



University of Tehran

Journal of Fisheries

Home Page: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-7809

Assessment of fecundity rates in *Alburnus sellal* and *A. atropatenae* and their relationships with length, weight and age in Tigris and Urmia Lake basins of Iran

Keivan Abbasi Ranjbar^{1*} | Zaniar Ghafouri² | Yaseman Sayyadoghli³

1. Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran. Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

2. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: zaniar.ghafouri@ut.ac.ir

3. Department of Marine Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran. Email: yasi.sayad@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 21 December 2025

Revised: 02 February 2026

Accepted: 07 February 2026

Published online: 20 February 2026

Keywords:

Freshwater fishes,
Iran,
River,
Reproduction,
Spawning.

ABSTRACT

Alburnus sellal and *A. atropatenae* belong to Leuciscidae family, and are found in southwestern and Urmia Lake basins of Iran, respectively. These fish have ecological and sport fishing values as well. The main purpose of this study was to investigate the relationship between the fecundity with length, weight and age in Gamasiab, Ghaleh-Chai and Mahabad-Chai Rivers. For this purpose, fish sampling was performed in 2008 and 2011 using electrofishing device and Cast-net. The results of the investigation on 47 spicemens of female *A. sellal* and 37 spicemens of *A. atropatenae* showed the total absolute fecundity (sum of large, medium and small eggs) in the *A. sellal*, is 1160-13021 (5571.7±3037.3, average±S.D) and for *A. atropatenae*, 1205-6588 (3113.2±1252). The total relative fecundity was estimated 125-507 (263.3±86.1) in *A. sellal* and 144-297 (197.8±41.1) in *A. atropatenae* per gram of body weight. The correlation (r^2) between total absolute fecundity and body weight, total length and age were determined 0.59, 0.67 and 0.45, respectively for *A. sellal* and 0.69, 0.72 and 0.47 respectively, for *A. atropatenae*. The average total absolute fecundity increased in relation to age, weight and length of females with significant difference ($P<0.05$). Also, the mean egg diameter of large batches in the ovaries of readily spawning specimens was determined 0.135±0.017 and 0.104±0.006 mm for *A. sellal* and *A. atropatenae*, respectively. In conclusion, it can be said that these two fish species are batch spawners and spawn 2-3 times during the breeding season.

Cite this article: Abbasi Ranjbar, K., Ghafouri, Z., Sayyadoghli, Y. (2026). Assessment of fecundity rates in *Alburnus sellal* and *A. atropatenae* and their relationships with length, weight and age in Tigris and Urmia Lake basins of Iran. *Journal of Fisheries*, 79 (1), 67-81. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.409897.1476>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.409897.1476>



دانشگاه تهران

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۷۸۰۹-۲۴۲۳

سایت نشریه: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

ارزیابی نرخ هم‌آوری در ماهیان *A. atropatenae* و *Alburnus sellal* و ارتباط آن با طول، وزن و سن ماهی در حوضه‌های تیگره و دریاچه ارومیه ایران

کیوان عباسی رنجبر^{۱*} | زانیار غفوری^۲ | یاسمن صیاداوغلی^۳

۱. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران. رایانامه: keyvan_abbasi@yahoo.com
۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: zaniar.ghafouri@ut.ac.ir
۳. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: yasi.sayad@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۰۱

کلیدواژه:

تولیدمثل،

تخم‌ریزی،

ماهیان آب شیرین،

رودخانه،

ایران.

A. atropatenae و *Alburnus sellal* متعلق به خانواده کپورماهیان سرمخروطی (Leuciscidae) هستند که در ایران به‌ترتیب در جنوب غرب و حوضه دریاچه ارومیه پراکنش دارند و از لحاظ اکولوژیک و صید تفریحی نیز اهمیت دارند. هدف اصلی این پژوهش، بررسی ارتباط هم‌آوری با طول، وزن و سن این ماهیان در رودخانه‌های گاماسیاب، قلعه‌چای و مهابادچای بود. بدین‌منظور نمونه‌برداری ماهی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ با استفاده از تور پرتابی و الکتروشوک صورت گرفت. نتایج بررسی بروی ۴۷ نمونه ماهی ماده *A. sellal* و ۳۷ نمونه ماهی ماده *A. atropatenae* نشان داد که هم‌آوری مطلق کل (مجموع تخمک‌های کوچک، متوسط و بزرگ در تخمدان) در ماهی *A. sellal* ۱۳۰۲۱-۱۱۶۰ ($5571/7 \pm 3037/3$) و در ماهی *A. atropatenae* ۶۵۸۸-۱۲۰۵ ($3113/2 \pm 1252$) عدد تخمک است. هم‌آوری نسبی کل در گونه *A. sellal* ۵۰۷-۱۲۵ ($263/3 \pm 86/1$) و در گونه *A. atropatenae* ۲۹۷-۱۴۴ ($197/8 \pm 41/1$) عدد در هر گرم وزن بدن محاسبه گردید. میزان همبستگی (r^2) بین هم‌آوری مطلق کل و وزن بدن، طول کل و سن در گونه *A. sellal* به‌ترتیب ۰/۵۹، ۰/۶۷ و ۰/۴۵ و در گونه *A. atropatenae* ۰/۶۹، ۰/۷۲ و ۰/۴۷ تعیین شد. میانگین هم‌آوری مطلق کل برحسب سن، وزن بدن و طول کل ماده‌ها در هر ۲ گونه با افزایش سن افزایش معنی‌دار نشان داد ($P < 0/05$). همچنین میانگین قطر تخمک‌های بزرگ در تخمدان ماهیان آماده تخم‌ریزی گونه‌های *A. sellal* و *A. atropatenae* به‌ترتیب $1/35 \pm 0/17$ و $1/04 \pm 0/06$ میلی‌متر تعیین شد. در یک نتیجه‌گیری می‌توان گفت که این ۲ گونه ماهی جزء ماهیان تخم‌ریز متناوب‌اند (batch spawner) و در فصل تولیدمثل، ۲-۳ بار تخم‌ریزی دارند.

استناد: عباسی رنجبر؛ کیوان، غفوری؛ زانیار، صیاداوغلی؛ یاسمن (۱۴۰۵). ارزیابی نرخ هم‌آوری در ماهیان *A. atropatenae* و *Alburnus sellal* و ارتباط آن با طول، وزن و سن ماهی در حوضه‌های تیگره و دریاچه ارومیه ایران. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۷۹ (۱)، ۶۷-۸۱.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.409897.1476>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.409897.1476>



۱. مقدمه

در آب‌های داخلی ایران حدود ۳۰۰ گونه ماهی از ۳۸ خانواده پراکنش دارد که ۱۰۴ گونه، بومزاد یا خاص ایران (endemic)، ۱۶۳ گونه بومی (native) و ۳۳ گونه نیز غیربومی محسوب می‌شوند و در بین خانواده‌های گزارش شده، کپورماهیان حقیقی (Cyprinidae)، رفتگرماهیان رودخانه‌ای (Nemacheilidae) و کپورماهیان سرمخروطی (Leuciscidae) به ترتیب با ۷۵، ۴۷ و ۴۴ گونه غالب‌اند (Sayyadzadeh and Esmaeili, 2024). جنس *Alburnus* متعلق به خانواده Leuciscidae دارای ۸ گونه در آب‌های ایران است، که این جنس در حوضه‌های دریای خزر، دریاچه ارومیه، زاینده‌رود، نمک و حوضه‌های تیگره، پرسیس، هرمزگان، کارون و غیره یافت می‌شود (Esmaeili et al., 2018; Sayyadzadeh and Esmaeili, 2024).

ماهی *Alburnus sellal* گونه بومی حوضه تیگره، زهره، پرسیس و هرمز در ایران (Keivany et al., 2016; Esmaeili et al., 2022; Eagderi et al., 2018) و همچنین حوضه‌های دجله، فرات و کشورهای همجوار جنوب و غرب ایران از جمله رودخانه Qweik ترکیه است (Çiçek et al., 2023; Eagderi et al., 2019; Froese and Pauly, 2025) و از نظر بوم‌شناسی و صید تفریحی اهمیت دارد (Ghafouri et al., 2021). این گونه در ۴۹ درصد رودخانه‌های حوضه گاماسیاب استان همدان وجود دارد، و از انواع حشرات آبزی، سخت‌پوستان، نرم‌تنان، کرم‌های کم‌تار و نیز گیاهان آبزی تغذیه می‌کند. طول کل آن حداکثر به ۱۹ سانتی‌متر و میانگین آن در نرها و ماده‌ها به ترتیب ۱۰/۸۱ و ۱۱/۸۵ سانتی‌متر گزارش شده است (Abbasi et al., 2015). گونه بومزاد *A. atropatenae* در قسمت‌های میانی رودخانه‌های آب شیرین با بستر قلوه‌سنگی اغلب رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه از جمله زرینه‌رود، صوفی‌چای، مهابادچای، گدارچای و تلخه‌رود پراکنش دارد و حداکثر طول آن ۲۱/۸ سانتی‌متر گزارش شده است (Keivany et al., 2016).

