای زیستی نظیر سن، رشد، مرگ و میر و تولید مثل این گونه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

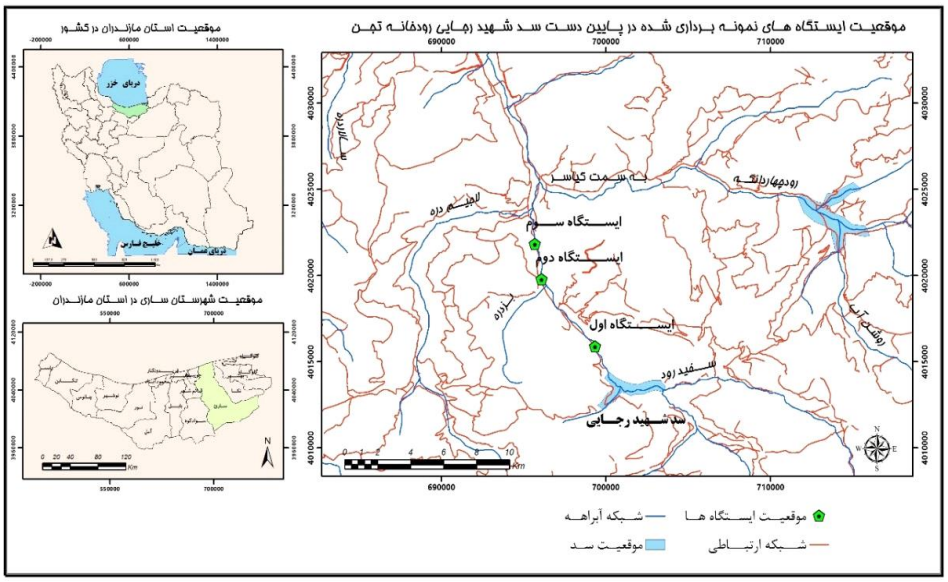
رودخانه تجن از رودخانه‌های مهم شیلاتی محسوب می‌شود که علاوه‌بر دارا بودن سابقه مهاجرت مولدین گونه‌های مختلف ماهیان، سالانه میلیون‌ها قطعه بچه‌ماهیان خاویاری و ماهی سفید حاصل از تکثیر مصنوعی از مجتمع تکثیر و پرورش ماهی شهید رجایی ساری در این رودخانه رهاسازی می‌شود (Ramezani, 2003). این رودخانه با طول حدود ۱۴۰ کیلومتر و با آبدهی دائمی از ارتفاعات البرز شرقی و مرکزی (از سلسله جبال البرز) سرچشمه گرفته که با عبور از جنگل‌های درحال کاهش، وارد مناطق هموارتر شده و پس از عبور از شهر ساری و جلگه کاملاً هموار وارد دریای خزر می‌شود (Saidi *et al.*, 2007).

در این مطالعه سه ایستگاه در محدوده پایین‌دست سد براساس برخی خصوصیات اکولوژیکی، مطالعات گذشته، اطمینان به حضور گونه مورد مطالعه و دسترسی به رودخانه در این منطقه انتخاب شد که هر سه ایستگاه در مسیر اصلی رودخانه و متأثر از سد می‌باشند (جدول ۱) (شکل ۱).

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری از گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	فاصله از سد (کیلومتر)
۱	۳۶° ۱۵' ۵۷/۵۷"	۵۳° ۱۳' ۶/۲۴"	۳۶۶	۱
۲	۳۶° ۱۸' ۹/۷۴"	۵۳° ۱۰' ۵۶/۶۰"	۲۹۷	۶
۳	۳۶° ۱۹' ۱۷ /۱۲"	۵۳° ۱۰' ۴۶ /۲۹"	۲۸۷	۹

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]



شکل ۱- موقعیت سه ایستگاه مورد بررسی گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن ساری

نمونه‌برداری از ماهی‌ها از فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۱ به‌صورت ماهانه (دهه آخر هر ماه) به کمک دستگاه الکتروشوکر با ولتاژ ۲۰۰-۱۰۰ ولت و فرکانس ۱/۵ آمپر در ایستگاه‌های مذکور انجام شد و نمونه‌های صید شده در ظروف حاوی فرمالین ۱۰٪ تثبیت و برای مطالعات بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه شاخص‌های زیست‌سنجی شامل طول‌کل و طول استاندارد با کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و وزن‌کل ماهی و وزن گناد نیز با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. برای مطالعات هم‌آوری ۱۰٪ از وزن گناد ماهیان ماده برداشته و در فرمالین ۴٪ تثبیت گردید. تعیین جنسیت گاوماهیان در فصول مختلف با معاینات ماکروسکوپی زائده تناسلی نزدیک مخرج صورت گرفت و تعیین سن نمونه‌های صید شده نیز به‌وسیله سنگ‌ریزه شنوایی انجام شد (Esfahani, 2014).

