بررسی برخی از ویژگی‌های تولید مثلی قزل‌آلای رنگین‌کمان در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری

یزدان کیوانی*[۱]، مسیب عالی‌پور[۱]، عیسی ابراهیمی[۱]

*keivany@cc.iut.ac.ir

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

چکیده

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یک گونه غیربومی در آبهای داخلی ایران است و اطلاعات کمی درباره این گونه در آبهای طبیعی ایران وجود دارد. در این مطالعه، برخی ویژگی‌های زیستی این ماهی مانند شاخص گنادی و هماوری مطلق و نسبی، با جمع آوری ۳۵۵ نمونه ازرودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال‌وبختیاری، با استفاده از تور گوشگیر و پرتابی، از فروردین لغایت اسفند ۱۳۹۲ به صورت ماهانه مورد بررسی قرار گرفت. دامنه طول کل ماده‌ها ۴۰/۲-۱۷/۱ (SD ۵۴ /۴±۲۶/۰۵) سانتی‌متر و دامنه طول کل برای ماهیان نر ۴۰/۳-۱۵/۵ (۵/۹۳±۲۴/۹) سانتی‌متر بود. سن نرها $^{+}$۴-$^{+}$۱ سال و ماده‌ها $^{+}$۵-$^{+}$۲ سال تخمین زده شد. بیشترین فراوانی برای جنس نر و ماده بترتیب در سنین $^{+}$۱ و $^{+}$۲ بود. نسبت جنسی ۱ نر: ۱/۳ ماده بود. بر اساس مشاهدات ماکروسکوپی گنادها، پنج مرحله رسیدگی جنسی شامل: نابالغ، در حال رسیدگی، قادر به تخمریزی، بازگشت و احیاء مشاهده شد. شاخص گنادوسوماتیک نشان داد که تولید مثل این ماهی در مهر لغایت بهمن رخ می‌دهد و حداکثر این شاخص برای نر در شهریور و دی (۴/۲۲ و ۳/۴۸) و برای ماده در آبان و دی (۳/۲۸ و ۴) بدست آمد. دامنه قطر تخمک در طول سال ۳/۵-۰/۱۲۵ محاسبه شد. هماوری مطلق بین ۶۸۰ و ۳۸۹۰ (۱۷۰±۱۸۶۰) عدد تخمک بدست آمد. هماوری نسبی بین ۱۹۰۰ و ۹۰۰۰ (۳۶۰±۴۶۰۰) عدد تخمک بدست آمد. بنظر می‌رسد این ماهی توانسته است با شرایط طبیعی رودخانه بخوبی سازگار شود.

لغات کلیدی: آزادماهیان، تولیدمثل، هماوری، شاخص جنسی، قطر تخمک

*نویسنده مسئول

مقدمه

ورود ماهیان غیربومی به آب‌های شیرین می‌تواند ساختار و عملکرد اکوسیستم آن را تهدید کند و به عنوان رخدادی خطرناک برای اکوسیستم گیرنده بشمار آید که منجر به کاهش جمعیت ماهیان بومی به دلیل شکار، رقابت برای مواد غذایی و زیستگاه می‌شود (Simon and Townsend, 2003; Molineri, 2008). آبزی‌پروری بخصوص برای آزادماهیان و قزل‌آلا به عنوان یک گونه غیربومی (Keivany *et al.*, 2016) به طور فزاینده‌ای جایگاه مهمی در پرورش آبزیان بدست آورده است (Erguden *et al.*, 2010) و فرار آنها می‌تواند طی عملیات روزمره یا در نتیجه حوادث طبیعی رخ دهد.

اگرچه اطلاعاتی در مورد خصوصیات زیست شناختی گونه قزل‌آلای رنگین‌کمان از جمله ویژگی‌های تولیدمثلی، عادات غذایی و رشد در منابع آبی سایر کشورها و جود دارد، اما بسیاری از این خصوصیات برای این گونه در آبهای ایران ناشناخته و بیشتر در ارتباط با پرورش و تولید مثل این ماهی در شرایط اسارت است و اکثر مطالعات در ارتباط با پرورش و ایجاد راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری از آن می‌باشد. در ایران مطالعه جامعی در ارتباط با رفتار این گونه در اکوسیستم‌های طبیعی وجود ندارد. در آمریکا Angradi و Griffith (۱۹۹۰) رژیم غذایی و انتخاب غذا را توسط قزل‌آلای رنگین کمان بررسی کردند. در نروژ Sægrov و همکاران (۱۹۹۶) تولیدمثل طبیعی قزل‌آلای رنگین‌کمان مهاجر را مطالعه کردند. در هاوایی Kido و همکاران (۱۹۹۹) به مطالعه این ماهی در جویبارها پرداختند و با توجه به غیربومی بودن آن نتیجه گرفتند که این گونه می‌تواند خطر جدی برای موجودات و ماهیان بومی بر اثر شکار و رقابت غذایی و زیستگاه باشد. در ژاپن Kitano (۲۰۰۴) اثر اکولوژیک آزادماهیان بر آب‌های داخلی را بررسی نمود و اظهار داشت، این ماهیان اثرات قابل توجهی بر ماهیان و موجودات آبزی از جمله کاهش جمعیت ماهیان بومی، رقابت و احتمال ایجاد جمعیت‌های هیبریدی با آزادماهیان بومی دارند. در ایتالیا Oscoz و همکاران (۲۰۰۵) ترکیب رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را مورد بررسی قرار دادند. Rikardsen و Sandring (۲۰۰۶) تغذیه و انتخاب اندازه غذا را در ماهیان فراری از مزارع پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار دادند. در آرژانتین Molineri (۲۰۰۸) اثر این ماهی را به عنوان یک گونه مهاجم بر بی‌مهرگان آبزی در جویبارهای شمال غرب آرژانتین بررسی نمود. Arismendi و همکاران (۲۰۰۹) در شمال دریاچه پاتاگونیا به مطالعه تهاجم آزادماهیان و کاهش ماهی‌های بومی آن پرداختند. در ترکیه Erguden و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی رفتار غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان رها شده از قفس‌های پرورشی پرداختند. در رومانی Cocan و همکاران (۲۰۱۰) عملکرد باروری و مولد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان را مورد مطالعه قرار دادند. از مطالعات انجام شده در ایران می توان به Shafaieipour و Gorjipour (۲۰۰۴) و Aalipour و همکاران (۲۰۱۹) اشاره کرد.