در بررسی تولیدمثل ماهیان از جمله ماهیان جنس *Alburnus*، فصل تخم‌ریزی، ساختار طولی، وزنی و سنی بالغین، طول و سن بلوغ جمعیت، صفات ثانویه جنسی، الگوی تخم‌ریزی، هم‌آوری، قطر تخمک و غیره مورد بررسی قرار گرفته است و این موضوع از نظر مدیریت شیلاتی و بوم‌شناختی در منابع آبی اهمیت زیادی دارد (Bagenal, 1978; Potts and Wootton, 1989; Biswas, 1993; Agarwal, 1999; Kant et al., 2016; Fasya and Mufidah, 2022; Rochmatin et al., 2019; Syarifudin et al., 2023). هم‌آوری یکی از شاخص‌های مهم تولیدمثل ماهیان است، در ماهیانی که فقط یک‌بار در طول حیات خود تخم‌ریزی می‌کنند (Semelparous)، تعیین هم‌آوری آنها مشخص و آسان است، اما در ماهیانی که در زمان‌های محدود (یکی دو ماه) یا وسیع (چند ماه تا کل سال) تخم‌ریزی می‌نمایند (Iteroparous)، هم‌آوری می‌تواند مشخص (determinate) یا نامشخص/مبهم (indeterminate) باشد، که با توجه به تعداد دسته‌های تخمک (مراحل رسیدگی مختلف) موجود در تخمدان خصوصاً تخمدان‌های مراحل پایانی فاز توسعه یا قادر به تخم‌ریزی، و تفاوت قطر تخمک دسته‌های تخمک قابل تشخیص است (Murua and Saborido, 2003; Rey, 2003; Alonso-Fernandez et al., 2008; Oliveira et al., 2010; Beer et al., 2013). برای ماهیان با هم‌آوری مشخص، هم‌آوری مطلق به صورت تعداد تخم‌های رسیده قبل از تخم‌ریزی تعریف شده است (Bagenal and Braum, 1968; Murua et al., 2003). برای ماهیان با هم‌آوری نامشخص یا مبهم، هم‌آوری مطلق کل یا سالانه بایستی از ترکیب هم‌آوری دسته (batch) تخمک آماده، کسر تخم‌ریزی یعنی فاصله زمانی ریختن ۲ دسته تخمک و نیز دوره تخم‌ریزی تعیین شود (Murua and Saborido, 2003; Rey, 2003; Beer et al., 2013).

بررسی سوابق مطالعاتی این ۲ گونه در ایران نشان داد که بررسی تولیدمثل گونه *A. sellal*، در رودخانه گاماسیاب استان کرمانشاه (Mousav-Sabet et al., 2017) و رودخانه بی‌بی‌سیدان استان اصفهان (Keivany et al., 2017) و مطالعه تولیدمثل گونه *A. atropatenae* نیز یک‌بار (Abbasi and Sarpanah, 2007) انجام شده است. تخم‌ریزی ماهی *A. sellal* طبق بررسی Mousavi-Sabet و همکاران (۲۰۱۷) در رودخانه گاماسیاب استان کرمانشاه از فروردین تا مرداد و طبق مطالعه Keivany و همکاران (۲۰۱۷) در رودخانه بی‌بی‌سیدان استان اصفهان از اسفند تا خرداد گزارش گردید. همچنین نتایج نشان داد که ماهی *A. sellal* از نظر نوع تخم‌ریزی، جزو ماهیان تخم‌ریز چندگانه گروهی همزمان (group synchronous multiple batch spawner) بوده و چندین اولاسیون را در یک دوره تخم‌ریزی دارد (Keivany et al., 2017) و تخم‌ریزی آن ۲-۳ بار در هر فصل تخم‌ریزی بسته به منطقه و از دمای

۱۵ درجه سانتی گراد به بالا صورت می گیرد (Yildirim et al., 2007). بررسی نشان داد که در رودخانه مهبادچای (Abbasi and Sarpanah, 2007)، ماده های ماهی *A. atropatenae* در سن ۲ سالگی بالغ شده و جمعیت اصلی بالغین را افراد ۳ و ۲ ساله تشکیل دادند، همچنین ماده ها دارای طول کل ۹۵ تا ۱۳۳ میلی متر و وزن بدن ۶/۵ تا ۲۳/۳ گرم بودند و تخمیزی آنها در فروردین تا مرداد و عمدتاً خرداد تعیین شد ولی طبق نظر Keivany و همکاران (۲۰۱۶) از اردیبهشت تا تیر ماه گزارش گردید. شاخص های رابطه طول-وزن برای تخمین زیست توده، درک چرخه زندگی، مطالعات و نرخ رشد، ذخایر ماهی، تکامل، تغییرات انتوژنی، حفاظت و ارزیابی ذخایر مورد استفاده قرار می گیرد (Froese, 2006; Mouludi-Saleh and Kievany, 2018; Seçer et al., 2021). بررسی ارتباط طول و وزن ماهیان مورد مطالعه قبلاً توسط Ebrahimi و Esmaeili (۲۰۰۶) و Mouludi-Saleh و همکاران (۲۰۲۱) در آب های کشور انجام شد است، اما در بررسی حاضر ماده های بالغ مورد مطالعه قرار گرفت. از آنجا که گونه های مورد بررسی، بومی و بومزاد کشور محسوب می شوند و از نظر زیست محیطی (حفظ تنوع ژنتیکی) و شیلاتی (بهره برداری)، ارزشمند هستند، بنابراین بررسی دقیق جنبه های مختلف زیستی به ویژه تولیدمثل آنها اهمیت زیادی دارد، که در این بررسی، هم آوری و ارتباط آن با طول، وزن بدن و سن این ۲ ماهی، مورد بررسی قرار گرفت.

۲. روش شناسی پژوهش

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

نمونه برداری گونه ماهی *Alburnus sellal* در رودخانه گاماسیاب محدوده نهانود تا فیروزان استان همدان از حوضه تیگره در قالب طرح شناسایی ماهیان بومی استان همدان در سال ۱۳۸۷ و گونه ماهی *A. atropatenae* در رودخانه های مهبادچای و قلعه چای حوضه دریاچه ارومیه در قالب طرح مطالعه پتانسیل شیلاتی دریاچه مخزنی سد قلعه چای آذربایجان شرقی در سال ۱۳۹۰ با استفاده از تور پرتابی و الکتروشوکر صورت گرفت و نمونه های مناسب برای تعیین هم آوری در ماه های اردیبهشت تا اوایل خرداد (به ندرت دی و اسفند) انتخاب شدند. سپس نمونه ها به صورت تازه و گاهی تثبیت شده در فرمالین ۱۰ درصد، به آزمایشگاه انتقال یافتند و در نهایت ۴۷ نمونه ماهی *A. sellal* و ۳۸ نمونه ماهی *A. atropatenae* برای تعیین هم آوری استفاده گردید.

۲-۲. مراحل آزمایشگاهی

در آزمایشگاه، طول کل ماهیان با دقت یک میلی متر و وزن بدن با دقت ۰/۱ گرم تعیین شد. سپس تعدادی فلس بین باله پشتی و خط جانبی برداشت و سن ماهیان تعیین گردید (Biswas, 1993). پس از آن، اقدام به کالبدشکافی ماهیان شد و تخمدان های اواسط تا اواخر فاز ۲ یا در حال توسعه (developing) و ابتدای فاز ۳ یا قادر به تخمیزی (spawning capable)، یعنی قبل از اوولاسیون تخمک ها از سیستم ۵ مرحله ای رسیدگی جنسی گناد (Brown-Peterson et al., 2011) با ترازوی دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید. حداقل ۵ روش وزنی، حجمی، ترکیب وزنی و شمارش اتوماتیک اجزاء، استریومتریک و هم آوری اتو-دیامتریک برای تعیین هم آوری ماهیان توسط منابع علمی (Simpson, 1951; Emerson et al., 1991; Biswas, 1993; Murua et al., 2003; Brown-Peterson et al., 2011) پیشنهاد شده که همانند اغلب منابع به دلیل استفاده آسان تر، کم هزینه تر و کم خطا تر، از روش وزنی استفاده شد.

بدین منظور، حدود ۰/۱ تا ۰/۲ گرم تخمک از ۳ قسمت اول، وسط و آخر تخمدان برداشت و مخلوط گردید و پس از توزین با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، در ظروف ۵۰ سی سی حاوی فرمالین ۵ درصد قرار گرفتند. سپس نمونه تخمک ها پس از چند هفته، در ظروف پتری ریخته شدند و شمارش آنها با استفاده از لوپ دوچشمی مدرج انجام شد. برای تعیین هم آوری مطلق، علاوه بر ماهیان مناسب صید شده در فصل تخمیزی (اردیبهشت و اوایل خرداد)، برای بالابردن تعداد نمونه گونه *A. sellal*، به ناچار از ماهیان صید دی و اسفند (تخمدان های در حال توسعه) نیز استفاده شد. در ماهیان ماده دو گونه *A. sellal* و *A. atropatenae* در فاز ۲ و ۳ رسیدگی جنسی سیستم ۵ فازی، چند دسته تخمک بزرگ (هیدراته و تخمک های در حال بلوغ)، متوسط (تخمک ویتلوژنر ۳ و ۲) و کوچک (تخمک ویتلوژنر ۱ و احتمالاً کورتیکال اولی)، علاوه بر آنها تخمک های اولیه (تخمک های با رشد اولیه PG و اووگونیا) مشاهده شد، که برای تعیین هم آوری، در اینجا دسته تخمک های بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب به عنوان دسته های

۱، ۲ و ۳ و مجموع آنها به عنوان هم‌آوری مطلق کل در نظر گرفته شدند.