رابطه طول و وزن گاوماهیان صید شده به‌صورت نمایی براساس فرمول زیر محاسبه گردید (Bagenal, 1978).

$$W = aL^b$$

که W: میانگین وزن برحسب گرم، L: میانگین طول برحسب میلی‌متر و a و b: ضرایب رگرسیونی بین طول و وزن می‌باشد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی که می‌تواند بیان‌کننده وضعیت افراد از نظر رشد باشد، با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Biswas, 1993).

$$K = \frac{W100}{L^b}$$

K: فاکتور وضعیت، W: وزن ماهی برحسب گرم، L: طول کل برحسب سانتی‌متر و b: شیب خط رگرسیونی بین طول و وزن.

برای تعیین الگوی رشد ماهیان از فرمول پائولی استفاده شد (Pauly, 1984).

$$t = \frac{sd\ln L}{sd\ln W} * \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} * \sqrt{n-2}$$

sdlnL: انحراف معیار لگاریتم طبیعی طول‌کل، sdlnW: انحراف معیار لگاریتم طبیعی وزن، b: شیب خط رگرسیونی بین طول و وزن، r^2: ضریب تعیین و n: تعداد نمونه می‌باشد.

t محاسباتی فرمول پائولی با t جدول با درجه آزادی n-2 مقایسه شده و درصورتی که t محاسباتی بزرگ‌تر از t جدول باشد، الگوی رشد آلومتریک بوده و اگر شیب خط رگرسیونی بین طول و وزن بزرگتر از ۳ باشد الگوی رشد آلومتریک مثبت و در غیر اینصورت آلومتریک منفی می‌باشد. ولی اگر t محاسباتی کوچک‌تر از t جدول باشد الگوی رشد ایزومتریک می‌باشد.

برای محاسبه پارامترهای رشد از مدل رشد ون برتالانفی استفاده شد (Sparre and Venema, 1992).

$$L_{(t)} = L_{(\infty)}(1-e^{-k(t-t_0)})$$

t: سن ماهی در زمان صید، L_t: طول ماهی در سن t، t_0 سن ماهی در طول صفر، L_∞ طول بی‌نهایت و k ضریب رشد (نرخی است که ماهی با آن سرعت به طول بی‌نهایت خود می‌رسد).

باتوجه به این که طول بی‌نهایت رابطه معکوسی با آهنگ رشد دارد و میزان ϕ برای گونه‌های یکسان تقریباً ثابت خواهد بود (Sparre and Venema, 1992) و به‌منظور اعتبارسنجی شاخص‌های رشد به‌دست آمده معادله برتالانفی از آزمون فی‌پریم مونرو استفاده شد (Pauly and Munro, 1984).

$$\phi = \log K + 2\log L_\infty$$

برای محاسبه طول عمر ماکزیمم از رابطه زیر استفاده شد (Pauly, 1984).

$$t_{\max} = t_0 + 3/k$$

برای محاسبه میزان مرگ و میر طبیعی گاوماهیان از فرمول تجربی پائولی استفاده شد (Sparre and Venema, 1992; Jinning *et al*., 2001).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

$$M = e^{-0.006-0.279\log L_{\infty}+0.654\log K+0.4634\log T}$$

K و L_{∞}: پارامترهای رشد برتالانفی و T: میانگین دمای ساله منطقه.

شاخص گنادوسوماتیک یا شاخص رشد گنادی یک روش غیرمستقیم برای تخمین فصل تخم‌ریزی گونه است که با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Biswas, 1993).

$$GSI = \frac{G.W}{B.W} * 100$$

GSI: شاخص گنادوسوماتیک، B_W: وزن بدن به گرم و G_W: وزن گناد برحسب گرم می‌باشد.

برای محاسبه هم‌آوری مطلق از روش وزن‌سنجی استفاده شد و تخمک‌های رسیده از توده تخمک‌های نارس و بافت‌های پیوندی تخمدان جدا شده و ۱۰٪ وزن تخمدان برداشته، توزین و شمارش گردیده و با فرمول زیر محاسبه شد (Biswas, 1993):

$$F = \frac{nG}{g}$$

F: هم‌آوری مطلق، n: تعداد تخمک‌های زیر نمونه، G: وزن تخمدان و g: وزن زیر نمونه می‌باشد.

جهت اندازه‌گیری قطر تخمک‌های نمونه‌های بالغ در فصل تولید مثل (اسفند تا اردیبهشت ماه) مقدار زیرنمونه جدا شده پس از شمارش با کمک میکرومتر چشمی اندازه‌گیری شد.

قبل از تجزیه و تحلیل داده به کمک آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نرمالیته داده‌ها بررسی شد و در صورت نرمال بودن آن‌ها برای مقایسه پارامترهای مختلف زیستی در ایستگاه‌های مختلف و زمان-های مختلف از آنالیز واریانس یک‌طرفه و جهت مقایسه نسبت جنسی گاوماهیان در ایستگاه‌ها و زمان-های مختلف نمونه‌برداری از آزمون مربع کای استفاده شد. کلیه محاسبات آماری به کمک نرم‌افزارهای SPSS-21 و ترسیم نمودارها با کمک Excel-2013 انجام شد.