هدف از این مطالعه دستیابی به اطلاعات تولیدمثلی این ماهی در محیط‌های طبیعی می‌باشد. بدین منظور، عادات تولیدمثلی مانند هم‌آوری مطلق و نسبی و همبستگی آن با طول، وزن، و سن، رسیدگی جنسی و زمان تولید مثل با استفاده از اندازه‌گیری شاخص گنادی (GSI) مورد بررسی قرار گرفت. از این اطلاعات می‌توان برای بررسی جایگاه و نقش این گونه در اکوسیستم‌های طبیعی و خسارات یا منافع احتمالی آن در این اکوسیستم‌ها استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری در محل پل بهشت‌آباد به صورت ماهانه از فروردین لغایت اسفند ۱۳۹۲ با استفاده از تور پرتابی با چشمه ۴ سانتی‌متر، تور گوشگیر با چشمه‌های ۶-۲سانتی‌متر، تور پره و تورهای محلی انجام گرفت. نمونه‌های صید شده با یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب از قبیل دما (سانتی‌گراد)، pH، EC (µs/cm) و TDS (mg/L) نیز با استفاده از مولتی‌متر (مدل HANNA HI 98129) اندازه‌گیری شد. درآزمایشگاه ابتدا زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل اندازه‌گیری طول کل، طول استاندارد، طول چنگالی و وزن و ارتفاع

بدن بود، انجام شد. طول نمونه‌ها بوسیله کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن آنها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. تعیین جنسیت نمونه‌ها به صورت ماکروسکپی انجام شد. برای تعیین سن ماهیان تعدادی فلس از بین باله پشتی و بالای خط جانبی جدا شده و پس از حذف لایه‌های اضافی توسط الکل و آب جوش در زیر میکروسکوپ تعیین سن شدند. برای اعتبارسنجی داده‌های حاصل از تعیین سن، فلس‌ها توسط دو نفر تعیین سن شدند (Biswas, 1993).

پس از توزین وزن کل ماهی و وزن دقیق گنادها، نسبت وزن گناد به وزن ماهی محاسبه شد. این شاخص برای ماهیان نر و ماده در هر ماه به صورت جداگانه از رابطه ذیل محاسبه شد (Biswas, 1993).

$$GSI = \frac{W_G}{W_t} \times 100$$

W_G= وزن گناد ، W_t= وزن کل ماهی

هم‌آوری مطلق به روش زیرنمونه وزنی تخمین زده شد (Bagenal and Tesch, 1978). تخمدان ماهیان پس از وزن کردن جهت آزاد شدن تخمک‌ها در محلول گیلسون (۴ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال، ۱۷ میلی‌لیتراسیدنیتریک ۸۰ درصد، ۷۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد، ۲۰ گرم کلرید جیوه و ۹۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) قرار داده شد تا توده تخم‌های نرسیده و بافت‌های پیوندی از تخمدان جدا شدند. بعد از تمیز و خشک کردن، سه زیرنمونه از هر تخمدان، هر یک به وزن ۰/۱ گرم برداشته و تعداد تخمک‌ها در هر زیرنمونه شمارش شد. میانگین تخمک‌های موجود در هر زیرنمونه محاسبه شده و سپس هم‌آوری مطلق هر یک از ماهیانی که در مرحله قادر به تخم‌ریزی بودند، با استفاده از فرمول ذیل محاسبه شد:

$$F=nG/g$$

F: هم‌آوری مطلق، n: تعداد تخم‌های زیرنمونه، G: وزن تخمدان و g: وزن زیر نمونه

برای مطالعه قطر تخمک‌ها از روش زیرنمونه‌گیری از جلو، وسط و انتهای تخمدان استفاده شد. زیرنمونه‌های تصادفی را از تخمدان ماهیان هر ماه گرفته شده و قطر آنها با لنز مدرج اندازه‌گیری شد (Biswas, 1993; Asadollah *et al.*, 2011).

اطلاعات بدست آمده با استفاده از روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک تجزیه و تحلیل گردید. گروه‌های طولی به کمک آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و تست توکی انجام شد. برای مشخص کردن وجود یا عدم وجود تفاوت آماری برای نسبت جنسی از نسبت ۱:۱ از آزمون کای مربع استفاده شد. وجود یا عدم وجود تفاوت در میانگین طول گروه‌های سنی مختلف و همچنین میانگین وزن در گروه‌های سنی، به کمک آزمون t مستقل صورت گرفت. به منظور بررسی و مقایسه شاخص‌هایی نظیر GSI و قطر تخمک از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج در سطح احتمال ۹۵٪ با یکدیگر مقایسه شدند. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 17 و Excel 2007 انجام شد.

نتایج

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه بهشت‌آباد طی ۱۲ ماه نمونه‌برداری در جدول ۱ ارائه شده است. تغییرات دمای آب طی یک سال از ۱۹/۷-۳/۲ سانتی‌گراد متغیر بود. در مجموع ۳۵۵ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با دامنه طول کل ۴۰۳-۸۲ میلی‌متر (۶۰/۳±۲۴۱/۹) و دامنه وزنی ۷۷۲-۵/۹۷ گرم (۱۴۹/۱±۱۹۲/۹)، در طول یکسال از فروردین ۹۲ لغایت اسفند ۹۲ شامل ۱۵۰ قطعه ماهی ماده، ۱۲۹ قطعه ماهی نر، ۲۰ قطعه ماهی ماده نابالغ و ۵۶ قطعه با جنسیت نامشخص جمع‌آوری شد (جدول ۲). فراوانی ماهیان در ماه‌های مختلف در شکل ۱ ارائه شده است. بیشترین فراوانی در ماهیان نر و ماده در گروه طولی ۲۰/۶-۲۵/۵ سانتی‌متر بود.

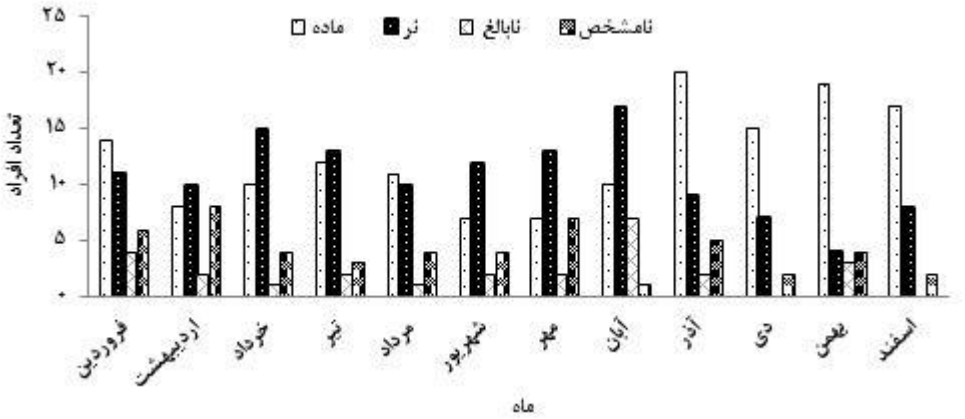
دامنه طول کل برای ماهیان ماده برابر ۴۰/۲-۱۷/۱ سانتی‌متر (۴/۵۴±۲۶/۰۵) و برای ماهیان نر از ۴۰/۳-۱۵/۵ سانتی‌متر (۵/۹۳±۲۴/۹) تعیین شد. همچنین وزن ماهیان ماده برابر ۷۷۲-۵۶ گرم (۱۳۸/۳۵±۲۱۸/۴۴) و وزن ماهیان نر ۷۳۸-۳۵ گرم (۱۶۳/۶۱±۲۱۴/۹۸) اندازه‌گیری شد. نتایج مربوط به فاکتورهای طول و وزن به تفکیک ماه در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین گروه سنی برای جنس ماده (بالغ و نابالغ) $^{+}$۵-$^{+}$۱ سال و برای جنس نر $^{+}$۴-$^{+}$۱ سال بدست آمد.

