زیست‌شناسی تولیدمثل سس ماهی سر بزرگ (*Luciobarbus capito*) فرم ساکن رودخانه سفیدرود، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر

وحید مهدی زاده، سیدحامد موسوی ثابت*

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

*نویسنده مسئول mousavi-sabet@guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۳

چکیده

سس‌ماهی سربزرگ (*Luciobarbus capito*) از ماهیان بومی حوضه آبریز دریای خزر است که به لحاظ اقتصادی دارای اهمیت می باشد. اطلاعات اندکی از شاخص‌های تولیدمثلی این گونه در زیست‌بوم رودخانه در دسترس می‌باشد. بنابراین این مطالعه به‌منظور بررسی زیست‌شناسی تولیدمثل سس‌ماهی سربزرگ در رودخانه سفیدرود صورت گرفت. بدین منظور تعداد ۲۳۹ عدد ماهی به‌صورت ماهانه و طی یکسال از رودخانه سفیدرود صید گردید. فاکتورهای جمعیت‌شناسی و تولیدمثلی شامل سن، وزن، طول، شاخص‌های گنادی، و هم-آوری مطلق و نسبی محاسبه شدند، همچنین مطالعات بافت‌شناسی گنادها نیز بررسی شد. سن ماهیان مورد مطالعه بر اساس فلس، $^{+}$۰ تا $^{+}$۴ سال محاسبه گردید. نسبت جنسی نر به ماده ۱/۴۳ به ۱ به دست آمد که از نسبت مورد انتظار ۱:۱ انحراف معنی‌دار داشت. حداکثر طول کل مربوط به ماهیان ۴ ساله بود که متعلق به ماهی نر با ۴۲ سانتی‌متر طول بود. حداکثر میزان شاخص گنادوسوماتیک برای جنس نر در اردیبهشت ماه با مقدار ۱/۷۰ و حداکثر مقدار آن برای جنس ماده در همان ماه با میزان ۴/۹۲ اندازه‌گیری شد. هماوری مطلق در سنین مختلف ماهیان روند افزایشی داشت، به طوری که ماهیان سه ساله کمترین و ماهیان پنج ساله دارای بیشترین هم‌آوری مطلق بودند. محاسبه قطر تخمک در ماهیان روند افزایشی را از دی ماه تا خرداد ماه نشان داد، به‌طوری که حداکثر قطر تخمک در خرداد ماه محاسبه گردید. قطر تخمک از خرداد ماه تا آذر ماه روند کاهشی داشته و حداقل آن در ماه آذر محاسبه گردید. بررسی‌های بافت‌شناسی و توزیع فراوانی مراحل رسیدگی، شروع فصل تولیدمثل این گونه را از اواسط بهار (اردیبهشت ماه) نشان دادند.

واژگان کلیدی: سس‌ماهی، حوضه‌ی جنوبی دریای خزر، زیست‌شناسی تولیدمثل، شاخص گنادوسوماتیک.