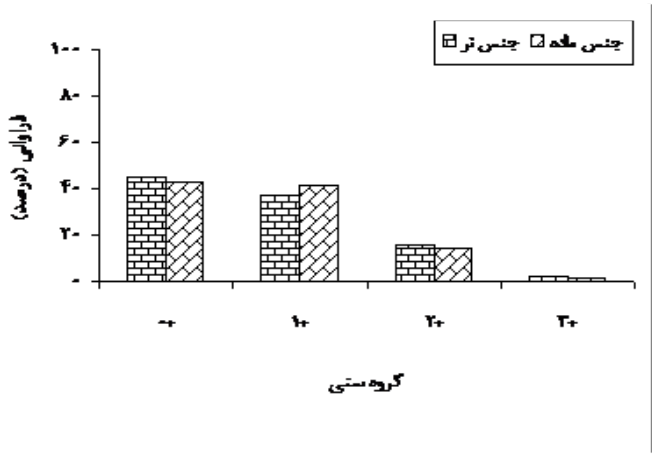
نتایج

در این مطالعه در مجموع ۱۴۴۲ قطعه گاوماهی از سه ایستگاه مورد مطالعه صید شد که ۵۵۲ نمونه ماده، ۴۹۹ نمونه نر و ۱۳۹ نمونه نابالغ بودند. نسبت جنسی نر به ماده در کل جمعیت گاوماهیان ایستگاه اول ۱:۱/۴۲، ایستگاه دوم ۱:۱/۲ و در ایستگاه سوم ۱:۰/۹۱ بود که باتوجه به آزمون مربع کای تنها در ایستگاه اول نسبت جنسی نر به ماده با نسبت ۱:۱ اختلاف معنی داری داشت ($p<0.05$).

گاوماهیان صید شده در این مطالعه از ۴ گروه سنی $^{+}$۰ تا $^{+}$۳ بوده که صفر ساله‌ها بیشترین فراوانی را در هر دو جنس نر و ماده داشته و با افزایش سن بر فراوانی آن‌ها کاسته شد. فراوانی گاوماهیان صید شده در ایستگاه اول در ۴ گروه سنی $^{+}$۰ تا $^{+}$۳ سال قرار داشته که در هر دو جنس ماهیان صفر ساله

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

بالاترین فراوانی را داشتند. اما در ایستگاه‌های دوم و سوم گاوماهیان از سه گروه سنی ۰+ تا ۲+ ساله بوده و فراوانی نسبی ماهیان ۲ ساله در این دو ایستگاه بسیار کم (کمتر از سه درصد) بود. در ایستگاه دوم مانند ایستگاه اول بیشترین فراوانی نسبی را در هر دو جنس ماهیان صفر ساله داشتند اما در ایستگاه سوم فراوانی نسبی بالایی در ماهیان یک ساله‌ی نر و ماده دیده شد (شکل ۲).



شکل ۲- فراوانی نسبی گروه‌های سنی گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن

بررسی طول و وزن گاوماهیان در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که از نظر طولی گاوماهیان صید شده در ایستگاه ۳ بزرگتر از سایر ایستگاه‌ها بوده ($p<0.05$)، اما از نظر وزنی گاوماهیان صید شده در ایستگاه اول بیشترین وزن را داشتند ($p<0.05$) (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در هر دو جنس نر و ماده نشان داده که میانگین طول و وزن گاوماهیان در ایستگاه دوم کمتر از ایستگاه‌های اول و سوم بوده است ($p<0.05$) (جدول ۲). نتایج به دست آمده از رابطه نمایی تغییرات طول-وزن گاوماهیان صید شده همبستگی بسیار بالایی در هر سه ایستگاه در جنس نر و ماده نشان داد. همچنین الگوی رشد آن‌ها براساس رابطه پائولی محاسبه شد و برای هر دو جنس نر و ماده و هر سه ایستگاه آلومتریک مثبت به دست آمد (جدول ۳).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار (بیشترین-کمترین) طول و وزن گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن

خصوصیت	جنسیت	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	مقدار p
طول کل (میلی‌متر)	نر	۹۷/۵±۲۸/۱۹^{b} (۴۵/۹۱-۱۵۲/۹۴)	۸۷/۶۴±۲۴/۰۲^{a} (۴۶/۲۵-۱۴۲/۰۲)	۱۰۰/۲۸±۲۴/۴^{b} (۵۵/۱۱-۱۶۶/۴۴)	۰/۰۱
	ماده	۸۷/۹۲±۲۸/۱۵^{b} (۴۰/۵۶-۱۳۹/۵۹)	۷۴/۴۳±۲۱/۹^{a} (۴۴/۵۷-۱۳۲/۸۲)	۹۲/۶۱±۱۹/۱۸^{b} (۴۱/۸۱-۱۲۸/۲۳)	۰/۰۰
وزن بدن (گرم)	نر	۱۶/۵۷±۱۲/۸۶^{b} (۱/۱۱-۴۹/۵۴)	۱۱/۰۸±۸/۸^{a} (۱/۱۹-۳۹/۳۲)	۱۵/۸۸±۹/۵۹^{b} (۱/۹۲-۴۹/۷۵)	۰/۰۰
	ماده	۱۲/۷۷±۱۰/۶۶^{b} (۰/۸-۴۰/۱)	۷/۱۹±۶/۷۳^{a} (۰/۹-۳۵/۸۲)	۱۲/۲۸±۶/۰۶^{b} (۰/۹۶-۲۸/۸۲)	۰/۰۰