شمارش دسته تخمک‌های بزرگ، متوسط و کوچک برای تعیین هم‌آوری مطلق سالانه، براساس مطالعات اخیر (Yildirim et al., 2017; Keivany et al., 2007) مشخص نمودند، که ماهی *A. sellal* جزو ماهیان تخم‌ریز متناوب است و چندین اولاسیون را در یک دوره تخم‌ریزی دارد و تخم‌ریزی آن ۲-۳ بار در هر فصل تخم‌ریزی صورت می‌گیرد. در سواحل جنوب شرقی آمریکا، عموماً تخم‌ریزی ماهیان چندین بار در دوره ۳-۴ ماهه صورت می‌گیرد (Waggy et al., 2006) که می‌تواند دفعات تخم‌ریزی را در یک دوره تخم‌ریزی ۳ تا ۵ ماهه تأیید نماید. همچنین طبق نظر منابع علمی (Murua et al., 2003; Brown-Peterson et al., 2011) هم‌آوری مطلق کل در ماهیان تخم‌ریز متناوب غیرهمزمان (asynchronous spawners) با هم‌آوری نامشخص (indeterminate)، در یک دوره تخم‌ریزی، که تخم‌ریزی آنها چندین بار در دوره تخم‌ریزی صورت می‌گیرد، از ضرب هم‌آوری دسته‌ای در تعداد دفعات تخم‌ریزی در آن فصل یا دوره به دست می‌آید که بایستی تعداد تخمک‌های ویتلوژن ۳ یا هیدراته هر دسته را تعیین نمود. طی بررسی حاضر و بررسی‌های دیگر (Abbasi and Sarpanah, 2007; Abbasi et al., 2015)، دوره تخم‌ریزی گونه *A. sellal* و *A. atropateneae* به ترتیب در اواخر فروردین تا اوایل تیرماه و اواخر فروردین تا اوایل مردادماه به مدت ۳-۴ ماه تعیین شد. از آنجا که دستجات تخمک‌های هیدراته، ویتلوژن ۳، ۲ و احتمالاً ویتلوژن ۱ در دوره تخم‌ریزی چندماهه این گونه‌ها، به فاصله ۳۰-۴۵ روز ریخته می‌شوند، در بیش از ۹۰ درصد افراد و در حین شمارش تخمک‌ها، ۳ دسته تخمک مشاهده شد، و نشان داده شد که فراوانی تخم‌ریزی ۳ بار است، در نتیجه هم‌آوری مطلق کل از طریق محاسبه تخمک‌های سه دسته، یعنی شمارش همزمان تخمک‌های دسته ۲ و ۳ با تخمک‌های دسته ۱ (بزرگ یا هیدراته) به دست آمد و ثبت گردید. پس از شمارش تخمک‌ها، اندازه‌گیری قطر ۵ عدد تخمک بزرگ، متوسط و کوچک (از هر کدام) به صورت تصادفی (West, 1990)، با آکولامتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر انجام شد.

جهت تعیین هم‌آوری مطلق از معادله $F = nG/g$ استفاده شد که در این معادله F : هم‌آوری مطلق، n : تعداد تخمک شمارش شده از هر دسته G ، g : وزن گناد، g : وزن نمونه تخمک و جهت تعیین هم‌آوری نسبی وزنی از فرمول $RW = F/TW$ و هم‌آوری نسبی طولی از فرمول $RL = F/TL$ استفاده شد که RW : هم‌آوری نسبی به وزن بدن، F : هم‌آوری مطلق، TW : وزن بدن (گرم) و TL : طول کل ماهی (سانتی‌متر) است (Biswas, 1993; Brown et al., 2003; Yoneda et al., 2013). تخمین هم‌آوری مطلق کل نیز از مجموع سه دسته تخمک بزرگ، متوسط و کوچک و هم‌آوری نسبی سالانه (کل) نیز از تقسیم مجموع سه دسته تخمک بزرگ، متوسط و کوچک به وزن بدن مطابق معادلات فوق انجام شد. جهت استفاده نتایج بررسی‌های حاضر و مقایسه آن با نتایج بررسی‌های قبلی که هم‌آوری مطلق را برحسب تخمک‌های بزرگ و نسبتاً بزرگ تعیین نموده‌اند، در این پژوهش پس از هم‌آوری مطلق کل یا سالانه، مقادیر هم‌آوری مطلق براساس تخمک‌های بزرگ و نسبتاً بزرگ (متوسط) نیز ارائه شد.

جهت بررسی ضرایب a و b حاصل از ارتباط طول-وزن و الگوی رشد از معادله $W = aTL^b$ استفاده شد که در آن W : وزن ماهی به گرم، TL : طول کل ماهی به سانتی‌متر، a : ضریب ثابت و b : شیب خط رگرسیون است (Froese et al., 2011). جهت تعیین الگوی رشد از معادله پائولی استفاده شد و با استفاده از آزمون t-student میزان b به دست آمده با b استاندارد ($b=3$) مقایسه و آزمون لازم جهت تعیین رشد وزنی ایزومتریک یا آلومتریک انجام شد (Pauly, 1984).

$$t = \frac{s.d(x)}{s.d(y)} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$$

در این فرمول، $s.d(x)$ انحراف معیار لگاریتم طبیعی $(\ln)$ طول بدن، $s.d(y)$ انحراف معیار لگاریتم طبیعی $(\ln)$ وزن بدن، n : تعداد آبری مورد بررسی و r^2 : ضریب تعیین می‌باشد. در صورتی که t محاسباتی بیش از t جدول باشد مقدار b حاصل مخالف با b استاندارد بوده و رشد آلومتریک را نشان می‌دهد.

۲-۳. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

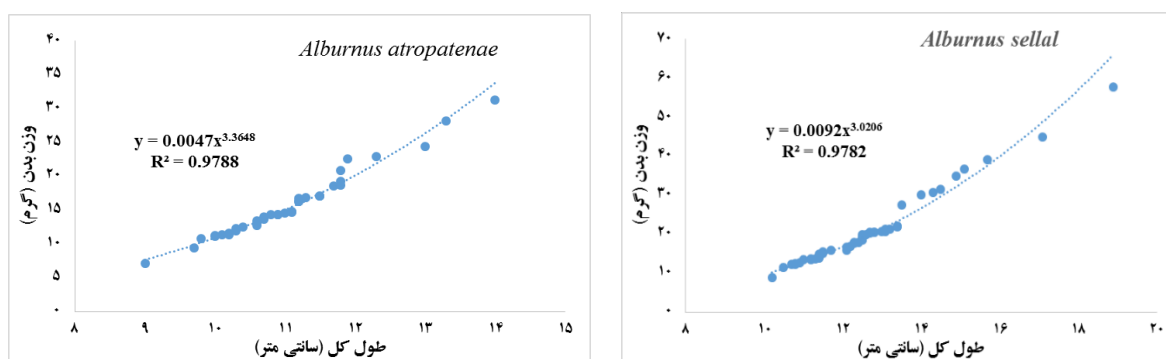
بررسی نرمال بودن داده‌های طول کل، وزن بدن، سن، هم‌آوری و قطر تخمک با آزمون Kolmogorov-Smirnov با نرم‌افزار

SPSS 16 صورت گرفت که به دلیل نرمال نبودن داده‌ها، تفاوت آماری با استفاده از آزمون کروسکال-والیس (Kruskal-Wallis) در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد و به دنبال آن از من-ویتنی یو (Mann-Whitney U) برای جداسازی گروه‌ها استفاده شد (Zar, 2010). برای محاسبه همبستگی بین عوامل مختلف مانند هم‌آوری با سن، طول و وزن بدن از آزمون همبستگی پیرسون و از رگرسیون نمایی یا خطی، برای نشان دادن نوع همبستگی بین عوامل استفاده شد (Zar, 2010; Beer et al., 2013).

۳. یافته‌های پژوهشی

ماهیان گونه *Alburnus sellal* مورد بررسی هم‌آوری (۴۷ نمونه) که به احتمال زیاد در مرحله دوم زرده‌سازی (اواسط فاز ۲ رسیدگی جنسی یا در حال توسعه گنادی مربوط به ماه‌های دی و اسفند) و رشد نهایی تخمک تا قبل از اوولاسیون (تخمک‌های هیدراته، اوایل فاز ۳ رسیدگی جنسی یا قادر به تخم‌ریزی و مربوط به اواخر اردیبهشت) قرار داشتند، دارای وزن بدن ۸/۹-۵۷/۷ با میانگین ۲۰/۹±۹/۴ گرم، طول کل ۱۰/۲-۱۸/۹ با میانگین ۱۲/۶۶±۱/۶ سانتی‌متر و سن ۲-۴ با میانگین ۲/۴۴±۰/۶۹ سال، وزن گناد ۱۰/۱۲-۱/۶۲ با میانگین ۳/۷۷±۲/۰۶ گرم و شاخص گنادی-بدنی (GSI) ۲۷/۹۹-۹/۳۳ با میانگین ۱۸/۰۰±۴/۵۶ درصد بودند. افراد گونه *A. atropatenae* (نمونه ۳۸) که در اردیبهشت و اوایل خرداد صید شدند، در مرحله سوم زرده‌سازی (ویتلوزنز ۳) و رشد نهایی تخمک تا قبل از اوولاسیون (یعنی تخمک‌های هیدراته) قرار داشتند، وزن بدن ۷/۱-۳۱/۳ با میانگین ۱۵/۷±۸/۱۵ گرم، طول کل ۹-۱۴ با میانگین ۱۱/۰±۱/۰ سانتی‌متر و سن ۲-۴ با میانگین ۲/۹۲±۰/۵۴ سال، وزن گناد ۰/۶-۶/۰۹ با میانگین ۲/۰۸±۱/۲۹ گرم و شاخص گنادی-بدنی (GSI) ۲۳/۹۰-۸/۰۰ با میانگین ۱۲/۷۰±۴/۴۸ درصد تعیین شد.

بررسی روابط طول-وزن در افراد ماده بالغ ۲ گونه *A. sellal* و *A. atropatenae* با دامنه و میانگین طول کل و وزن بدن ارائه شده در بالا، نشان داد که مقدار شاخص شیب خط یا ضریب رشد (b) به ترتیب ۳/۰۲۱ و ۳/۳۶۵، مقدار ضریب ثابت یا عرض از مبدا (a) به ترتیب ۰/۰۰۹۲ و ۰/۰۰۴۷، مقدار همبستگی (r^2) به ترتیب ۰/۹۷۸ و ۰/۹۷۹ بود (شکل ۱). همچنین الگوی رشد نیز برای ۲ گونه فوق به ترتیب ایزومتریک و آلومتریک تعیین گردید.