مقدمه

ساختار جمعیت و تولیدمثل از شاخص‌های مهم مطالعات زیست‌شناسی ماهیان می‌باشند که اطلاعات در مورد آن‌ها سبب بهره‌برداری پایدار، حفاظت و موفقیت در تکثیر طبیعی و مصنوعی ماهیان برای مدیریت صحیح در راستای اهداف شیلاتی و زیست محیطی خواهد بود. ماهی‌ها یک منبع مهم پروتئین هستند که بخشی از اقتصاد کشورها را فراهم می-کنند (Bagenal, 1978). در ایران هجده گونه از سس ماهیان یافت می‌شوند (Esmaeili *et al*., 2018; Eagderi *et al*., 2019) و در این بین گونه سس ماهی سر بزرگ *Luciobarbus capito* از خانواده کپورماهیان بومی حوضه آبریز دریای خزر بوده و دارای دو فرم ساکن آب شیرین و مهاجر که ساکن آب لب‌شور دریای خزر است که برای تولیدمثل وارد رودخانه‌ها می‌شود، است (Eagderi *et al*., 2013). مطالعات اندکی در مورد ویژگی‌های زیست‌شناسی سس ماهی بزرگ سر در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر انجام شده است، که می‌توان به مطالعه شجیعی و همکاران (۱۳۸۱) که ویژگی‌های زیستی رشد و نمو و تولید مثل جمعیت دریایی سس‌ماهی سر بزرگ در سواحل جنوبی دریای خزر در استان گیلان را مورد بررسی قرار دادند، همچنین ایگدری و همکاران (۱۳۸۵) که ساختار بیضه و الگوی چرخه تولیدمثل جنس نر سس ماهی سربزرگ مهاجر به رودخانه‌های سواحل جنوبی دریای خزر را مورد بررسی قرار دادند، اشاره نمود در نتیجه اطلاعات زیستی اندکی در مورد جمعیت

ساکن آب‌شیرین این گونه به خصوص جمعیت‌های رودخانه‌ای آن در دسترس می‌باشد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی ویژگی‌های تولیدمثلی سس ماهی بزرگ سر در رودخانه سفیدرود به‌عنوان یکی از زیستگاه‌های مهم فرم ساکن آب شیرین آن به اجرا درآمد که می‌تواند در مدیریت و حفاظت بهتر مفید باشد.

مواد و روش‌ها