جدول ۳- ضرایب رگرسیونی بین طول و وزن و الگوی رشد گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن

ایستگاه	جنسیت	تعداد	عدد ثابت (a)	شیب خط رگرسیونی (b)	ضریب همبستگی (r^2)	الگوی رشد
۱	نر	۲۷۴	۰/۰۰۰۰۰۷	۳/۱۴۶۳	۰/۹۹	آلومتریک مثبت
	ماده	۱۸۹	۰/۰۰۰۰۰۵	۳/۲۲۷۴	۰/۹۷	آلومتریک مثبت
۲	نر	۱۰۶	۰/۰۰۰۰۰۷	۳/۱۲۹۸	۰/۹۹	آلومتریک مثبت
	ماده	۸۹	۰/۰۰۰۰۰۶	۳/۱۶۹	۰/۹۸	آلومتریک مثبت
۳	نر	۱۱۹	۰/۰۰۰۰۰۷	۳/۱۴۷۵	۰/۹۹	آلومتریک مثبت
	ماده	۱۳۰	۰/۰۰۰۰۰۷	۳/۱۴۴۱	۰/۹۹	آلومتریک مثبت

بررسی فاکتور وضعیت گاوماهیان در رودخانه تجن نشان داد که در زمان‌ها و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در جنس ماده بیشتر از جنس نر بوده و همچنین در افراد صید شده در ایستگاه اول به مراتب بیشتر از ایستگاه‌های بعدی بوده است. مقایسه فاکتور وضعیت در فصول مختلف سال نشان داد که بالاترین مقدار در ایستگاه اول و دوم برای هر دو جنس در فصل زمستان و برای ایستگاه سوم در فصل پاییز بوده است (جدول ۴).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۴- مقایسه فاکتور وضعیت گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن در فصول مختلف سال

زمان نمونه‌برداری	جنسیت	ایستگاه اول	ایستگاه دوم	ایستگاه سوم
بهار	نر	۱/۷۲	۱/۵۲	۱/۳۴
	ماده	۱/۴۹	۱/۲۴	۱/۱۷
تابستان	نر	۱/۶	۱/۵۷	۱/۴۱
	ماده	۱/۵۳	۱/۴۷	۱/۴۵
پاییز	نر	۱/۴۵	۱/۳۱	۱/۵۸
	ماده	۱/۸۱	۱/۷۳	۱/۶۱
زمستان	نر	۱/۹۸	۱/۷۱	۱/۵۶
	ماده	۲/۰۳	۱/۸۶	۱/۵۶

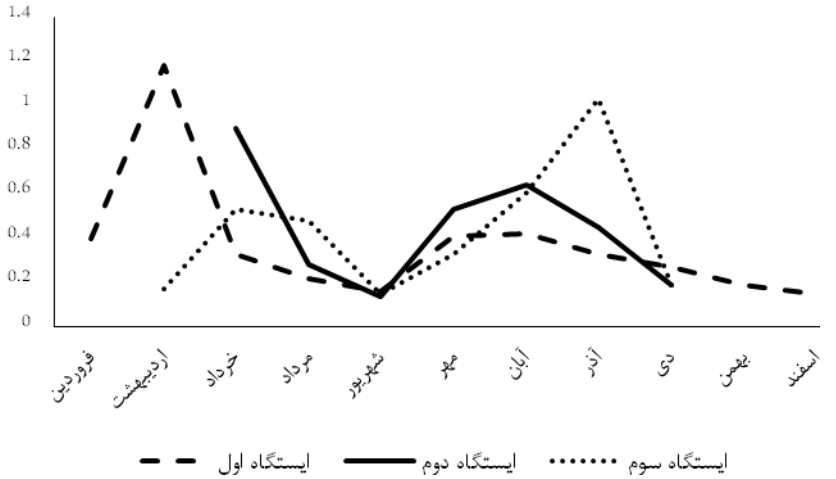
طول بی‌نهایت و حداکثر سن گاوماهیان صید شده در ایستگاه سوم در جنس‌های نر و ماده بیشتر از ایستگاه‌های اول و دوم بوده، اما مقدار آهنگ رشد آن‌ها در ایستگاه اول بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بوده است. بررسی شاخص فی نیز در ایستگاه‌ها و جنس‌های مختلف اختلاف کمی داشته که نشان‌دهنده صحت محاسبات رشد برتالانفی می‌باشد (جدول ۵). بررسی ضریب مرگ و میر طبیعی در جنس‌های مختلف در هر ایستگاه تقریباً باهم برابر بوده به‌طوری‌که در ایستگاه اول برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ۱/۵۵ و ۱/۵۴، در ایستگاه دوم برای هر دو جنس ۱/۵ و در ایستگاه سوم برای جنس‌های نر و ماده به‌ترتیب ۱/۴۲ و ۱/۴۸ بود.