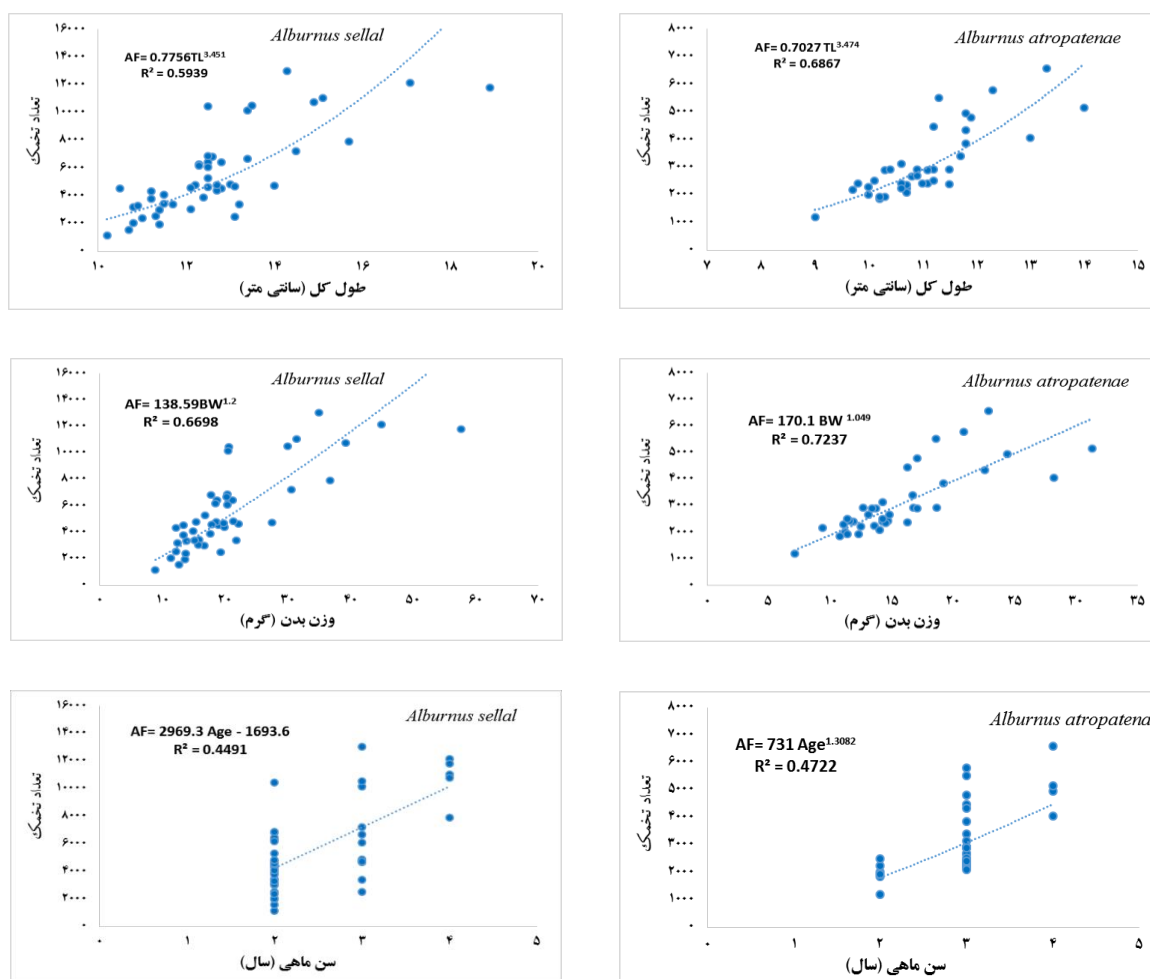


شکل ۱- نمودار رگرسیون طول-وزن در گونه‌های ماهیان *A. sellal* (راست) و *A. atropatenae* (چپ)

میزان هم‌آوری مطلق کل یا سالانه ماهی *A. sellal* ۱۳۰۲۱-۱۱۶۰ با میانگین ۵۵۷۱/۷±۳۰۳۷ عدد تخمک و در ماهی *A. atropatenae* ۶۵۸۸-۱۲۰۵ با میانگین ۳۱۱۳/۲±۱۲۵۲ عدد تخمک برآورد شد که بین دو گونه تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<0/05$). میزان هم‌آوری مطلق براساس مجموع تخمک‌های بزرگ و متوسط (هیدراته و ویتلوزنز ۳) نیز، در ماهی *A. sellal* ۱۱۳۶-۱۱۴۰۹ با میانگین ۴۳۶۳/۹±۲۴۴۵ عدد تخمک و در ماهی *A. atropatenae* ۴۶۸۷-۱۰۵۷ با میانگین ۲۲۷۷/۱±۹۰۴/۸ عدد تخمک تعیین شد که بین دو گونه تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<0/05$). هم‌آوری نسبی سالانه یا کل براساس وزن بدن در ماهی *A. sellal* ۵۰۶/۶-۱۲۴/۵ با میانگین ۲۶۳/۳±۸۶/۱ عدد تخمک و در ماهی *A. atropatenae* ۲۹۶/۸-۱۴۴/۱ با میانگین ۱۹۷/۸±۴۱/۱ عدد تخمک در هر گرم وزن بدن ماهیان ماده محاسبه گردید و بین دو گونه اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P<0/05$).

هم‌آوری نسبی براساس مجموع تخمک‌های بزرگ و متوسط در ماهی *A. sellal* ۳۳۴-۱۰۷ با میانگین $20.5/3 \pm 60/5$ عدد تخمک و در ماهی *A. atropatenae* ۲۲۶-۱۰۱ با میانگین $144/9 \pm 28/6$ عدد تخمک در هر گرم وزن بدن ماده‌ها محاسبه گردید و بین دو گونه اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). میزان همبستگی پیرسون (r) بین هم‌آوری مطلق با وزن بدن، طول کل و سن در ماهی *A. sellal* به ترتیب 0.594 ، 0.670 و 0.449 و در ماهی *A. atropatenae* به ترتیب 0.687 ، 0.723 و 0.472 تعیین شد (شکل ۲) که در هر سه مورد بیشتر از *A. sellal* بود.

بررسی روابط رگرسیونی هم‌آوری مطلق و نسبی در ارتباط با وزن بدن، طول کل و سن ماهیان نشان داد که بهترین برازش بین هم‌آوری مطلق کل یا سالانه (مجموع تعداد تخمک‌های بزرگ و نسبتاً بزرگ = متوسط (AF)) و وزن بدن (W)، پاور، بین هم‌آوری مطلق با طول کل بدن (TL) پاور و بین هم‌آوری مطلق با سن ماهی (Age) در ماهی *A. sellal* خطی و در ماهی *A. atropatenae* پاور بود.



شکل ۲- نمودار رگرسیون هم‌آوری مطلق با وزن بدن، طول کل و سن گونه‌های *A. atropatenae* و *A. sellal*

نتایج هم‌آوری مطلق کل (سالانه) در گروه‌های سنی در جدول ۱ ارائه شده است، میزان هم‌آوری مطلق سالانه در هر دو گونه در گروه سنی ۲ سال کمترین و در گروه سنی ۴ سال بیشترین مقدار بوده و با افزایش سن ماهی تعداد تخمک‌ها افزایش یافت. آزمون کروسکال-والیس نشان داد که در هر دو گونه ماهی *A. sellal* و *A. atropatenae* میانگین تعداد تخمک‌ها (هم‌آوری مطلق کل یا سالانه) در گروه‌های سنی مورد بررسی دارای تفاوت آماری بودند ($P < 0.05$) و من-ویتنی یو ۳ گروه متفاوت را نشان داد. میزان هم‌آوری مطلق برحسب مجموع تخمک‌های بزرگ و متوسط در گروه سنی ۲، ۳ و ۴ سال در گونه *A. sellal* به ترتیب

۱۱۳۶-۵۹۳۱ (۳۳۷۵±۱۳۲۴)، ۲۰۵۶-۹۹۵۴ (۵۰۴۱±۲۵۶۹) و ۱۱۴۰۹-۶۲۹۵ (۹۰۰۵±۱۸۲۱) عدد تخمک و در گونه *A. atropatenae* به ترتیب ۱۰۵۷-۱۷۵۵ (۱۵۱۱±۲۵۸/۷)، ۴۱۹۴-۱۴۸۶ (۲۲۵۴±۷۶۲) و ۴۶۸۷-۲۸۴۲ (۳۷۷۵±۷۵۵) عدد تخمک محاسبه شد که در گروه‌های سنی در هرگونه و بین ۲ گونه دارای تفاوت آماری بودند ($P < 0.05$).

جدول ۱- تغییرات هم‌آوری مطلق کل (سالانه) براساس سن در ماهیان *A. atropatenae* و *Alburnus sellal*

گونه ماهی	<i>A. sellal</i>				<i>A. atropatenae</i>			
سن (سال) / مقادیر	کمینه	بیشینه	میانگین	S.D	کمینه	بیشینه	میانگین	S.D
۲	۱۱۶۰	۱۰۴۳۶	۴۳۳۳/۵	۱۹۲۶/۰	۱۲۰۵	۲۵۰۵	۱۹۴۹/۴	۳۹۹/۲
۳	۲۵۱۳	۱۳۰۲۱	۶۷۱۵/۳	۳۲۶۸/۱	۲۰۹۶	۵۷۸۹	۳۱۰۷/۳	۱۰۲۰/۳
۴	۷۹۰۵	۱۲۱۴۰	۱۰۷۳۲/۵	۱۶۷۳/۹	۴۰۶۰	۶۵۸۸	۵۱۹۰/۴	۱۰۴۶/۴
کل	۱۱۶۰	۱۳۰۲۱	۵۵۷۱/۷	۳۰۳۷/۳	۱۲۰۵	۶۵۸۸	۳۱۱۳/۲	۱۲۵۲/۵

نتایج براساس گروه طولی نشان داد (جدول ۲) میزان هم‌آوری مطلق در ماهی *A. sellal* در گروه طولی زیر ۱۲ سانتی‌متر کم‌ترین مقدار و در گروه طولی بالای ۱۴ سانتی‌متر بیشترین مقدار بود (جدول ۲) و آزمون کروسکال-والیس نشان داد که تعداد تخمک‌ها در گروه‌های طولی دارای تفاوت آماری است ($P < 0.05$) و من-ویتنی یو ۳ گروه متفاوت را نشان داد. همچنین در ماهی *A. atropatenae* گروه طولی زیر ۱۰ سانتی‌متر کم‌ترین مقدار و در گروه طولی بزرگ‌تر از ۱۲ سانتی‌متر بیشترین مقدار هم‌آوری را داشت و آزمون کروسکال-والیس نشان داد میانگین تعداد تخمک‌ها در گروه‌های طولی دارای تفاوت آماری است ($P < 0.05$) و آزمون من-ویتنی یو ۳ گروه متفاوت را نشان داد. در هر ۲ گونه ماهی با افزایش طول ماهی، هم‌آوری مطلق کل (سالانه) افزایش نشان داد.