جدول ۱: فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال‌وبختیاری
Table 1: Physico-chemical properties of water in Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province

عنوان	میانگین(± انحراف معیار)	دامنه
دمای آب (°C)	۱۲/۴۷±۴/۸	۳/۲ - ۱۹/۷
pH	۸/۶±۰/۳۷	۷/۹ – ۹/۴
(µs/cm) EC	۶۵۱/۵±۱۴۹/۵	۴۷۲ - ۹۸۲
(mg/L)TDS	۳۸۲/۴±۱۸۳/۲	۲۵۱ - ۹۴۱

جدول ۲. نمونه‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری
Table 2: Number of fish caught in different seasons from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province

فصل	ماده	نر	نابالغ	نامشخص	کل
بهار	۳۲	۳۶	۷	۱۸	۹۳
تابستان	۳۰	۳۵	۵	۱۱	۸۱
پاییز	۳۷	۳۹	۵	۱۹	۱۰۰
زمستان	۵۱	۱۹	۳	۸	۸۱
کل	۱۵۰	۱۲۹	۲۰	۵۶	۳۵۵



شکل ۱: تعداد نمونه‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان در ماه‌های مورد بررسی،جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری
Figure 1: Number of fish caught in different months from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province

گروه سنی $^{+}۲$ برای جنس ماده و $^{+}۱$ برای جنس نر بیشترین فراوانی را در بین سنین مختلف داشتند.

از ۳۵۵ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان صید شده در طول یکسال، ۱۵۰ قطعه ماهی ماده، ۱۲۹ قطعه ماهی نر، ۲۰ قطعه ماهی ماده نابالغ و ۵۶ قطعه با جنسیت نامشخص شناسایی شد (جداول ۲ الی ۴). دامنه طولی ماهیان بالغ در جنس نر ۴۰۳-۱۵۵ (۲۴۹/۰۵±۵۹/۳۲) میلی‌متر و دامنه وزنی آنها ۷۳۸-۳۵ (۲۶۷/۰۹±۱۶۳/۶۱) گرم و در ماهیان ماده دامنه طولی۴۰۲-۲۰۰/۵ (۲۱۴/۹۸±۴۳/۲۱) میلی‌متر و دامنه وزنی ۷۷۲-۸۶ (۲۳۲/۴۲±۱۴۰/۲۵) گرم بدست آمد. سن ماهیان ماده بالغ بر اساس مشاهدات ماکروسکوپی گنادها $^{+}۵$-$^{+}۲$ و ماهیان نر $^{+}۴$-$^{+}۱$ سال بدست آمد. نسبت جنسی نر به ماده برای ماهیان صید شده برابر ۱ به ۱/۳ بدست آمد که با استفاده از آزمون کای مربع در سطح ۵٪ معنی دار بود ($p<۰/۰۵$).

جدول ۳: طول کل، طول استاندارد و وزن قزل‌آلای رنگین‌کمان در ماه‌های مختلف، جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری

Table 3: Total llength, Standard length and weight of rainbow trout caugth in different months from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province

ماه	تعداد	طول کل(cm)			طول استاندارد(cm)			وزن(g)	
		حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین
فروردین	۳۵	۱۰/۳	۳۸/۸	۲۲/۱۶±۵/۰۳	۷/۹	۳۵/۶	۱۹/۵۷±۴/۷	۶۶۱	۱۴۲/۷±۱۱۲/۷
اردیبهشت	۲۸	۱۱/۷	۲۸/۵	۲۰/۷۴±۴/۴۱	۹/۴	۲۵/۵	۱۸/۳±۴/۲	۳۰۱	۱۱۴/۳±۷۵/۳
خرداد	۳۰	۸/۲	۳۵	۲۳/۴۸±۶/۲۵	۶/۱	۳۲/۵	۲۰/۹±۵/۹۷	۵۳۱	۱۸۷±۱۴۳
تیر	۳۰	۹/۱	۴۰/۳	۲۷/۳۳±۸/۳۶	۷/۲	۳۶/۵	۲۴/۴۷±۷/۹۳	۷۷۲	۲۹۸/۴±۲۲۷/۸
مرداد	۲۶	۹/۵	۳۶/۴	۲۵/۶۶±۷/۷۳	۷/۴	۳۳/۶	۲۲/۹۴±۷/۳۵	۶۰۴	۲۷۰/۷±۲۰۱/۸
شهریور	۲۵	۸/۶	۳۹/۱	۲۴/۴۳±۷/۰۱	۶/۵	۳۲/۷	۲۱/۲۸±۶/۰۵	۶۷۰	۲۱۲/۱±۱۸۰/۴
مهر	۲۹	۱۵/۸	۳۹/۴	۲۴/۵۲±۶/۱۸	۱۳/۴	۳۵/۹	۲۱/۹۲±۵/۸۸	۶۷۵	۲۰۹/۹±۱۴۵/۷
آبان	۳۵	۱۵/۵	۳۹/۸	۲۳/۰۷±۴/۹۲	۱۳/۲	۳۶	۲۰/۶۹±۴/۵	۶۹۵/۵	۱۴۴/۸±۱۲۶/۴
آذر	۳۶	۸/۴	۳۹/۷	۲۴/۹۳±۴/۴۵	۶/۱	۳۵/۸	۲۲/۲۷±۴/۲۵	۶۹۳/۲	۱۷۸/۱±۱۰۶/۷
دی	۲۴	۹/۴	۳۸/۴	۲۶/۲۵±۶/۱	۶/۹	۳۵/۲	۲۳/۵±۵/۸۷	۶۵۲/۲	۲۳۶/۶±۱۴۳/۲
بهمن	۳۰	۹/۷	۳۵	۲۴/۳۶±۵/۰۸	۷/۴	۳۰/۹	۲۱/۷۸±۴/۷۷	۵۵۵	۱۸۲/۲±۱۱۲/۵
اسفند	۲۷	۸/۷	۲۸/۴	۲۴/۱۲±۴/۲	۶/۳	۲۵/۴	۲۱/۵±۴/۱۲	۲۵۲	۱۷۳/۳±۵۹/۳