جدول ۵- پارامترهای رشد برتالانفی، حداکثر سن و فی مونرو گاوماهی *P. cyrius* در ایستگاه‌های مختلف در رودخانه تجن

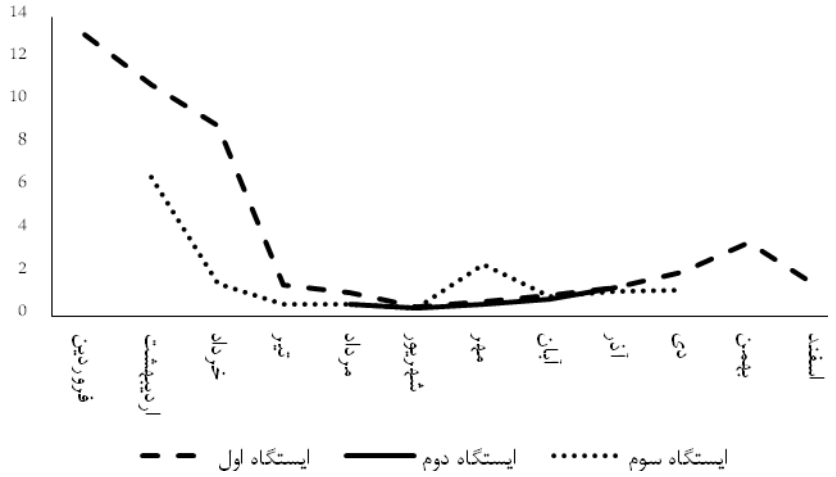
ایستگاه	جنسیت	t_{max}	ϕ	L_∞	K	t_0
۱	نر	۲/۱	۴/۳	۱۳۴/۷۲۹	۱/۰۶۷	-۰/۶۸۹
	ماده	۲/۹	۴/۱	۱۳۰/۵۳۹	۰/۸۲	-۰/۷۳
۲	نر	۲/۹	۴/۲	۱۴۴/۳۸۶	۰/۸۰۳	-۰/۸۳۲
	ماده	۴/۱	۴/۱	۱۴۵/۰۶۹	۰/۵۹۲	-۰/۹۳۱
۳	نر	۵/۳	۴/۲	۱۸۷/۰۷۱	۰/۴۸۳	-۰/۸۹۶
	ماده	۵/۷	۴	۱۵۷/۶۱۸	۰/۴۱۷	-۱/۴۵۶

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

بررسی شاخص گنادی (GSI) در جنس‌های نر و ماده در ایستگاه‌های مورد مطالعه تقریباً روند مشابه‌ای داشته و در فروردین و اردیبهشت بیشترین مقدار بوده است. البته در برخی از ماه‌ها به‌دلیل تعداد کم گاوماهیان صید شده (به‌خصوص در تیر ماه هیچ نمونه نری صید نشد) ممکن است نمودار ترسیم شده ناقص باشد (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل ۳- تغییرات شاخص گنادی گاوماهی *P. cyrius* جنس نر در ایستگاه‌های مختلف در رودخانه تجن



شکل ۴- تغییرات شاخص گنادی گاوماهی *P. cyrius* جنس ماده در ایستگاه‌های مختلف در رودخانه تجن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

در مجموع ۴۵ گاوماهی ماده دارای تخمک زرده‌دار در بین نمونه‌های فصل تخم‌ریزی (از اسفند تا خرداد) وجود داشتند که ۳۶ نمونه از آن‌ها متعلق به ایستگاه اول، ۴ نمونه ایستگاه دوم و ۵ نمونه در ایستگاه سوم بود. مقایسه میزان هم‌آوری مطلق، نسبی و قطر تخمک‌ها در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که در ایستگاه ۱ به مراتب بیشتر از ایستگاه‌های ۲ و ۳ می باشد (جدول۶). همچنین قطر تخمک با وزن کل بدن رابطه معکوس داشته و با طول کل ماهی و وزن گناد رابطه مثبت و مستقیم داشته است.

جدول ۶- هماوری مطلق و نسبی و میانگین قطر تخمک مولدین ماده گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن

ایستگاه	تعداد نمونه	هم‌آوری مطلق	هم‌آوری نسبی	میانگین تعداد تخمک	میانگین قطر تخمک (میکرون)
۱	۳۶	۵۷۰/۸۷	۲۳/۲۴	۶۳/۷۲	۸۰/۷
۲	۴	۳۳۰	۱۷/۶	۴۰/۵	۷۸/۵۲
۳	۵	۳۰۳/۵	۱۱/۰۶	۳۶/۶	۵۸/۶۴

ایستگاه اول در فرودین‌ماه: $Y = 0.705X_1 - 0.998X_2 + 14X_3$

ایستگاه اول در اردیبهشت‌ماه: $Y = 1.469X_1 - 1.257X_2 + 10.153X_3$

Y: قطر تخمک، X_1: طول کل ماهی، X_2: وزن کل ماهی و X_3: وزن گناد می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

گاوماهیان به‌عنوان یکی از گونه‌های کفزی و بنتوزخوار در اکوسیستم‌های آب جاری رودخانه کمترین تحرک را نسبت به سایر گونه‌ها داشته و لذا تفاوت شرایط زیستی و غیرزیستی در قسمت‌های مختلف یک رودخانه می‌تواند بر بسیاری از خصوصیات رفتاری و اکولوژیکی آن‌ها تأثیرگذار باشد. علاوه بر این، احداث سد شهید رجایی در منطقه سلیمان‌تنگه بر رودخانه تجن باعث تغییراتی در خصوصیات رودخانه در نواحی پایین‌دست سد شده که بر موجودات زنده مثل گاوماهیان تأثیرگذار می‌باشد.