جدول ۲- تغییرات هم‌آوری مطلق کل (سالانه) بر اساس طول کل در ماهیان *A. atropatenae* و *Alburnus sellal*

<i>A. atropatenae</i>		ویژگی		<i>A. sellal</i>		ویژگی	
± میانگین S.D	بیشینه	کمینه	طول کل (سانتی متر)	± میانگین S.D	بیشینه	کمینه	طول کل (سانتی متر)
۲۰۱۹/۰±۴۷۹/۶	۲۴۱۴	۱۲۰۵	کوچکتر از ۱۰	۲۹۸۶/۶±۱۰۱۷/۲	۴۵۲۴	۱۱۶۰	کوچکتر از ۱۲
۲۹۸۶/۹±۹۷۰/۹	۵۵۲۰	۱۸۴۹	۱۰ تا ۱۲	۵۷۲۶/۰±۲۱۰۵/۷	۱۰۵۲۴	۲۵۱۳	۱۲ تا ۱۴
۵۳۹۷/۱±۱۰۶۷/۸	۶۵۸۸	۴۰۶۰	بزرگتر از ۱۲	۱۰۵۶۰/۱±۲۱۷۷/۷	۱۳۰۲۱	۷۲۳۷	بزرگتر از ۱۴

بررسی تغییرات میزان هم‌آوری براساس وزن ماده‌ها نشان داد (جدول ۳) که میزان هم‌آوری مطلق کل (سالانه) در ماهی *A. sellal* در گروه وزنی زیر ۲۰ گرم کمترین و در گروه وزنی بزرگ‌تر از ۳۰ گرم بیشترین مقدار بود (جدول ۳) و آزمون کروسکال-والیس نشان داد میانگین تعداد تخمک‌ها در گروه‌های وزنی دارای تفاوت آماری است ($P < 0.05$) و من-ویتنی یو ۳ گروه متفاوت را نشان داد. در ماهی *A. atropatenae* نیز در گروه وزنی کم‌تر از ۱۲ گرم کم‌ترین مقدار و در گروه وزنی بزرگ‌تر از ۱۸ گرم بیشترین مقدار هم‌آوری را داشت و آزمون کروسکال-والیس نشان داد که در این گونه نیز میانگین تعداد تخمک‌ها در گروه‌های وزنی دارای تفاوت آماری است ($P < 0.05$). در هر ۲ گونه ماهی، به تدریج با افزایش وزن بدن، هم‌آوری مطلق کل (سالانه) افزایش نشان داد.

جدول ۳- تغییرات هم‌آوری مطلق سالانه بر اساس وزن بدن در ماهیان *A. atropateneae* و *Alburnus sellal*

<i>A. atropateneae</i>				<i>A. sellal</i>			
ویژگی	کمین	بیشینه	S.D $\pm$ میانگین	ویژگی	کمین	بیشینه	S.D $\pm$ میانگین
وزن بدن (گرم)	۱۱۶۰	۶۸۴۵	۳۸۱۶/۲ $\pm$ ۱۴۳۹/۳	وزن بدن (گرم)	۱۲۰۵	۲۵۰۵	۲۰۸۸/۹ $\pm$ ۴۰۵/۲
کوچکتر از ۲۰	۳۴۱۶	۱۰۵۲۴	۶۷۵۸/۰ $\pm$ ۲۴۰۰/۸	کوچکتر از ۱۲	۱۹۲۶	۴۸۰۰	۲۸۱۵/۸ $\pm$ ۷۲۳/۲
۲۰ تا ۳۰	۷۲۳۷	۱۳۰۲۱	۱۰۵۶۰/۱ $\pm$ ۲۱۷۷/۷	۱۲ تا ۱۸	۲۹۲۴	۶۵۸۸	۴۷۹۸/۵ $\pm$ ۱۱۱۹/۳
بزرگتر از ۳۰				بزرگتر از ۱۸			

نتایج هم‌آوری نسبی کل (سالانه) براساس وزن بدن ماهیان در سنین مختلف در جدول ۴ ارائه شده است، میزان هم‌آوری نسبی در گونه *A. atropateneae* برای گروه سنی ۲ سال کمترین (۱۷۷/۷) و در گروه سنی ۳ سال بیشترین مقدار (۲۰۲/۷) بوده و به عبارتی با افزایش سن ماهی تعداد تخمک‌ها افزایش یافت و آزمون کروسکال-والیس نشان داد که در این گونه میانگین هم‌آوری نسبی در گروه‌های سنی دارای تفاوت آماری بود ($P < ۰/۰۵$) و من-ویتنی یو ۲ گروه متفاوت را نشان داد (۲ ساله و ۳-۴ ساله). در ماهی *A. sellal* در گروه سنی ۴ سال کمترین (۲۵۹/۸) و در گروه سنی ۳ بیشترین مقدار (۲۷۳/۱) را داشت و به‌طور کلی نظم خاصی با افزایش سن وجود نداشت که آزمون کروسکال-والیس نیز تفاوت آماری میانگین هم‌آوری نسبی را بین گروه‌های سنی نشان نداد ($P > ۰/۰۵$). میزان هم‌آوری نسبی برحسب تخمک‌های بزرگ و متوسط در گروه سنی ۲، ۳ و ۴ سال در گونه *A. sellal* به ترتیب ۱۱۰-۳۰۸ (۲۰۵ $\pm$ ۵۸/۶)، ۱۰۷-۳۳۴ (۲۰۲ $\pm$ ۷۵) و ۱۷۱-۲۸۳ (۲۱۶/۴ $\pm$ ۴۴/۸) عدد تخمک و در گونه *A. atropateneae* به ترتیب ۱۱۸-۱۵۵ (۱۳۹ $\pm$ ۱۴/۶)، ۱۰۹-۲۲۶ (۱۴۷ $\pm$ ۲۹/۹) و ۱۰۱-۱۹۲ (۱۴۵ $\pm$ ۴۲/۳) عدد تخمک برحسب وزن بدن ماده محاسبه شد که در گروه‌های سنی هرگونه و بین ۲ گونه دارای تفاوت آماری معنی‌دار بودند ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۴- تغییرات هم‌آوری نسبی بر اساس وزن بدن در سنین مختلف در ماهیان *A. atropateneae* و *Alburnus sellal*

<i>A. atropateneae</i>					<i>A. sellal</i>				
سن (سال) / عامل	تعداد	کمین	بیشینه	میانگین	S.D	تعداد	کمین	بیشینه	میانگین
۲	۳۱	۱۲۴/۵	۵۰۶/۶	۲۶۰/۵	۸۲/۹	۷	۱۵۶/۶	۲۱۹/۷	۱۷۷/۷
۳	۱۱	۱۳۰/۲	۴۹۴/۷	۲۷۳/۱	۱۰۸/۴	۲۷	۱۴۶/۴	۲۹۶/۸	۲۰۲/۷
۴	۵	۱۸۷/۷	۳۵۲/۰	۲۵۹/۸	۶۳/۳	۴	۱۴۴/۰	۲۸۷/۷	۱۹۹/۹
کل	۴۷	۱۲۴/۵	۵۰۶/۶	۲۶۳/۴	۸۶/۱	۳۸	۱۴۴/۰	۲۹۶/۸	۱۹۷/۸

نتایج نشان داد ماهیان گونه *A. sellal* دارای تخمدان‌های فاز رسیدگی جنسی ۲ یا ۳ از سیستم ۵ مرحله‌ای رسیدگی جنسی بوده و تخمدان اغلب نمونه‌ها دارای سه دسته تخمک (کوچک، متوسط و بزرگ) و به‌ندرت ۲ دسته تخمک بودند (شکل ۳) و قطر تخمک‌های کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۰/۲۰-۰/۳۵ (۰/۲۵ $\pm$ ۰/۰۴)، ۰/۵۰-۱/۲۵ (۰/۸۱ $\pm$ ۰/۱۴) و ۰/۷۰-۱/۸۵ (۱/۳۵ $\pm$ ۰/۱۷) میلی‌متر در این گونه تعیین گردید. همچنین ماهیان گونه *A. atropateneae* که دارای تخمدان‌های فاز رسیدگی جنسی ۲ یا ۳ بوده و تخمدان اغلب نمونه‌ها دارای سه دسته تخمک (کوچک، متوسط و بزرگ) و به‌ندرت ۲ دسته تخمک بودند (شکل ۳)، قطر تخمک‌های کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۰/۱۵-۰/۳۰ (میانگین ۰/۲۲ $\pm$ ۰/۰۴)، ۰/۴۰-۰/۹۵ (میانگین ۰/۶۰ $\pm$ ۰/۰۷) و ۰/۶۵-۱/۵۵ (میانگین ۱/۰۴ $\pm$ ۰/۰۶) میلی‌متر تعیین گردید. میانگین قطر تخمک‌های بزرگ در ماهیان نزدیک به (ویتلوزن ۳) یا آماده تخم‌ریزی (هیدراته) در گونه *A. sellal* ۱/۴۳ $\pm$ ۰/۱۷ میلی‌متر و در گونه *A. atropateneae* ۱/۳۰ $\pm$ ۰/۱۳ میلی‌متر تعیین شد که بین دو گونه اختلاف آماری وجود داشت ($P < ۰/۰۵$).