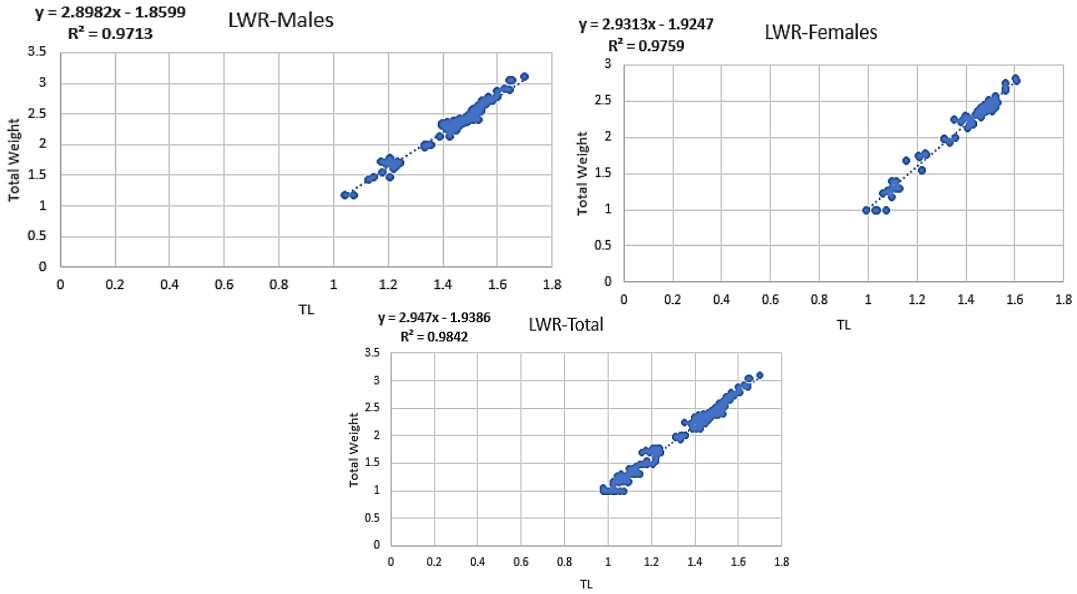
نمونه‌برداری ماهانه از مهرماه ۱۳۹۶ تا شهریورماه ۱۳۹۷ از رودخانه سفیدرود (از منطقه امامزاده هاشم: "۳۷°۰۱'۰۴/۸۱ و عرض جغرافیایی "۴۹°۳۷'۲۳/۸۱ تا لوشان با طول جغرافیایی "۳۶°۳۷'۲۱/۶۴ و عرض جغرافیایی "۴۹°۳۰'۳۹/۹۰) انجام شد. در مجموع تعداد ۲۳۹ عدد ماهی به وسیله‌ی الکتروشوکر و ماشک (توردست افشان) صید شدند. نمونه‌های صید شده در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت گردید و جهت بررسی و تشریح به آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشگاه گیلان منتقل شدند. ابتدا ماهیان پلاک‌گذاری شده و سپس زیست‌سنجی آن‌ها شامل طول کل، طول چنگالی و طول استاندارد با دقت ۱ میلی‌متر انجام شدند، همچنین وزن کل با دقت ۱ گرم و وزن گناد با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. رابطه طول و وزن بر اساس معادله $TW= aTL^b$ محاسبه گردید، در این رابطه TW برابر با وزن کل به گرم، TL: طول کل به سانتی‌متر، a: عدد ثابت و b شیب خط رگرسیون یا ضریب آلومتری است که نوع رشد آلومتریک یا ایزومتریک را مشخص می‌کند و TL برابر طول کل بر حسب سانتی‌متر می‌باشد. برای تعیین سن نمونه-ها نیز از فلس‌های بالای خط جانبی و زیر باله پشتی استفاده گردید. پس از کالبدگشایی، جنسیت نمونه-ها براساس وضعیت گنادها به صورت ماکروسکوپی تعیین شد (Biswas, 1993). در نهایت گنادها به‌طور جداگانه در ظروف حاوی محلول فرمالین بافری چهاردرصد جهت مطالعات بافت‌شناسی منتقل شدند. آماده‌سازی نمونه‌ها برای تهیه مقاطع بافتی به روش پارافینه کردن انجام شد. از نمونه‌های آماده شده برش‌هایی به ضخامت ۵ میکرون تهیه و سپس با روش هماتوکسیلین ائوزین رنگ آمیزی شدند (Chinabut *et al.*, 1991؛ پوستی، ۱۳۷۸).