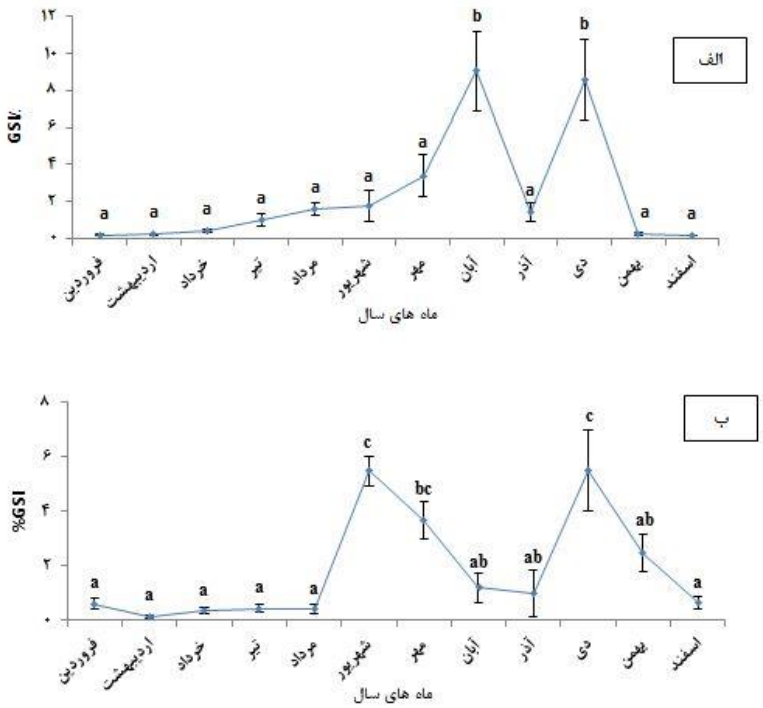
تغییرات ماهانه GSI طی یکسال برای جنس نر و ماده (شکل ۲) محاسبه شد. بیشترین میزان شاخص رسیدگی جنسی برای ماهیان ماده در ماه‌های آبان و دی بترتیب ۹/۱ و ۸/۵ بدست آمد که در هر دو ماه در مقایسه با سایر ماه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0/05$). مقدار شاخص رسیدگی جنسی برای ماهی نر در شهریور و دی در بالاترین سطح خود برابر ۵/۵ بدست آمد که در هر دو ماه با سایر ماه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0/05$)، همچنین مقدار این شاخص در مهرماه با سایر ماه ها اختلاف معنی‌داری داشت. بنابراین، تخم‌ریزی این ماهی بین ماه‌های شهریور لغایت بهمن رخ می‌دهد.

بیشینه قطر تخمک به ترتیب در ماه‌های آبان و دی معادل ۳/۱ و ۳/۵ میلی‌متر بدست آمد و کمینه آن با قطر ۰/۱۲۵میلی‌متر در فروردین ماه بدست آمد. کمینه، بیشینه و میانگین قطر تخمک برای تمام ماه‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. برای بررسی تغییرات ماهانه قطر تخمک فقط از تخمک‌های درشت در هر ماه استفاده شد. با توجه به مشاهده ماکروسکوپی وضعیت گنادها و قطر تخمک بدست آمده در ماه‌های مختلف، مراحل رشد گنادها تا حدودی مشخص شد. ماهیان نابالغ در تمام ماه‌های سال مشاهده شد. میزان هم‌آوری در ۲۳ ماهی ماده که قبل از زمان تخم‌ریزی (ماه‌های مهر لغایت بهمن ماه) صید شدند، محاسبه شد. هم‌آوری مطلق ۳۸۹۰-۶۸۰ (۱۷۰±۱۸۶۰) و هم‌آوری نسبی ۹۰۰۰-۱۹۰۰ (۳۶۰±۴۶۰۰) (تعداد تخم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) بود. همچنین ارتباط سن، وزن و طول کل بترتیب در شکل‌های ۳ الی ۵ نشان داده شده است.

برای مراحل بلوغ از کلید Brown-Peterson و همکاران (۲۰۱۱) که اخیراً مورد استفاده و استقبال محققان قرار گرفته است، پیروی شد (Abaszadeh *et al.*, 2013; Dopeikar *et al.*, 2015; Hamzeh *et al.*, 2017; Keivany *et al.*, 2017, 2018; Siami *et al.*, 2017;Ghafouri *et al.*, 2019).

مرحله نابالغ

ماهیانی هنوز قادر به تولید مثل نبوده و اندازه گنادها بسیار کوچک است. دیواره تخمدان‌ها نازک و فضای بین تخمک‌ها کم است. بیضه‌ها کوچک و نخ‌مانند هستند. در این مرحله گنادهای نر و ماده یک شکل بوده و تعیین جنسیت در این مرحله مشکل است. ماهیان نابالغ در تمام ماه‌ها قابل مشاهده بودند (شکل ۶الف).



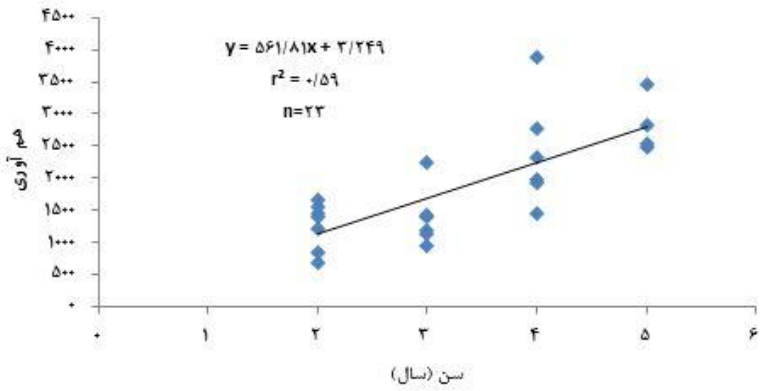
شکل ۲: تغییرات ماهانه شاخص گنادوسوماتیک در جنس ماده (الف) و در جنس نر (ب) قزل‌آلای رنگین‌کمان جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری. ماه‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنادار هستند

Figure 2: Monthly gonadosomatic index variation of A) females and B) males caught from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province. Similar letters indicate insignificant differences

جدول ۴: تغییرات ماهانه قطر تخمک در قزل آلای رنگین‌کمان جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری

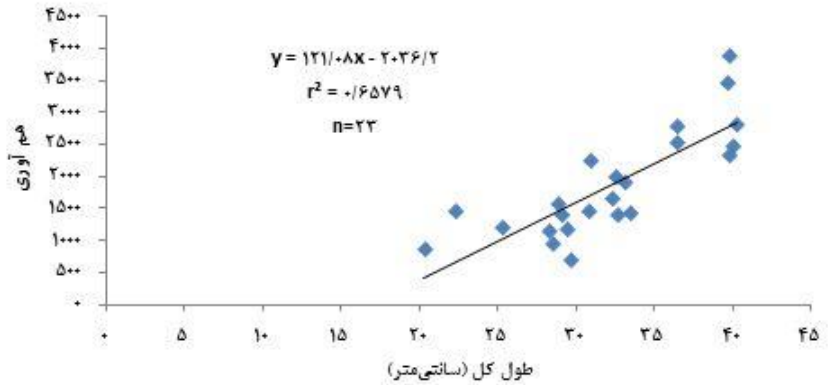
Table 4: Egg diameter variation of rainbow trout caught from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province