شکل ۳- تصاویر دستجات مختلف تخمک در ماهی ماده بالغ *Alburnus sellal* رودخانه گاماسیاب (راست) و تخمک‌های ماهی بالغ (وسط) و تخمدان در حال ریختن تخم در گونه *A. atropatenae* (چپ) در رودخانه قلعه‌چای (اعداد ۱، ۲ و ۳ بیانگر تخمک‌های بزرگ، متوسط و کوچک)

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

مطالعه زیست‌شناسی تولیدمثل ماهیان از جمله هم‌آوری می‌تواند برای شناخت دقیق‌تر چرخه زندگی و ارزیابی ذخایر آنها مؤثر باشد (Sparre et al., 1992). در ماهی‌ها، هم‌آوری افراد و تخمین کل بازده تولیدمثلی برای ارزیابی موفقیت تولیدمثلی و درک پویایی جمعیت بسیار مهم است (Burbank et al., 2024). با توجه به اهمیت دو گونه *A. sellal* و *A. atropatenae* که به ترتیب بومی و بومزاد ایران هستند، روابط طول-وزن و تغییرات هم‌آوری آنها در ارتباط با طول، وزن و سن افراد بررسی گردید.

طی بررسی حاضر در ماده‌های بالغ گونه *A. sellal* مقدار شاخص $b = 3/021$ ، مقدار همبستگی (r^2) $0/978$ و الگوی رشد ایزومتریک تعیین شد. قبلاً در این ماهی، مقدار $b = 3/020$ ، مقدار همبستگی (r^2) $0/992$ تعیین شد (Esmaeili and Ebrahimi, 2006) که خیلی نزدیک به نتایج حاضر است. همچنین در ماده‌های بالغ گونه *A. atropatenae* مقدار $b = 3/365$ ، مقدار همبستگی (r^2) $0/979$ و الگوی رشد آلومتریک مثبت به دست آمد. قبلاً نیز Mouludi-Saleh و همکاران (2021) در افراد این گونه، مقدار $b = 3/39$ ، مقدار همبستگی (r^2) $0/95$ و الگوی رشد آلومتریک مثبت گزارش کردند که مؤید نتایج بررسی حاضر است. به نظر می‌رسد مقدار بیشتر b در گونه *A. atropatenae* به دلیل بدن چاق‌تر و کیفیت تغذیه بهتر نسبت به گونه *A. sellal* باشد، علی‌رغم اینکه در گونه اخیر مقدار شاخص گنادی بدنی حدود $1/5$ برابر بود. منابع علمی (Pauly, 1984; Biswas, 1993; Froese, 2006; Froese et al., 2011; Mouludi-Saleh et al., 2021) به تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی زیادی از جمله مراحل توسعه گنادی، نسبت جنسی، اندازه بدن، بیماری‌ها، آلودگی‌ها، کیفیت غذایی، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی از جمله دمای آب روی مقدار b اشاره نموده‌اند.

در بررسی حاضر ۳ یا ۴ دسته تخمک (بزرگ، متوسط، کوچک (تخمک‌های ویتلوژن ۱ و کورتیکال آلویلی) و ریز= تخمک‌های رشد اولیه و اووگونیا) در ماهیان مورد بررسی هم‌آوری (مراحل ۲ و ۳ رسیدگی جنسی ۵ مرحله‌ای) مشاهده شد، بنابراین می‌توان این دو گونه را جزو ماهیان تخم‌ریز ناهمزمان (Asynchronous Iteroparous) دانست که در سال‌های بعد، دستجات ریز تخمک‌ها را برای بقای نسل خود می‌ریزند. از طرفی، با توجه به اینکه فصل تخم‌ریزی این ماهی‌ها محدود است و حدود ۳-۴ ماه طول می‌کشد، بنابراین جزو ماهیان تخم‌ریزی هستند که حداقل ۲ دسته تخم را در زمان محدودی (چندماه) می‌ریزند پس می‌تواند جزو ماهیان multiple batch spawner به حساب آیند.

در تخمدان گونه *A. sellal* در رودخانه بی‌بی‌سیدان از آذر تا اسفند قطر تخمک‌ها $0/1$ تا $1/0$ ، در فروردین تا تیر $0/2$ تا $2/0$ و در مرداد تا آذر $0/1$ تا $1/0$ میلی‌متر تعیین شد و میانگین آن از آذر ($0/572$ میلی‌متر) تا اردیبهشت ($0/952$ میلی‌متر) افزایش و سپس تا مرداد ($0/379$ میلی‌متر) کاهش و مجدداً تا آذرماه ($0/629$ میلی‌متر) افزایش یافت (Keivany et al., 2017) که نشان می‌دهد برخی تخمک‌های دسته ۲ (متوسط) و اغلب تخمک‌های دسته ۳ یا کوچک (احتمالاً کورتیکال آلویلی) باقی مانده و برای ریختن در فصل (سال) بعدی، به تدریج رشد و نمو می‌نمایند و یا در حال فرآیند آترزیا بوده‌اند و تخمک‌های ریزتر (دسته ۴) به تدریج رشد و نمو می‌نمایند. از این‌رو طی بررسی حاضر، هم مجموع دستجات تخمک (بزرگ، متوسط و کوچک) و هم مجموع تخمک‌های بزرگ و متوسط تخمدان‌های فاز در حال توسعه یا ابتدای فاز قادر به تخم‌ریزی برای تخمین هم‌آوری شمارش گردید که به ترتیب ۳ یا ۲ بار در طی فصل تخم‌ریزی، مبادرت به تخم‌ریزی می‌نمایند.

نتایج بررسی حاضر میزان هم‌آوری مطلق کل یا سالانه در دو گونه *A. sellal* و *A. atropateneae* به ترتیب ۱۳۰۲۱-۱۱۶۰ با میانگین ۵۵۷۱/۷ عدد تخمک و ۶۵۸۸-۱۲۰۵ با میانگین ۳۱۱۳/۲±۱۲۵۲ عدد تخمک و میانگین هم‌آوری مطلق براساس مجموع تخمک‌های بزرگ و متوسط (که قطعاً در فصل تخم‌ریزی ریخته می‌شوند) در دو گونه *A. sellal* و *A. atropateneae* به ترتیب حدود ۴۳۶۴ و ۲۲۷۷ عدد تخمک (هیدراته و ویتلوژنز ۳) تعیین شد که میانگین آن در گونه *A. sellal* حدود ۸۰ درصد بیشتر بود که با توجه به اندازه تقریباً ۲ برابری جثه گونه *A. sellal*، نیز قابل انتظار بود. میزان هم‌آوری مطلق (مجموع تخمک‌های رسیده) در گونه *A. mossulensis* (نام جدید *A. sellal*) در رودخانه بی‌بی‌سیدان ۱۰۳۱۶-۲۰۶۴ (میانگین ۵۵۰۵±۲۶۸۶) عدد تخمک (Keivany et al., 2017) و در رودخانه گاماسیاب ۵۷۲۰-۱۱۸ (میانگین ۱۰۲۵±۱۹۲۰) عدد تخمک (Mousavi-Sabet et al., 2017) تعیین شد که اولی تقریباً شبیه و دومی کمتر از میانگین بررسی حاضر است.

طی بررسی حاضر، میانگین هم‌آوری مطلق (تخمک‌های هیدراته و ویتلوژنز ۳) در گروه سنی ۲، ۳ و ۴ سال در گونه *A. sellal* به ترتیب ۳۳۷۵، ۵۰۴۱ و ۹۰۰۵ عدد و در گونه *A. atropateneae* به ترتیب ۱۵۱۱، ۲۲۵۴ و ۳۷۷۵ عدد تخمک محاسبه شد. پیش‌تر میانگین هم‌آوری مطلق در ماهی *A. sellal* در این سنین در رودخانه گاماسیاب به ترتیب ۱۳۷۲، ۲۱۹۰ و ۳۵۷۰ عدد تخمک (Mousavi-Sabet et al., 2017) و در رودخانه بی‌بی‌سیدان به ترتیب حدود ۲۵۰۰، ۴۸۰۰ و ۷۳۰۰ عدد تخمک (Keivany et al., 2017) گزارش شد که به ترتیب خیلی کمتر و کمتر از نتایج بررسی حاضر است. طی مطالعه حاضر میزان هم‌آوری مطلق این دو گونه ماهی علاوه بر سن، با افزایش طول و وزن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که چنین روندی در ایران روی گونه *A. sellal* نیز قبلاً (Keivany et al., 2017; Mousavi-Sabet et al., 2017) مشاهده گردید.

هم‌آوری ماهیان تحت تأثیر عوامل متعددی از قبیل گونه، سن، طول عمر، طول و وزن بدن، دفعات تخم‌ریزی، محافظت والدین، اندازه تخم، موقعیت جغرافیایی، تراکم جمعیت، باروری (fertility)، شرایط محیطی زیستگاه ماهی نظیر تغییرات دما، اکسیژن محلول و وجود مواد سمی مانند آمونیاک، همچنین میزان غذا و شرایط زیستگاه برای رشد تخم‌ها و رشد بچه‌ماهی‌ها قرار دارد (Unlu and Belci, 1993; Potts and Wootton, 1989; Agarwal, 1999; Beer et al., 2013; Rochmatin et al., 2019; Syarifudin et al., 2023; Lamadi et al., 2024). با افزایش سن و نیز اندازه بدن (طول و وزن) ماهی، هم‌آوری مطلق افزایش خواهد یافت (Kant et al., 2016; Fasya and Mufidah, 2022). طی بررسی ۱۷۷ گونه از ماهیان مشخص شد که در حدود ۷۹ درصد آنها، میزان هم‌آوری ارتباط پاور یا ناهمسان (hyperallometric) و در تعدادی از گونه‌ها نیز ارتباط همسان (isometric) بین هم‌آوری و وزن بدن وجود دارد و در مجموع، ماهیان بزرگتر به‌طور غیرمتناسبی، تخم‌های بیشتر، فرزندان بزرگ‌تر و احتمالاً باکیفیت تولید می‌کنند و نادیده گرفتن آنها در بازسازی ذخایر منجر به کاهش ذخایر آن گونه خواهد شد (Barneche et al., 2018).