از آزمون مربع‌کای برای محاسبه نسبت جنسی و بررسی اختلاف تعداد نرها و ماده‌ها از نسبت قابل انتظار (۱:۱) استفاده شد. شاخص گنادی بدنی (Biswas, 1993) نیز برای نمونه‌های مورد مطالعه محاسبه شد. به‌منظور تعیین هم‌آوری مطلق، از تخمدان ماهیان ماده در مرحله چهار رسیدگی جنسی، سه زیر نمونه هر کدام به وزن یک گرم برداشت و زیرلوپ شمارش شدند. در نهایت میانگین تعداد تخمک‌های موجود در یک گرم برای هر تخمدان به عنوان هم‌آوری مطلق محاسبه شد. تخمین هم‌آوری نسبی نیز با تقسیم تعداد تخمک‌ها بر وزن بدن انجام شد. برای محاسبه قطر تخمک، حدود ۳۰ عدد تخمک از هر ماهی ماده با استفاده از لوپ مدرج دو چشمی اندازه‌گیری و سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان قطر تخمک در نظر گرفته شد.

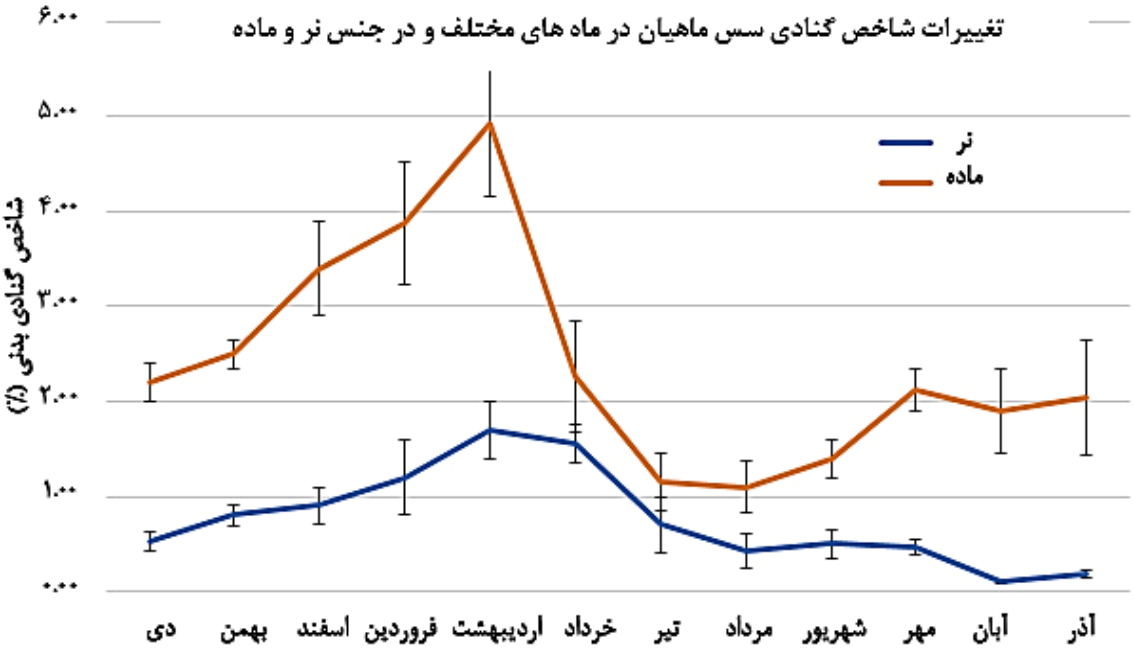
به‌منظور مقایسه میانگین شاخص‌های تولیدمثلی در ماه‌های مختلف سال از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. تمامی آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 صورت گرفت و نمودارها در Excel 2016 ترسیم شدند.

نتایج

از مجموع ۲۳۹ عدد سس ماهی بزرگ سر صید شده، ۷۶ عدد ماده و ۱۰۹ عدد نر و ۵۴ عدد نابالغ بودند. نسبت جنسی نر به ماده ۱/۴۳ به ۱ محاسبه گردید، که براساس آزمون مربع‌کای، فرض یک به یک بودن نسبت جنسی تایید نشد. حداکثر طول کل مربوط به ماهیان ۴ ساله بود که متعلق به ماهی نر با ۴۲ سانتی‌متر طول بود. میانگین طول و وزن کل در



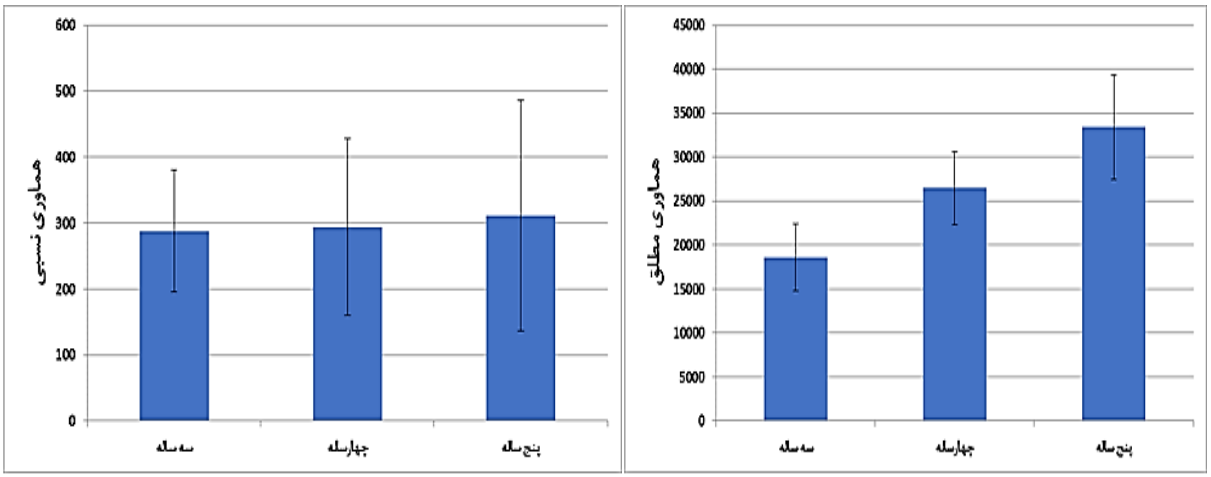
شکل ۱- رابطه طول کل و وزن کل س ماهی سر بزرگ (*Luciobarbus capito*) در رودخانه سفیدرود، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر؛ الف) کل ماهیان، ب) جنس نر، ج) جنس ماده.