ماه‌های سال	تعداد تخمک	کمینه	بیشینه	میانگین (میلی‌متر)	مرحله تولید مثلی
فروردین	۱۲۰	۰/۱۲۵	۰/۳۷۵	۰/۲۵۳±۰/۰۷۳	احیاء
اردیبهشت	۱۰۸	۰/۱۵	۰/۴	۰/۲۶۱±۰/۰۶۲	احیاء
خرداد	۸۶	۰/۲۲۵	۱/۰۲	۰/۴۲±۰/۱۶۲	در حال توسعه
تیر	۸۰	۰/۳۷۵	۱/۳۲	۰/۷۲۱±۰/۲۶۴	در حال توسعه
مرداد	۷۶	۰/۴۷۵	۱/۵۵	۰/۹۴۷±۰/۳۱۷	در حال توسعه
شهریور	۸۴	۰/۳	۱/۷۵	۰/۸۸۶±۰/۴۴	در حال توسعه
مهر	۸۰	۰/۳۲۵	۱/۷۵	۰/۹۸۷±۰/۴۴۸	توسعه و قادر به تخم‌ریزی
آبان	۵۴	۱/۷۵	۳/۱	۲/۴۰۳±۰/۳۸۲	قادر به تخم‌ریزی
آذر	۹۶	۰/۶۲۵	۲/۴	۱/۵۵۶±۰/۵۲۱	قادر به تخم‌ریزی
دی	۸۵	۱/۷۵	۳/۵	۲/۷۹۶±۰/۵۹۳	قادر به تخم‌ریزی
بهمن	۱۱۲	۰/۲۲۵	۰/۹	۰/۴۹۷±۰/۱۹۲	بازگشت
اسفند	۱۲۳	۰/۲	۰/۵	۰/۳۵۳±۰/۱۰۱	بازگشت



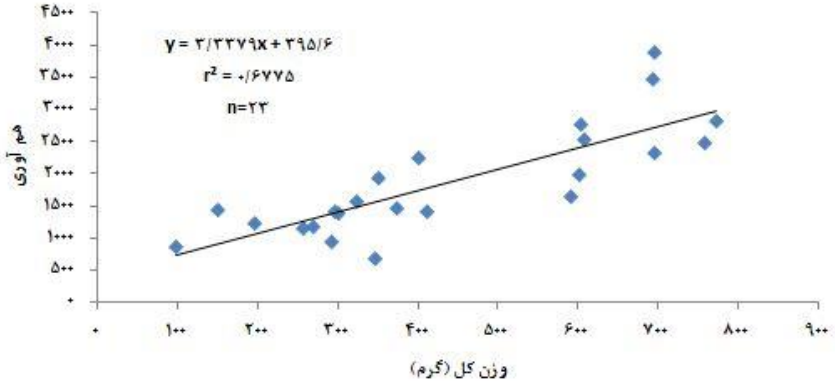
شکل ۳: رابطه بین هم‌آوری و سن در قزل‌آلای رنگین‌کمان جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری

Figure 3: Fecundity-age relationship in rainbow trout caught from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province



شکل ۴: رابطه بین هم‌آوری و طول کل در قزل‌آلای رنگین‌کمان جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری

Figure 4: Fecundity-total length relationship in rainbow trout caught from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province



شکل ۵: رابطه بین هم آوری و وزن کل در قزل‌آلای رنگین‌کمان جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری

Figure 5: Fecundity-total weight relationship in rainbow trout caught from Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari province

مرحله در حال تکامل

بیضه‌ها کوچک ولی به آسانی قابل مشاهده و تشخیص هستند. تخمدان‌ها مات، متمایل به قرمز با رگ‌های خونی هستند و حدود نیمی از حفره شکمی را اشغال می‌کنند. در این مرحله جنسیت ماهیان قابل تشخیص است. در این مرحله گامت‌ها رشد و توسعه پیدا کرده و تا فصل تولیدمثل ادامه می‌یابد (شکل ۶ب و ج).

مرحله در حال تخم‌ریزی (بلوغ نهایی)

در این مرحله تخمک و اسپرم با کمی فشار خارج می‌شوند. تخمدان‌ها بزرگ و توسعه یافته با رگ‌های خونی برجسته بوده و بیشتر تخم‌ها شفاف هستند. گنادها حدود دو سوم حفره شکمی را اشغال کرده و برای تخم ریزی آماده می‌شوند. این مرحله در ماه‌های شهریور لغایت اسفند مشاهده شد (شکل ۶د وهـ).

مرحله بازگشت (تخم‌ریزی کرده)

تخم و اسپرم تخلیه شده، گنادها کوچک و چروکیده و به شکل کیسه تخلیه شده در آمدند. در بیضه‌ها مقداری اسپرم دیده می‌شد ولی با فشار روی شکم خارج نمی‌شد. تخمدان‌ها چروکیده و شل شده و معمولاً حاوی چند تخمک ریز هستند. این مرحله در ماه‌های مهر لغایت اسفند مشاهده شد (شکل ۶و و ز).

شکل ۶: الف) گناد در مرحله نابالغ. تخمدان (ب) و بیضه (ج) مرحله در حال توسعه. تخمدان (د) و بیضه (هـ) مرحله بلوغ نهایی. تخمدان (و) و بیضه (ز) مرحله بازگشت در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جمع‌آوری شده از رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری

Figure 6: A) immature ovum, B) immature testis, C) developing ovum, D) deloping testis, E) matured ovum and F) testis, G) regression of ovum in rainbow trout

مرحله احیاء (بازسازی)