طی بررسی حاضر، میزان هم‌آوری نسبی سالانه گونه *A. sellal* ۵۰۷-۱۲۵ با میانگین ۲۶۳/۴ عدد تخمک در گرم و در گونه *A. atropateneae* ۲۹۷-۱۴۴ با میانگین ۱۹۷/۸ عدد و میزان هم‌آوری نسبی (براساس تخمک‌های بزرگ و متوسط) در گونه *A. sellal* ۳۳۴-۱۰۷ با میانگین ۲۰۵/۳ عدد تخمک و در ماهی *A. atropateneae* ۲۲۶-۱۰۱ با میانگین ۱۴۴/۹ عدد تخمک در هر گرم وزن بدن ماهیان ماده محاسبه گردید. میانگین هم‌آوری نسبی در ماهی *A. sellal* در رودخانه گاماسیاب ۱۰۰±۹۴ عدد تخمک (Mousavi-Sabet et al., 2017) و در رودخانه بی‌بی‌سیدان ۲۰۰±۶۰ عدد تخمک در گرم وزن بدن (Keivany et al., 2017) گزارش شد که به ترتیب متفاوت و شبیه نتایج بررسی حاضر است. طی بررسی حاضر، میانگین هم‌آوری نسبی (براساس تخمک‌های بزرگ و متوسط) در گروه سنی ۲، ۳ و ۴ سال در گونه *A. sellal* به ترتیب ۲۰۵، ۲۰۲ و ۲۱۶/۴ و در گونه *A. atropateneae* به ترتیب ۱۳۹، ۱۴۷ و ۱۴۵ عدد تخمک برحسب وزن بدن ماده محاسبه شد. هم‌آوری نسبی ممکن است با افزایش سن و اندازه ماهی کاهش یابد (Mohamad et al., 2024). همبستگی (r) بین هم‌آوری مطلق سالانه با وزن بدن، طول کل و سن ماهی *A. sellal* به ترتیب ۰/۵۹۴، ۰/۶۷۰ و ۰/۴۴۹ تعیین شد که قبلاً در گاماسیاب به ترتیب ۰/۲۹۹، ۰/۳۰۰ و ۰/۳۹۶ (Mousavi-Sabet et al., 2017) و در رودخانه بی‌بی‌سیدان به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۲ و ۰/۷۸ (Keivany et al., 2017) گزارش شد که دلیل اصلی این تفاوت‌ها مشخص نشد اما می‌تواند به خطای بررسی‌کنندگان، سال مورد بررسی، تعداد نمونه مورد بررسی و شرایط غذایی محیط و عوامل دیگر مربوط باشد.

همچنین طی بررسی حاضر میزان همبستگی (r) بین هم‌آوری مطلق سالانه با وزن بدن، طول کل و سن ماهی *A. atropatenae* به ترتیب ۰/۶۸۷، ۰/۷۲۴ و ۰/۴۷۲ به دست آمد که مقدار کمتر آن با سن، می‌تواند به دلیل خطای احتمالی تعیین سن و احتمالاً تعداد نمونه کمتر سنین ۳ و ۴ سال باشد. بررسی حاضر نشان داد ماهیان گونه‌های *A. sellal* و *A. atropatenae* در تخمدان‌های فاز رسیدگی جنسی ۲ یا ۳ اغلب نمونه‌ها، سه دسته تخمک (کوچک، متوسط و بزرگ) و به ندرت ۲ دسته تخمک مشاهده شد که میانگین قطر تخمک‌های کوچک، متوسط و بزرگ در گونه *A. sellal* به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۸۱ و ۱/۳۵ میلی‌متر و در گونه *A. atropatenae* به ترتیب ۰/۲۲، ۰/۶۰ و ۱/۰۴ میلی‌متر تعیین گردید که نشانگر تخم‌ریزی متناوب هر دو گونه طی دوره تولیدمثلی ۳-۴ ماهه است. همچنین میانگین قطر تخمک‌های بزرگ در ماهیان نزدیک تخم‌ریزی در گونه *A. sellal* ۱/۴۳ و در گونه *A. atropatenae* ۱/۳۰ میلی‌متر تعیین شد که بیانگر ارتباط آنها با اندازه بدن این ۲ گونه و نیز شباهت به سایر گونه‌های این جنس و حتی کپورماهیان سرمخروطی دیگر (Keivany et al., 2016; Froese and Pauly, 2025) دارد. میانگین قطر ماهانه تخمک‌ها در گونه *A. sellal* در رودخانه گاماسیاب، ۰/۸۴-۰/۱۱ میلی‌متر (Mousavi-Sabet et al., 2017) و در رودخانه بی‌بی‌سیدان ۰/۹۵-۰/۳۸ و قطر انفرادی ۰/۱-۲/۰ میلی‌متر (Keivany et al., 2017) تعیین شد که به دلیل ماهانه‌بودن و نیز شامل شدن قطر همه تخمک‌ها، امکان مقایسه با بررسی حاضر را ندارد. پایان چرخه تولیدمثلی در ماهیان را، وجود آترزیا، فولیکول‌های پس اووله (POF) و تعداد اندکی تخمک‌های ویتلوژنز ۲ و ۳ (Vtg2, Vtg3) سالم که همان فاز رگرسپون (توقف تخم‌ریزی) است، مشخص می‌کند که نشان می‌دهد، درصدی از تخمک‌های مراحل مختلف در تخمدان باقی مانده و به تدریج دچار پس‌روی (آترزیا) یا جذب می‌شوند و در فاز بعدی، یعنی رویش جدید (regenerating phase) فقط اووگونیا و تخمک‌های اولیه (PG) و گاهی وجود مراحل آخر آترزیا مشاهده می‌گردند (Brown-Peterson et al., 2011)، همچنین در گونه‌های با هم‌آوری مشخص (تخم‌ریزی کل) و نامشخص (تخم‌ریزی کل و یا متناوب) تنها می‌توان هم‌آوری سالانه بالقوه و نه بالفعل آنها را تعیین کرد (Murua et al., 2003) بنابراین ممکن است ۹۰-۸۰ درصد تخمک‌های ماهیان از جمله این ۲ گونه، روی بسترهای مناسب ریخته شوند و بقیه در فاز توقف تخم‌ریزی جذب گردند و به عبارتی، میزان تخمین هم‌آوری، تنها می‌تواند تعداد تخمک‌های سالانه بالقوه را در تکثیر ماهیان نشان دهد.

۵. نتیجه‌گیری نهایی

در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که این ۲ گونه ماهی مربوط به جنس مرواریدماهی (*Alburnus*) در ایران، همانند تقریباً تمام گونه‌های این جنس، جزو دسته ماهیان تخم‌ریز متناوب چندبارراند (multiple batch spawner) و در فصل تولیدمثلی، که بسته به شرایط بوم‌شناسی رودخانه، پراکنش منطقه‌ای و تغییرات دبی آب تابع سال‌های تره سالی و خشکسالی‌ها، اواخر فروردین تا نهایتاً مردادماه است (Froese and Pauly, 2025; Keivany et al., 2016)، می‌توانند ۲-۳ بار در هر فصل تکثیر مبادرت به تخم‌ریزی نمایند. بنابراین، برای تعیین یا تخمین هم‌آوری مطلق آنها بایستی یکی دوماه تا اوایل فصل تخم‌ریزی، اقدام به تهیه نمونه‌های بالغ آماده یا نزدیک به آماده تخم‌ریزی و قبل از مشاهده تخمک‌های پس‌اووله (POF) نمود و تخمک‌های بزرگ و متوسط را به عنوان هم‌آوری مطلق شمارش نمود و برای تعیین هم‌آوری مطلق کل یا سالانه، تخمک‌های دسته ۳ یا کوچک (ویتلوژنز ۱ و ۲) را نیز شمارش کرد، زیرا ممکن است در برخی افراد، تا ۳ و حتی ۴ بار هم در فصل تخم‌ریزی، مبادرت به تکثیر نمایند. همچنین میزان هم‌آوری مطلق و قطر تخمک‌های آماده ریختن (هیدراته و اووله) آنها بستگی به اندازه جثه هر گونه از جنس *Alburnus* دارد. پیشنهاد می‌گردد که برای مطالعات تولیدمثلی و از جمله هم‌آوری از روش بافت‌شناسی تخمدان نیز خصوصاً در مواردی که ابهام وجود دارد، تا حد ممکن استفاده شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان گزارش نشده است.