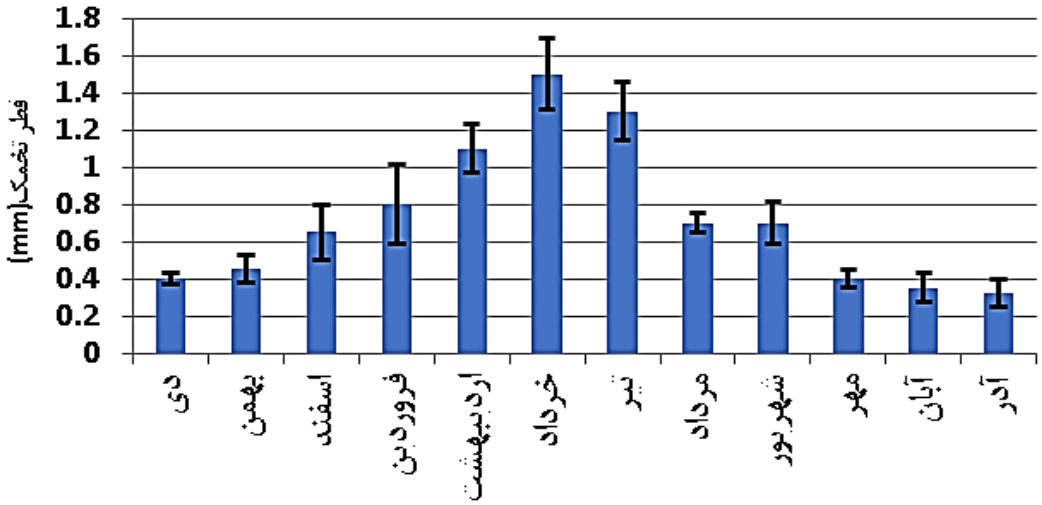
شکل ۲- نمودار تغییرات شاخص گنادی-بدنی سس‌ماهی سر بزرگ (*Luciobarbus capito*) در رودخانه سفیدرود، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر.

ماهیان به ترتیب ۲۴/۰۱ سانتی‌متر و ۲۰۰ گرم محاسبه شد. گستره طولی و وزنی ماهی‌های ماده بیشتر از ماهی‌های نر بود و ماده‌ها در نهایت از طول و وزن بیشتری برخوردار بودند. ساختار سنی در جمعیت مورد مطالعه بین $^{+}$۰ تا $^{+}$۴ بود. بیشترین فراوانی مربوط به ماهیان با رده سنی $^{+}$۳ بود که پس از آن ماهیان با رده سنی $^{+}$۲ و $^{+}$۱ قرار داشتند. کمترین فراوانی مربوط به ماهیان $^{+}$۴ ساله بود.