بیضه‌ها و تخمدان‌ها خالی و به رنگ قرمز بودند. تعدادی از تخم‌ها در وضعیت بازجذب قرار داشتند. تولیدات جنسی هنوز شروع به تکامل نکرده، گنادها خیلی کوچک و نخ مانند بوده و در تخمدان، تخمک‌های منفرد با ذره‌بین قابل مشاهده می‌باشد. در این مرحله جنسیت ماهیان قابل تشخیص است. ماهیان از لحاظ جنسی بالغ بوده ولی از لحاظ تولید مثل غیرفعال هستند. این مرحله در ماهیان بالغ دراواخر فصل زمستان، فصل بهار و ابتدای فصل تابستان قابل مشاهده است.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه رشد و تولیدمثل ماهی‌ها می‌تواند برای شناخت دقیق‌تر چرخه زندگی و ارزیابی آنها مؤثر باشد. اگرچه آبزی‌پروری متراکم آزادماهیان در آب‌های سراسر جهان صورت می‌گیرد، اما مطالعات منتشره در ارتباط با بقا و تولیدمثل موفقیت‌آمیز آزادماهیان رها شده به اکوسیستم‌های آب شیرین نسبتاً اندک است. حتی اگر ماهیان گریخته نتوانند به طور طبیعی جمعیت‌هایی با قابلیت تولید مثل ایجاد کنند، به دلیل ورود مداوم و مکرر آنها به اکوسیستم، می‌توانند اثرات ماندگاری ایجاد کنند (Arismendi *et al.*, 2009). سن ماهیان بررسی شده در این مطالعه $^{+}$۵-۰ سال محاسبه شده است که نشان دهنده استقرار این ماهی در رودخانه می‌باشد. نسبت جنسی ۱ نر: ۱/۳ماده بدست آمد. اختلاف در نسبت جنسی بدست آمده به عواملی از قبیل اختلافات داخل گونه‌ای در جمعیت‌های سازش یافته یک گونه به شرایط اکولوژیک متفاوت، تفاوت در زمان صید، ادوات صید، مکان صید، رشد متفاوت، اختلاف مرگ و میر در نرها و ماده‌ها، مهاجرت فرم‌های بالغ از منطقه، رفتار متفاوت میان جنس‌ها و صید آسان‌تر یک جنس نسبت به جنس دیگر، بستگی دارد (Qasim, 1966; Pitcher and Hart, 1982; Rajaguru, 1992; Keivany and Soofiani, 2004). اختلاف در نسبت جنسی می‌تواند به علت تغییر جنسیت با تجویز هورمون به همراه جیره غذایی در اوایل دوره تغذیه و برگرداندن تمایز جنسی ماهیانی که به نر تبدیل شده‌اند نیز باشد.

سن ماهیان ماده بالغ بر اساس مشاهدات ماکروسکوپی گنادها حداقل $^{+}$۲ و نرهای بالغ $^{+}$۱ سال بدست آمد. Kocabas و Aksu (۲۰۱۱) اولین سن بلوغ ماده‌ها را ۳ سال و نرها را ۲ سال گزارش کردند. همچنین کوچک‌ترین طول ماده در اولین رسیدگی جنسی را ۱۷/۵ سانتی‌متر و طول نر را ۱۱/۹ سانتی‌متر گزارش نمودند. به طور کلی، سن بلوغ در ماهیان با توجه به گونه، محل زندگی (دریاچه یا رودخانه) و فاکتورهای محیطی از قبیل دما، کیفیت و کمیت غذای قابل دسترس متفاوت است (Mills *et al.*, 1983).

با توجه به تغییرات ماهانه GSI طی یکسال مشخص شد که تخم‌ریزی این ماهی بین ماه‌های شهریور لغایت بهمن ماه رخ می‌دهد. بیشترین میزان شاخص رسیدگی جنسی برای ماهیان ماده در ماه‌های آبان و دی بدست آمد که در مقایسه با سایر ماه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت، همچنین کمترین میزان این شاخص در فروردین بود. این در حالی است که مقدار شاخص رسیدگی جنسی برای ماهی نر در شهریور و دی در بالاترین سطح خود بدست آمد که در هر دو ماه با سایر ماه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$) و کمترین میزان شاخص در اردیبهشت مشاهده شد. مقدار GSI در هر دو جنس دارای دو اوج است. این اوج‌ها در جنس ماده در آبان و دی رخ دادند و با یک افت شدید در ماه آذر از هم جدا شدند. همچنین اوج آبان بیشتر از دی‌ماه بود. فصل تخم‌ریزی نژادهای مختلف قزل‌آلا در نیمکره شمالی ممکن است در فاصله ماه‌های سپتامبر لغایت آوریل باشد و طی ماه‌های پاییز و زمستان لغایت ابتدای بهار ادامه یابد. در مطالعه Sægrov و همکاران (۱۹۹۶) بر تولید مثل قزل‌آلای رنگین‌کمان، شرایط آب و هوایی در طول تخم‌ریزی در ماه‌های آوریل لغایت می را حیاتی دانستند که با مطالعه حاضر مطابقت ندارد. در مطالعه Kocabas و Aksu (۲۰۱۱) میانگین شاخص GSI در ماده‌ها ۳/۲۷±۲/۳۶ و در نرها ۱/۱۱±۰/۵۹ بود. کمترین مقدار ماهانه این شاخص در ماده‌ها در آوریل و بیشترین آن در آغاز نوامبر بود. برای نرها کمترین مقدار در مارس و بیشترین آن در دسامبر بود و تخم‌ریزی این ماهی در نوامبر تا ژانویه اتفاق می‌افتد.

تمامی مطالعات مذکور دارای یک اوج در منحنی شاخص GSI خود بودند، اما در گونه‌های متعددی دو اوج تخمریزی دیده شده است (Schneider *et al.*, 2000; Abaszadeh *et al.*, 2013; Dopeikar *et al.*, 2015). در واقع، می‌توان گفت که ویژگی‌های تولید مثلی یک ماهی با توجه به نوع گونه و ویژگی‌های اکولوژیک اکوسیستم آبی در محیطی که گونه در آن ساکن است، متفاوت است و رسیدن به بلوغ و شروع تخم‌ریزی در زمان‌های متفاوت سود و نفعی را برای ماهی ایجاد می‌کند بخصوص برای گونه‌های ساکن محیط‌های نوسان‌دار مثل رودخانه‌ها و نهرها (Skryabin, 1991; Vinyoles *et al.*, 2010). احتمالاً وجود دو پیک مشاهده شده در شاخص GSI ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در رودخانه بهشت‌آباد به علت وجود شرایط نوسان‌دار از جمله کاهش و افزایش در دبی آب رودخانه به علت برداشت و رهاسازی آب کشاورزی و نوسانات دمایی باشد. از سوی دیگر، وجود نژادهای مختلف این ماهی و شرایط حاکم بر دوره تکثیر و تکثیر خارج از فصل را نیز می‌توان دلیل این امر ذکر کرد. اکثر تخم‌هایی که در اروپا یا آمریکای شمالی بدست می‌آیند، از مولدینی هستند که مخلوطی از ماهیان با تخم‌ریزی بهاره و ماهیان با تخم‌ریزی پاییزه می‌باشند (از تلقیح تخم یا اسپرم ماهیان بهاره با اسپرم یا تخم ماهیان پاییزه).