تنوع اندازه در گاوماهی *P. cyrius* رودخانه تجن بسیار زیاد بوده و کوچکترین و بزرگترین نمونه صیدشده به‌ترتیب ۳۳/۰۶ و ۱۶۶/۴۴ میلی‌متر بوده که کوچکترین نمونه در این مطالعه از کوچکترین نمونه‌سایر مطالعات طول کمتری داشته و بزرگترین نمونه صید شده نسبت به سایر مطالعات انجام شده به‌صورت یک رکورد محسوب می‌شود (Rahmani and Abdoli, 2009; Abdoli and Naderi, 2009; Coad, 2013). مقایسه طول و وزن گاوماهیان جنس نر و ماده در این مطالعه همانند نتایج رحمانی و عبدلی (Rahmani and Abdoli, 2009) در جمعیت نهر مادرسو پارک ملی گلستان نشان داد که در جنس نر به‌دلیل رفتار قلمروطلبی خصوصاً در فصل تولید مثل بزرگتر از جنس ماده می‌باشد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

الگوی رشد جمعیت مورد مطالعه همانند مطالعات رحمانی و عبدلی (Rahmani and Abdoli, 2009) روی گاوماهی نهر مادرسو پارک ملی گلستان و پاتیمار و همکاران (Patimar *et al*., 2007) روی گاوماهی رودخانه زرین‌گل استان گلستان آلومتریک بوده که نشان‌دهنده رشد وزنی در برابر رشد طولی این گونه است. این تفاوت‌ها را پاپاجورجیو (Papageorgiou, 1979) به تفاوت‌های فاکتور وضعیت و شاخص رشد گنادی نسبت داده، همچنین ووتون (Wootton, 1992) تفاوت‌های محیطی مثل دما، اکسیژن محلول، وجود تندآب‌ها و کندآب‌ها، وجود منابع غذایی زیاد و کیفیت آن‌ها را بر رشد تأثیرگذار می‌داند. در این مطالعه باتوجه به موقعیت ایستگاه‌ها که بعد از سد شهید رجایی واقع شده و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب رودخانه نظیر دما بعد از خروجی سد کاملاً متفاوت با شرایط طبیعی آن است. ضمناً ورود پساب کارگاه‌های پرورش ماهی که غنی از موادآلی است و بلافاصله بعد از خروجی سد وارد کانال رودخانه می‌شود، سبب افزایش جوامع بنتوزی رودخانه در ایستگاه اول نسبت به ایستگاههای دوم و سوم شده است.

ساختار سنی گاوماهیان صید شده در ایستگاه یک با ایستگاه دو و سه متفاوت بود. علت این تفاوت به نزدیکی ایستگاه اول به خروجی سد شهید رجایی مرتبط بوده که پایین‌ترین دمای آب را در طی کل سال داشته و ایستگاه سوم با بیشترین فاصله از سد، دارای بیشترین دما در طی سال بوده است. اختلاف دمای این دو ایستگاه در ماه‌های سرد تقریباً یک درجه و در فصول گرم بیش از یک درجه و در مرداد ماه به بیش از ۴ درجه سانتی‌گراد رسیده بود. این اختلاف دمایی برای این فاصله‌ی نسبتاً کم با وجود اختلاف ارتفاع کم، بسیار چشمگیر بوده است. با وجود دمای کمتر در ایستگاه اول اکسیژن محلول در این ایستگاه نسبت به دو ایستگاه بعدی نیز کمتر بوده، درحالی‌که میزان اکسیژن محلول آب در دمای پایین‌تر بایستی بیشتر باشد که این مسئله تأییدی است بر وجود آب سرد و کم اکسیژن آزاد شده از لایه‌های پایینی مخزن سد در این ایستگاه، خصوصاً در نیمه اول سال که دریچه سد کاملاً باز می‌باشد. این اختلاف دما تغییراتی را در ساختار جمعیت این ایستگاه نسبت به دو ایستگاه پایین‌تر ایجاد کرده است زیرا دما به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تعیین نسبت متابولیکی موجودات خونسرد مثل نسبت جنسی، میزان رشد و یا میزان شنا می‌باشد که تأثیرات آن بسته به فیزیولوژی ماهیان مختلف می‌تواند متفاوت باشد (Abdoli *et al*., 2007).