معادله‌ی رگرسیونی رابطه‌ی طول و وزن به ترتیب برای کل جمعیت، جنس نر و جنس ماده دارای ضرایب تبیین r^2 =۰/۹۸، r^2 =۰/۹۷ و r^2 =۰/۹۷ بودند (شکل ۱). الگوی رشد در کل جمعیت، نر و ماده به صورت، $W=0/0115TL^{2/947}$، $W=0/0138TL^{2/8982}$ و $W=0/0119TL^{2/9313}$



شکل ۳- هم‌آوری مطلق و نسبی در سنین مختلف سس‌ماهی سر بزرگ (*Luciobarbus capito*) در رودخانه سفیدرود، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر.

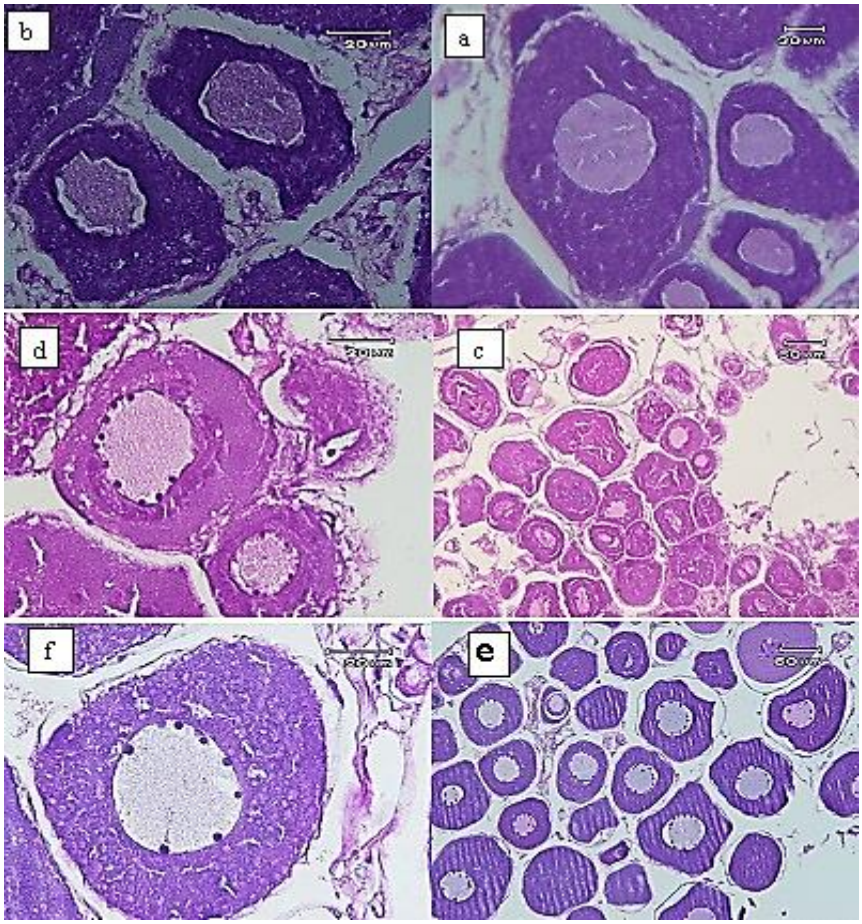


شکل ۴- قطر تخمک در ماه‌های مختلف در سس‌ماهی سر بزرگ (*Luciobarbus capito*) در رودخانه سفیدرود، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر.