References

- Abbasi, K., Sarpanah, A.N., Nikseresht, K., Sadeghinezhad, E., Abdoli A., 2015. Final report of identification of Hamadan province native fish species. Iranian fisheries Science research organization. Tehran, Iran. 127 p. (In Persian)
- Abbasi, K., Sarpanah, A.N., 2007. Studying some biological aspects of *Chalcalburnus atropatenae* in Mahabad-Chai River, Lake Urmia basin. Iranian Biology conference. Islamic Azad University branch Marand, Marand, Iran. p.84. (In Persian)
- Agarwal, B., 1999. Fishes Reproduction. Translated by: Kamali, I and Valinesab, T. 2004. Iranian fisheries research organization, Tehran, Iran. 258 p. (In Persian)
- Alonso-Fernández, A., Domínguez-Petit, R., Bao, M., Rivas, C., Saborido-Rey, F., 2008. Spawning pattern and reproductive strategy of female pouting *Trisopterus luscus* (Gadidae) on the Galician shelf of north-western Spain. *Aquatic Living Resources* 21, 383-393.
- Bagenal, T.B., Braum, E., 1968. Eggs and early life history in methods for assessment of fish production in freshwaters. Ed. W. E. Ricker. Blackwell Scientific. Oxford. IBP Handbook. No. 3, pp: 159-181.
- Bagenal, T.B., 1978. Aspects of fish fecundity In: S.D. Gerking (ed.) *Methods of Assessment of Ecology of Freshwater Fish Production*, Blackwell, Oxford. pp: 75-101.
- Barneche, D.R., Robertson, D.R., White, C.R., Marshall, D.J., 2018. Fish reproductive-energy output increases disproportionately with body size. *Science* 360(6389), 642-645.
- Biswas, S.P., 1993. *Manual of methods in fish biology*, South Asian publishers put Ltd. 36 Nejati Subhosh Mary. Daryagam, New Delhi, 110002. India. 157 p.
- Beer, N. A., Wing, S.R., Carbines, G., 2013. First estimates of batch fecundity for *Parapercis colias*, a commercially important temperate reef fish. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 47(4), 587-594.
- Brown, P., Sivakumaran, K.P., Stoessel, D., Giles, A., Green, C., Walker, T., 2003. *Carp Population Biology in Victoria*. Report 56, February. Marine and Freshwater Resources Institute, Department of Primary Industries, Snobs Creek. Victoria. 202 p.
- Brown-Peterson, N.J., Wyanski, D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J., Lowerre-Barbieri, S.K., 2011. A Standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 3, 52-70.
- Burbank, J., McDermid, J.L., Turcotte, François F., Sylvain, F.É., Rolland, N., 2024. Temporal declines in fecundity: A study of southern Gulf of St. Lawrence Atlantic herring (*Clupea harengus*) and implications for potential reproductive output. *Journal of Fish Biology* 105, 279-287. DOI: 10.1111/jfb.15784
- Çiçek, E., Jawad, J., Eagderi, S., Esmaeili, H.R., Mouludi-Saleh, A., Sungur, S., Fricke, R., 2023. Freshwater fishes of Iraq: a revised and updated annotated checklist—2023. *Zootaxa* 5357(1), 001-049. DOI: 10.11646/zootaxa.5357.1.1
- Eagderi, S., Mouludi-Saleh, A., Esmaeli, H.R., Sayyadzadeh, G., Nasri, M., 2022. Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of Zoology* Vol. 46(6); 500-522. DOI: 10.55730/1300-0179.3104
- Eagderi, S., Nikmehr, N., Freyhof, J., 2019. *Alburnus zagrosensis*, a junior synonym of *Alburnus sellal* (Teleostei: Leuciscidae). *Zootaxa* 4652(2), 367-374.
- Emerson, L.S., Greer Walker, M., Witthames, P.R., 1991. A steelological method for estimating fecundity. *Journal of Fish Biology* 36, 721-730.
- Esmaeili, H.R., Ebrahimi, M., 2006. Length–weight relationships of some freshwater fishes of Iran. *Journal of Applied Ichthyology* 22, 328-329. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00653.x
- Esmaeili, H.R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S., Abbasi, K., 2018 Checklist of freshwater fishes of Iran: *FishTaxa* 3(3), 1-95.
- Fasya, A. and Mufidah, F., 2022. The Effect of Parental Length and Weight on Fecundity of *Betta* sp. *Journal of Aquaculture Science* 7(2), 64-68.

- Froese, R., Pauly, D. Editors. 2025. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org , Version (10/2025).
- Froese, R., 2006. Cube law, condition factor and weight length relationships: history, metaanalysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22, 241-253. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x
- Froese, R., Tsikliras, A.C., Stergiou, K.I., 2011. Editorial note on weight-length relations of fishes. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* 41(4), 261-263. DOI: 10.3750/AIP2011.41.4.01
- Ghafouri, Z., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Poorbagher, H., 2021. Geometric morphometric as an effective method in describing morphological patterns, a case study of *Alburnus sellal* Heckel (1843) from sub-basins of little Zab and Sirvan rivers, Tigris basin. *Taxonomy and Biosystematics* 13(49), 1-10
- Kant, K., Gupta, K., Langer, S., 2016. Fecundity in fish *Puntius sophore* and relationship of fecundity with fish length, fish weight and ovary weight from Jammu water bodies J and K (India). *International Journal of Fisheries and Aquaculture Sciences* 6(2), 99-110.
- Keivany, Y., Nasri, M., Abbasi, K., Abdoli, A., 2016. Atlas book of fishes in inland water of Iran. Department of Environment Press, Tehran. 238 p. (In Persian)
- Keivany, Y., Ghorbani, M. and Paykan-Heyrati, F., 2017. Reproductive biology of Mossul bleak (*Alburnus mossulensis*) in Bibi-Sayyedeh River of Tigris basin in Iran. *Caspian Journal Environmental Sciences* 15(2), 135-155.
- Lamadi, A., Iranawati, F., Sriwidodo, M., Wiadnya, D.G.R., 2024. Reproductive Cycle, Size at Maturity and Fecundity of *Giuris margaritaceus* in Limboto Lake. *Journal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. DOI: 10.20473/jipk.v16i2.49345
- Mohamad, I., Bhat, F.A., Balkhi, M.H., Shah, T.H., Bhat, B.A., Wali, A., 2024. Assessment of Fecundity and Its Relation with Body Parameters of Common Carp, [*Cyprinus carpio* (var.) communis] in Dal Lake, Kashmir. *Agricultural Science Digest* 44(1), 180-183. DOI: 10.18805/ag.D-5344.
- Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Abbasi, K., Salavatian, S.M., 2021. Length-weight relationship and condition factor of ten cyprinid fish species from the Caspian Sea, Urmia Lake and Persian Gulf basins of Iran. *Journal of Fisheries* 9(1), 91401. DOI: 10.17017/j.fish.268
- Mouludi- Saleh, A., Keivany, Y., 2018. Length-weight and length-length relationships for three species of *Squalius* (Cyprinidae; Leuciscinae) from the Caspian Sea, Namak and Tigris basins of Iran. *Journal of Applied Ichthyology* 34(5), 1207-1209. DOI: 10.1111/jai.13737
- Mousavi-Sabet, H., Abdollahpour, S., Vatandoust, S., Faghani-Langroudi, H., Salehi-Farsani, A., Salehi, M., Khiabani, A., Habibi, A., Heidary, A., 2017. Reproductive biology of *Alburnus mossulensis* (Teleostei: Cyprinidae) in Gamasiab River, western Iran. *Iranian Journal of Ichthyology* 4(2), 171-180.
- Murua, H., Saborido-Rey, F., 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the north Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 33, 23-31.
- Murua, H., Krous, G., Saborido-Rey, F., Whittames, P.R., Thorsen, A. and Junquera, S., 2003. Procedures to estimate fecundity in marine fish species in relation to their reproductive strategy. *Journal of southwest Atlantic Fisheries Science* 33, 33-54.
- Oliveira, C.L.C., Fialho, C.B., Malabarba, L.R., 2010. Reproductive period, fecundity and histology of gonads of two *cheirodontines* (Ostariophysi: Characidae) with different reproductive strategies - insemination and external fertilization. *Neotropical Ichthyology* 8, 351-360.
- Pauly, D., 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM, Manila, Philippine. 289 p.
- Potts G.W., Wootton, R.J., 1989. Fish reproduction. Strategies and Tactics. Academic press limited. Third printing. Printed in Great Britain. 410 p.
- Rochmatin, S., Solichin, A., Saputra, S., 2019. Growth and Reproduction of Nile Fish (*Osteochilus hasselti*) in Rawa Pening Waters, Tuntang District, Semarang Regency. *Diponegoro Journal of Maqueres, Management of Aquatic Resources* 3(3), 153-159.
- Sayyadzadeh, G. and Esmaeili, H.R., 2024. Freshwater lamprey and fishes of Iran: Reappraisal and updated checklist with a note on Eagderi et al. (2022). *Zootaxa* 5402(1), 001-099. DOI: 10.11646/zootaxa.5402.1.1

- Seçer, B., Sungur, S., Çiçek, E., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., 2021. Length-weight relationship and condition factor of endemic genus *Seminemacheilus* (Teloestei= Nemacheilidae) for Turkey. *Limnology and Freshwater Biology* 2021(3), 1152-1155. DOI: 10.31951/2658-3518-2021-A-3-1152
- Simpson, A.C. 1951. The spawning of the plaice (*Pleuronectes platessa*) in the North Sea. Fisheries Investigation. London. Ser. 2(22), 1-111.
- Sparre P. and Venema, S. C. 1992. Introduction to tropical fish stock assesment, Part 1. Manual, FAO fisheriotech. Paper, 306/1 Rev.1.376 P.
- Syarifudin, A., Prayogo, S., Kenconoajati, H., Santanumurti, M., Lamadi, A., Jati, C., 2023. Performance of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) and Bok Choy (*Brassica chinensis*) in Aquaponics Systems Using Nutrient Film Technique in Indonesian Small-scale Livestock. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* 46(4), 1375-1390.
- Unlu, E., Balci, K., 1993. Observation on the reproduction of *Leuciscus cephalus orientalis* (Cyprinidae) in savur stream (Turkey). *Cybium* 17(3), 241-250.
- Waggy, G. L., N. J. Brown-Peterson, and M. S. Peterson. 2006. Evaluation of the reproductive life history of the Sciaenidae in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea: "Greater" versus "lesser" strategies? Proceeding of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute 57, 263-282.
- West, G., 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 41, 199-222.
- Yildirim, A., Haliloglu, H.I., Erdogan, O., Turkmen, M., 2007. Some Reproduction Characteristics of *Chalcalburnus mossulensis* (Heckel, 1843) Inhabiting the Karasu River (Erzurum, Turkey). *Turkish Journal of Zoology* 31, 193-200.
- Yoneda, M., Kitano, H., Selvaraj, S., Matsuyama, M., Shimizu, A., 2013. Dynamics of gonadosomatic index of fish with indeterminate fecundity between subsequent egg batches: application to Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) under captive conditions. *Marine Biology*. DOI: 10.1007/s00227-013-2266-9
- Zar, J.H., 2010. Biostatistical Analysis. 4th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 946 p.