باتوجه به این‌که فاکتورهای زیستی و غیرزیستی رشد ماهی تأثیر قابل توجهی داشته و دما به‌عنوان تنها فاکتور کنترل‌کننده می‌تواند تغذیه، هضم و جذب‌غذا در بدن، متابولیسم، حرکت و دفع را تحت کنترل قرار دهد. همچنین براساس فرضیات علمی اثبات شده، ماهیان در مکان‌های سردتر رشد نسبی کمتری داشته و در سنین بالاتری به بلوغ برسد و دوره زندگی طولانی‌تری نسبت به زندگی در زیستگاههای گرم‌تر دارند (Abdoli *et al*., 2007). نتایج به‌دست آمده در این پژوهش فرضیه فوق را

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

اثبات نموده، زیرا در ایستگاه اول (سردترین ایستگاه) ترکیب سنی گاوماهیان از ۴ گروه سنی $^{+}$۰ تا $^{+}$۳ سال بوده، اما در دو ایستگاه بعدی که دمای بالاتری دارند ۳ گروه سنی $^{+}$۰ تا $^{+}$۲ سال مشاهده شد این درحالی است که با وجود درصد نسبتاً بالایی از ماهیان ۳ ساله در ایستگاه اول، درصد بسیار پایینی از ماهیان دوساله (زیر ۳درصد) در دو ایستگاه دیگر وجود دارد.

هم‌آوری از شاخص‌های مهم زیستی در ماهیان محسوب می‌شود که در شرایط محیطی متنوع در جمعیت‌های مختلف تغییرات وسیعی را نشان می‌دهد (Nikolski, 1963). تنوع میزان هم‌آوری مطلق در مناطق مختلف را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی زیرگونه‌ها و جمعیت‌های مختلف یک گونه یا به عوامل محیطی مانند در دسترس بودن مواد مغذی، تراکم جمعیت و تغییرات دمای محیط نسبت داد (Unlo and Balci, 1993; Turkmen *et al.*, 2001). در مطالعه حاضر در ایستگاه اول به‌دلیل پایین‌بودن دمای سالانه آب و بالا بودن میزان مواد مغذی حاصل از پساب کارگاه‌های پرورش ماهی و وجود خروجی سد در نواحی عمقی سد، میزان هم‌آوری به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بوده که گویای این نکته است که شرایط دمایی و غذایی برای این گونه برای تولید مثل در این ایستگاه مطلوب‌تر می‌باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که احداث سد باعث تغییرات قابل توجهی در خصوصیات اکولوژیکی رودخانه تجن در پایین‌دست سد نسبت به شرایط قبل از احداث سد در این رودخانه و یا در مقایسه با سایر رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر که فاقد سد می‌باشند، شده است. این تغییرات، زیستگاه مطلوبی را برای گاوماهی *P. cyrius* در رودخانه تجن ایجاد نموده و سبب افزایش فراوانی قابل توجه این گونه نسبت به سایر گونه‌ها در منطقه شده است. وجود هم‌آوری زیاد این گونه به‌همراه فراوانی و طول عمر بیشتر در ایستگاه اول با دمای کمتر نشان‌دهنده مطلوبیت بیشتر این ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه است.

منابع

Abdoli A. 1999. The inland water fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran, Iran. 377 P. (In Persian).

Abdoli A., Naderi M. 2009. Biodiversity of Fishes of the Southern Basin of the Caspian Sea. Abzian Scientific Publication, Tehran, Iran. 242 P. (In Persian).

Abdoli A., Pont D., Sagnes P. 2007. Intrabasin variation in age and growth of bullhead: the effect of temperature, Journal of Fish biology, 70: 1224-1238.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Abdoli A., Rahmani H., Rasouli P. 2002. On the occurrence, diet and reproduction of *Neogobius fluviatilis* in the Madarsou stream, Golestan National Park. Zoology in the Middle East, 26: 123-128.

Alavi M.S., Kalbasi M.R. 2005. Reproduction biology of *Neogobius fluviatilis* in Caspian Sea, Noor costal. Journal of Marine Science and Technology, 4(3-4): 31-41. (In Persian).

Alavi M.S., Kalbasi M.R. 2007. Food habitat of *Neogobius fluviatilis* in Caspian Sea, Noor costal. Iranian Journal of Biology, 19(2): 180-190. (In Persian).

Allan J.D. 1995. Stream ecology structure and function of running waters. Chapman and Hall, New York, USA. 288 P.

Bagenal T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh water, 3rd Edition, Oxford (UK) Blackwell Scientific Publications. 365 P.

Biswas S.P. 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian publishers Pvt Ltd, New Delhi, India. 157 P.

Coad B.W. 2013. Freshwater Fishes of Iran. Retrieved from http://www. briancoad. com Contents.htm. On: 19 November 2013.

Esfahani F. 2014. Effects of Shahid Rajai dam on population dynamics of *Ponticola cyrius* in downstream Tajan River, Sari, Iran. M.Sc. thesis of Aquatic ecology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian).

Jinning S., Kasier M., Reynold J. 2001. Marine fisheries ecology. Blackwell Science, USA. 432 P.