محاسبه شد. با توجه به ضرایب همبستگی الگوی رشد برای کل جمعیت، نر و ماده ایزومتریک محاسبه شد. همچنین در روابط بین طول استاندارد و طول کل، طول استاندارد و طول چنگالی و بین طول چنگالی و طول استاندارد ضرایب بالای ۰/۹۰= r^2 را نشان دادند. حداکثر میزان شاخص گنادوسوماتیک برای جنس نر ۱/۷۰ و برای جنس ماده ۴/۹۲ در ماه اردیبهشت اندازه‌گیری شد (شکل ۲). نتایج هم‌آوری مطلق در سنین مختلف ماهیان روند افزایشی از سن سه ساله تا پنج ساله را نشان داد، به‌طوری که ماهیان سه ساله کمترین و ماهیان پنج ساله دارای بیشترین هم‌آوری مطلق بودند (شکل ۳). قطر تخمک روند افزایشی را از دی‌ماه تا خردادماه نشان داد، به‌طوری که حداکثر میانگین قطر تخمک (۰/۲±۱/۵) در خردادماه محاسبه گردید. قطر تخمک از خردادماه تا آذرماه روند کاهشی داشت و حداقل آن در ماه آذر محاسبه گردید (شکل ۴).

روند سالانه و پیک شاخص گنادی بدنی، بررسی‌های بافت‌شناسی، توزیع فراوانی مراحل رسیدگی و غالبیت گنادهای رسیده در اواسط بهار، اوج فصل تولیدمثل این گونه را اردیبهشت ماه نشان داد. بر اساس مشاهدات توصیف مراحل رسیدگی برای تخمدان جنس ماده عبارت بودند از:

مرحله I (نابالغ): در این مرحله گنادها بسیار کوچک، نزدیک ستون مهره قرار داشتند، بیضه‌ها و تخمدان‌ها شفاف بوده، رنگ متمایل به خاکستری داشته و



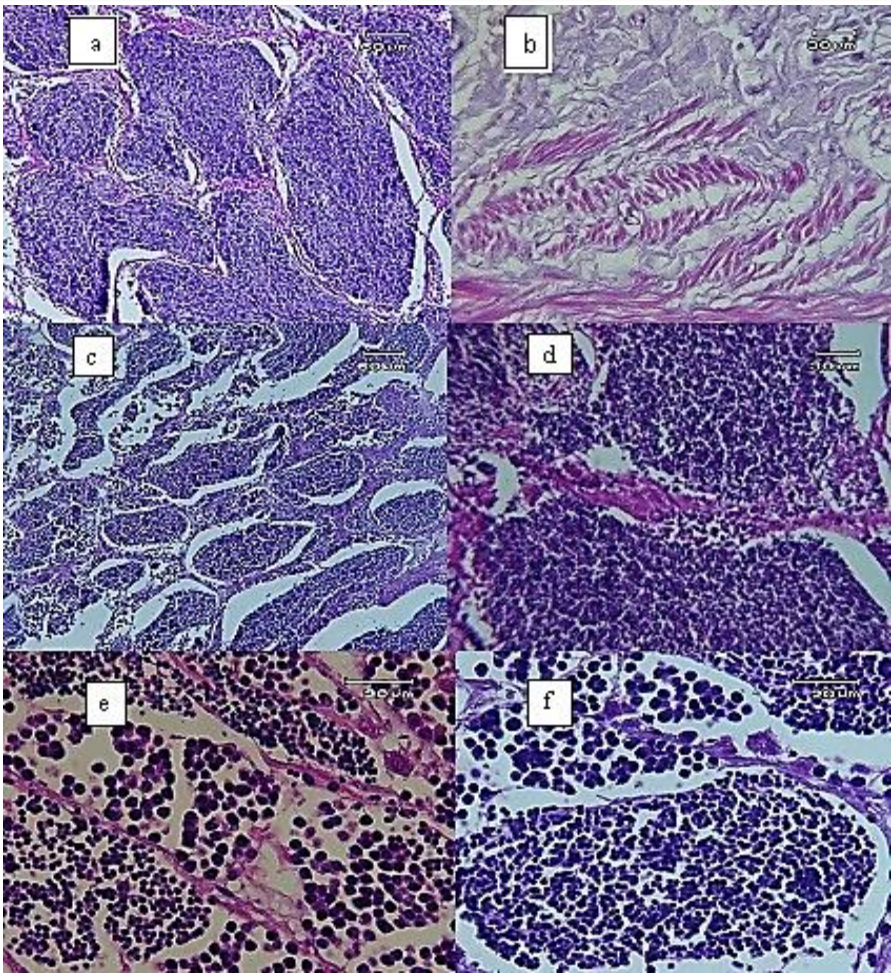
شکل ۵- برش عرضی بافت تخمدان سس‌ماهی سر بزرگ (*Luciobarbus capito*) در رودخانه سفیدرود، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر: a و b مرحله II (در حال رسیدگی)، c و d مرحله III (در حال توسعه)، e مرحله IV (رسیده)، f مرحله V (درحال تخم‌ریزی).