در تخمدان قزل‌آلای رنگین‌کمان دامنه تغییرات در قطر تخمک در رودخانه بهشت‌آباد در طول سال ۳/۵-۰/۱۲۵ میلی‌متر بود. بیشترین میانگین قطر تخمک در دی ماه با ۲/۷۹۶±۰/۵۹۳ و سپس در آبان ماه با ۲/۴۰۳±۰/۳۸۲ و کمترین میانگین قطر تخمک در فروردین با ۰/۲۵۳±۰/۰۷۳ میلی‌متر بود. Kocabas و Aksu (۲۰۱۱) دامنه میانگین قطر تخمک را ۰/۵۱-۰/۳۲ میلی‌متر (۰/۰۳±۰/۳۹) در گروه‌های سنی مختلف برآورد نمودند. Cocan و همکاران (۲۰۱۰) میانگین قطر تخمک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سن ۵-۳ سال را بترتیب ۰/۲۲±۳/۸، ۰/۳۲±۴/۴ و ۰/۴۶±۴/۸ عنوان کردند. قطر تخمک در زمان تخم‌ریزی در مطالعه حاضر بزرگ‌تر از مطالعه Kocabas و Aksu (۲۰۱۱) بوده و با میانگین قطر ماهیان ۳ سال در مطالعه Kocabas و Aksu (۲۰۱۱) مطابقت دارد. اندازه تخمک در میان گونه‌ها متفاوت است و در میان یک جمعیت نیز میانگین آن ممکن است سالانه و در مکان‌های مختلف تفاوت داشته باشد. همچنین درجه حرارت آب و مواد غذایی ذخیره شده در ماهی ماده، می‌تواند بر اندازه تخمک اثر داشته باشد که میزان این تأثیر نیز از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است (Keivany *et al.*, 2012; Keivany and Daneshvar, 2015; Siami *et al.*, 2017).

حداقل و حداکثر هم‌آوری مطلق، در ۲۳ قطعه ماهی در فصل تخم‌ریزی با دامنه طول کل ۲۰/۳-۴۰/۲ سانتی‌متر و دامنه وزن کل ۷۷۲-۹۸ گرم بترتیب برابر ۶۸۰ و ۳۸۹۰ با میانگین ۱۷۰SE±۱۸۶۰ به ازاء هر ماهی ماده برآورد شد. همچنین دامنه هم‌آوری نسبی ۹۰۰۰-۱۹۰۰ با میانگین ۳۶۰±۴۶۰۰ به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی ماده محاسبه شد. Cocan و همکاران (۲۰۱۰) هم‌آوری مطلق را درماهیان ۳ ساله ۶۹۹، ۴ ساله ۱۰۰۸ و در ماهیان ۵ ساله ۱۰۴۷ عدد و هم‌آوری نسبی را بترتیب ۱۴۸۵، ۱۶۶۱ و ۱۵۶۲ عدد به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی ماده عنوان کرد. میانگین هم‌آوری مطلق سالانه در یک جمعیت ممکن است، متفاوت باشد (Vinyoles *et al.*, 2010). همچنین درجمعیت‌هایی که در وضعیت‌های مختلف زندگی می‌کنند، تفاوت در هم آوری مشاهده می‌شود. تفاوت در میزان هم‌آوری به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی جمعیت‌های مختلف و تفاوت در عوامل محیطی مانند دسترسی به غذا، تراکم جمعیت و تغییرات درجه حرارت نیز می‌باشد. همبستگی هم‌آوری مطلق با وزن ماهی بیشتر از طول و سن برآورد شد. همبستگی مثبت هم‌آوری مطلق با طول و وزن ماهی نشان‌دهنده افزایش مقدار انرژی در دسترس برای تولید تخم و افزایش ظرفیت برای تخمک‌ها همراه با افزایش اندازه بدن یا افزایش انرژی اختصاص داده شده به تولیدمثل با افزایش بدن می‌باشد (Pajuelo and Lorenzo, 2003). در مجموع بنظر می‌رسد این ماهی توانسته است بخوبی با شرایط طبیعی رودخانه سازگار شود و جمعیت‌های تولیدمثل کننده تشکیل دهد.

منابع

Abaszadeh, A., Keivany, Y., Soofiani, N.M. and Falahatimarvast, A., 2013. Reproductive biology of the greater lizardfish, *Saurida tumbil* (Bloch, 1795), in Bushehr coastal waters of Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 37: 717-722. Doi:10.3906/zoo-1301-23.

Aalipour, M., Keivany, Y. and Ebrahimi, E., 2019. Feeding habits of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari Province. *Journal of Applied Biology*, 32(1): 76-97. Doi:10.22051/JAB.2019.4309.

Angradi, T.R. and Griffith, J.S., 1990. Diel feeding chronology and diet selection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Henry's Fork of the Snake River, Idaho. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(1): 199-209. Doi: 10.1139/f90-022.

Arismendi, I., Soto, D., Penaluna, B., Jara, C., Leal, C. and León- Muñoz, J.O.R.G.E., 2009. Aquaculture, non- native salmonid invasions and associated declines of native fishes in Northern Patagonian lakes. *Freshwater Biology*, 54(5): 1135-1147. Doi:10. 1111/j.1365-2427.2008.02157.x.

Asadollah, S., Soofiani, N.M., Keivany, Y. and Shadkhast, M., 2011. Reproduction of *Capoeta damascina*, a cyprinid fish, in Zayandeh-Rud River, central Iran. *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 1061-1066. Doi:10. 1111/j.1439-0426.2011.01758.x.

Bagenal, T. and Tesch, F., 1978. Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. F. Bagenal (Ed.). IBP Handbook 3, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 365 P.

Biswas, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology, South Asian Publishers. 157 P.

Brown-Peterson, N.J., Wyanski, D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J. and Lowerre-Barbieri, S.K., 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3: 52-70. Doi:10.1080/19425120.2011.555724.

Cocan, D., Zăhan, M., Mireşan, V., Constantinescu, R., Răducu, C., Neghela B. and Sărmaş, I., 2010. Studies on some productive and reproductive performance in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta fario*) at four years of age, from Fiad-Telcişor Salmonids complex, Bistriţa-Năsăud County. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 43(2): 19-23.

Dopeikar, H., Keivany, Y. and Shadkhast, M., 2015. Reproductive biology and gonad histology of the kura barbel, *Barbus lacerta* (Cyprinidae), in Bibi-Sayyedan River, Tigris basin, Iran. *North-Western Journal of Zoology*, 11: 163-170.

Erguden, S.A., Goksu, M.Z.L. and Çelikkol, Ç., 2010. Spring feeding habits by escaped cage rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in the Seyhan Dam Lake (Adana/Turkey). *Journal of Applied Biological Sciences*, 4(3): 7-10.

Ghafouri, Z., Keivany, Y. and Soofiani, N.M., 2019. Reproductive biology of *Aphanius isfahanensis* in the Zayandehrud River, central Iran. *Environmental Biology of Fishes*, 102(1): 19-25. Doi:10.1007/s10641-018-0833-0.

Hamzeh, S., Keivany, Y., Soofiani, N.M. and AeinJamshid, K., 2017. Reproductive Biology of Kingsoldier Bream (Argyrops spinifer) in the Persian Gulf. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 26(3): 91-104

Keivany, Y. and Soofiani, N.M., 2004. Contribution to the biology of Zagros tooth-carp, *Aphanius vladykovi*, in central Iran (Cyprinodontidae). *Environmental Biology of Fishes*, 71(2): 165-169. Doi:10.1007/s10641-004-0106-y.

Keivany, Y. and Daneshvar, E., 2015. Reproduction of an isolated Iranian cichlid, Iranocichla hormuzensis. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 13(2): 119-128.