King M. 2007. Fisheries biology, assessment and management (2nd Ed). Fishing news books. 341 P.

Masoumian M., Aghlmandi F. 2007. The parasitic infection of *Neogobius* spp in Caspian Sea basin (Mazandaran Province). Iranian Scientific Fisheries Journal, 15(4): 155-158. (In Persian).

Naderi M., Abdoli A. 2004. Fish species atlas of south Caspian Sea basin (Iranian waters), Iranian fisheries research organization, Tehran, Iran. 80 P. (In Persian).

Nikolski G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic press, New York, USA. 352 P.

Papageorgiou N.K. 1979. The length weight relationship, age, growth and reproduction of the roach *Rutilus rutilus* in Lake Volvi. Journal of Fish Biology, 14 (6): 529-538.

Patimar R. Mahdavi, M., Adineh H. 2007. Biology of sand goby *Neogobius fluviatilis* in Zarrin-Gol River (East Alborz Mountain). Journal of Agricultural Sceinces and Natural Resources, 15(1): 2-13. (In Persian).

Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM study. 157 P.

Pauly D., Munro J.I. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates, ICLARM. 106 P.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Piri H., Keyvan A., Piri M., Yelghi S. 2007. Identification and biology of Gobiidae in Costal of Guilan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal, 6(2): 19-28. (In Persian).

Rahmani H., Abdoli A. 2009. Age structure and growth of *Neogobius fluviatilis* in the Madarsou stream of Golestan National Park. Iranian Journal of Biology, 22(3): 558-565. (In Persian).

Ramezani H. 2003. Review the immigration process and Durability of Juveniles of *Acipenser persicus* in Tajan River. Journal of Marine Science and Technology, 2(4): 49-57. (In Persian).

Rouhi J., Sattari M. 2004. Prevalence of the infection some of the Gobiidae in Southwest of Caspian Sea, Iranian Journal of Veterinary Medicine, 59 (1):17-22. (In Persian).

Saidi M., Karbasi A., Bidhandi G., Mehrdadi N. 2007. The effect of human activity on accumulation of heavy metals in Tajan River, Mazandaran Province. Journal of Environmental Studies, 32: 41-50. (In Persian).

Sattari M., Shahsavani D., Shafiaei S. 2007. Ichthyology (2). Haghshenas published, 2 edition, Iran. 657 P. (In Persian).

Sparre P., Venema S.C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Danida FAO, Rome, Italy. 554 P.

Turkmen M., Erdogan O., Yeldrim A Akyurt I. 2001. Reproduction tactics, age and growth of *Capoeta Capoeta umbla* from the Akkale region of the Karasu River, Turkey Fisheries Research, 1220: 1-12.

Unlo E., Balci K. 1993. Observation on the reproduction of *Leuciscus cephalus* in Savur stream. Cybium, 17: 241-250.

Wootton R.J. 1992. Fish ecology. Printed in Great Britain by Thomson Litho Ltd, Scotland. 203p.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Effect of Shahid Rajai Dam construction on the population dynamics of *Ponticola cyrius* in the downstream of Tajan River

Esfahani F[1]., Rahmani H[2*]., Abdoli A[3]., Janikhalili K[4].

[1] M.Sc. Graduate of Aquatic Ecology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

[2] Associate Professor, Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

[3] Associate Professor, Department of Biodiversity, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[4] PhD students of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Received: 28-10-2016 ; Accepted: 8-6-2017

Abstract

To study the effect of Shahid Rajai Dam construction on population dynamics of *P. cyrius* in downstream of the dam, monthly sampling was carried out using electrofishing from April 2012 to March 2013. A total of 564, 219, and 263 specimens were examined from the first, second, and third station, respectively. The sex ratio of male to female was 1:1.42, 1:1.2, and 1:0.91 in the first, second, and third stations, respectively. Only the first station showed a significant difference with the standard ratio of 1:1. At the first station, four groups of age composition (0+ to 3+ years) were found, while at the other stations, only three age groups (0+ to 2+ years) were found. A positive allometric growth pattern was found at all stations for both sexes. The relationship between length and weight showed a high correlation (more than 0.97). Bertalanffy growth equation was calculated for males at the three stations were $L_t = 134.73(1-e^{-1.067(t+0.689)})$, $L_t = 144.39(1-e^{-0.803(t+0.832)})$ and $L_t = 187.07(1-e^{-0.483(t+0.896)})$ for females, it was $L_t = 130.54(1-e^{-0.82(t+0.73)})$, $L_t = 145.07(1-e^{-0.59(t+0.931)})$ and $L_t = 157.6(1-e^{-0.42(t+1.46)})$. The absolute fecundity at the first, second, and third stations was 570.87, 330, and 303.5, respectively. The above-mentioned parameters show a significant difference in water temperature among the stations (more than 2º C), which increase the abundance, longevity, and fecundity of *P. cyrius*. Therefore, it could provide a suitable habitat for *P. cyrius*.

Keywords: *P. cyrius*, Tajan River, Growth, Fecundity, Shahid Rajai Dam.

*Corresponding author; shemaya1975@yahoo.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]