Keivany, Y., Zare, P. and Kalteh, L., 2012. Age, growth and reproduction of the female kutum, *Rutilus kutum* (Kamensky, 1901) (Teleostei: Cyprinidae), in Gorgan-Rud estuary, northern Iran. *Research in Zoology*, 2(3): 7-14. Doi:10.5923/j.zoology.20120203.01.

Keivany, Y., Nasri, M., Abbasi, K. and Abdoli, A., 2016. Atlas of inland water fishes of Iran. Iran Department of Environment Press. 218 P.

Keivany, Y., Ghorbani, M. and Paykan-Heyrati, F., 2017. Reproductive biology of Mossul bleak (*Alburnus mossulensis*) in Bibi-Sayyedan River of Tigris basin in Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 15(2): 135-155.

Keivany, Y., Mortazavi, S. and Farhadian, O., 2018. Reproduction of King Nase (*Chondrostoma regium*) in Beheshtabad River of Chaharmahal & Bakhtiari. *Journal of Fisheries Sciences and Technology*, 7(2): 135-143.

Kido, M.H., Heacock, D.E. and Asquith, A., 1999. Alien rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Salmoniformes: Salmonidae) diet in Hawaiian streams. *Pacific Science*, 53(3): 242-251.

Kitano, S. 2004. Ecological impacts of rainbow, brown and brook trout in Japanese inland waters. *Global Environment Research*, 8(1): 41-50.

Kocabas, M. and Aksu, O., 2011. The reproduction traits of native brown trout. *Journal of* Animal *Veterinary Advances*, 10(13): 1632-1637.

Mills, C.A., Welton, J.S. and Rendle, E.L., 1983. The age growth and reproduction of the stone loach *Noemacheilus barbatulus* in a Dorset, England, UK Chalk stream. *Freshwater Biol*ogy, 13: 283–292. Doi: 10. 1111/j.1365-2427.1983.tb00678.x.

Molineri, C. 2008. Impact of rainbow trout on aquatic invertebrate communities in subtropical mountain streams of northwest Argentina. *Austral Ecology*, 18(1): 101-117.

Oscoz, J., Leunda, P.M., Campos, F., Escala, M.C., García-Fresca, C. and Miranda, R., 2005. Spring diet composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), in the Urederra River (Spain). *Annales de Limnologie International Journal of Limnology*, 41(1): 27-34. Doi:10.1051/limn/2005003.

Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M., 2003. The growth of the common two-banded seabream, *Diplodus vulgaris* (Teleostei, Sparidae), in Canarian waters, estimated by reading otoliths and by back-calculation.

Journal of Applied Ichthyology, 19: 79-83. Doi:10.1046/j.1439-0426.2003.00359.x.

Pitcher, T.J. and Hart, P.J.B., 1982. Fisheries Ecology. Published by The Avi Publishing Company, INC. 414 P.

Qasim, S.Z., 1966. Sex ratio in fish populations as a function of sexual differences and growth rate. *Current Science: India*, 35: 140-142.

Rajaguru, A., 1992. Biology of two co-occuring tongue fishes, *Cynoglossus arel* and *C. lida* (Pleuronectiformes: Cynoglossidae), from Indian waters. *Fishery Bulletin*, 90(2): 328- 367.

Rikardsen, A.H. and Sandring, S., 2006. Diet and size-selective feeding by escaped hatchery rainbow trout,*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Marine Science*, 63(3): 460-465. Doi:10.1016/j.icesjms.2005.07.014.

Sægrov, H., Hindar, K. and Urdal, K., 1996. Natural reproduction of anadromous rainbow trout in Norway. *Journal of Fish Biology*, 48(2): 292-294. Doi:10.1111/j.1095-8649.1996.tb01120.x.

Schneider, J.C., Laarman, P.W. and Gowing, H., 2000. Age and growth methods and state averages. Chapter 9 in Schneider, J.C. (Ed.). Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor.

Shafaieipour, A. and Gorjipour, E.A., 2004. Feeding regime of rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) in Khoramnaz and Beshar rivers. *Journal of Marine Sciences and Technology*, 3(4): 37-44.

Siami, M., Keivany, Y. and Farhadian, O., 2017. Reproductive characteristics of Siahmahi, *Capoeta damascina* (family Cyprinidae), in Beheshtabad River, Tigris basin. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences*, 22(1): 21-27.

Simon, K.S. and Townsend, C.R., 2003. Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organisation, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. *Freshwater Biology*, 48(6): 982-994. Doi:10.1046/j.1365-2427.2003.01069.x.

Skryabin, A.G., 1991. The biology of stone loach *Barbatula barbatulus* in the Rivers Goloustnaya and Olkha, East Siberia. *Fish Biol*. 42: 361–374. Doi:10. 1111/j.1095-8649.1993.tb00339.x.

Vinyoles, D., Sostoa, A., Franch, C., Maceda-Veiga, A., Casals, F. and Caiola, N., 2010. Life-history traits of the stone loach *Barbatula barbatula*. *Freshwater Biology*, 77: 20–32. Doi:10.1111/j.1095-8649. 2010. 02653.x

.

Studying some reproduction characteristics of rainbow trout in Beheshtabad River of Chaharmahal and Bakhtiari Province

Keivany Y.[1*]; Aalipour M.[1]; Ebrahimi E.[1]

[*]Keivany@cc.iut.ac.ir

1-Department of Natural Resources (Fisheries Division), Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran

Abstract

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is an exotic fish in the inland waters of Iran and little is known about this species in Iranian natural waters. In this study, some biological characteristics of rainbow trout such as GSI and absolute and relative fecundity were examined in 355 specimens collected monthly from Beheshtabad River of Chaharmahal and Bakhtiari Province during April 2013 to March 2014. Total length of females and males ranged from 17.1 to 40.2 cm (26.05±4.54 SD) and from 15.5 to 40.3 cm (24.9±5.93), respectively. The age of male and female rainbow trout ranged between 1^+ to 4^+ and 2^+ to 5^+ years, respectively. The most frequent age groups were 1^+ and 2^+ in males and females, respectively. Sex ratio was 1M:1.3F. Based on macroscopic gonad observation, maturation cycle consisted of five stages; immature, developing, spawning, regressing and regeneration phases. The gonadosomatic index indicated that reproduction of rainbow trout in the Beheshtabad River occurred in October and Junary for males and in September and Jaunary for the females, with the highest mean value of 3.28 and 4 in November and Jaunary for males and 4.22 and 3.48 in September and Jaunary for females. Oocyte diameters ranged from 0.125 to 3.5 mm. Absolute fecundity ranged between 680 and 3890 (1860±170) eggs. Relative fecundity ranged between 1900 and 9000 (4600±360) eggs/Kg body weight. It seems that this species has been able to adopt very well to the river conditions.

Keywords: Gonadosomatic index, Fecundity, Egg diameter, Reproduction, Salmonidae

[*]Corresponding author