تخمک‌ها با چشم غیرمسلح غیرقابل رویت نمی‌باشند. این مرحله با حضور اووسیت‌های اولیه تمایز می‌یابد. این اووسیت‌ها کوچک، چندضلعی و دارای هسته‌ی کروی بوده که تقریباً در مرکز سلول قرار گرفته است. هستک‌ها درکنار دیوار هسته قرار دارند. این مرحله، مرحله‌ی پیش هسته بوده و قطره‌های کوچک چربی دیده نمی‌شوند، وضعیتی که در ماهیان نابالغ دیده می‌شود (شکل‌های ۵ و ۶).

مرحله II (نابالغ در حال رسیدگی): در این مرحله بیضه‌ها و تخمدان‌ها نیمه‌شفاف و خاکستری بوده و نصف یا کمی بیشتر از نصف طول محوطه شکمی را اشغال نموده‌اند. تخمکه ای منفرد با ذره‌بین قابل رویت می‌باشند. ماهیان تخم‌ریزی کرده (در حال استراحت) نیز در این طبقه قرار می‌گیرند (شکل‌های ۵ و ۶).

مرحله III (در حال توسعه): بیضه‌ها و تخمدان‌ها تیره، متمایل به قرمز با مویرگ‌های خونی هستند. نصف محوطه‌ی شکمی را اشغال نموده و تخم‌ها با چشم غیرمسلح قابل رویت بوده که به‌صورت مجزا هستند. در این مرحله اووسیت‌ها روند تمایز و بلوغ را به کمک فرایند زرده‌گیری دنبال می‌کنند. در این مرحله تنها اووسیت‌هایی با پیش‌زرده و اووسیت‌هایی با زرده‌گیری ثانویه مشاهده می‌شود. در ابتدای این مرحله پیش زرده‌گیری با ظاهرشدن گلبول‌های کوچک زرده در اطراف سیتوپلاسم شناسایی می‌شود. رنگ بیضه‌ها سفید متمایل به قرمز بوده و قطرات مایع اسپرم در صورت فشار محوطه‌ی شکمی خارج نمی‌شوند. اندام تخمدانی متمایل به قرمز بوده و تخمک‌ها نسبتاً قابل تشخیص و تیره هستند (شکل‌های ۵ و ۶).

مرحله IV (مرحله رسیدگی): اندام‌های جنسی محوطه‌ی شکمی را پر کرده و بیضه‌ها سفیدرنگ



شکل ۶- برش عرضی بافت بیضه سس‌ماهی سر بزرگ (*Luciobarbus capito*) در رودخانه سفیدرود، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر: a و b مرحله II و I (در حال رسیدگی)، c مرحله III (در حال توسعه)، d مرحله IV (رسیده)، e و f مرحله V (درحال تخم‌ریزی).

می‌باشند، قطرات مایع اسپرم درصورت فشار ریخته می‌شود. تخمک‌ها کاملاً گرد، بعضی نیمه‌شفاف و رسیده می‌باشد (شکل‌های ۵ و ۶).

مرحله V (تخم‌ریزی): تخمک‌ها و اسپرم با فشار اندکی جاری می‌شود. بیشتر تخمک‌ها نیمه‌شفاف با تعدادی از تخم‌های تیره رها شده در تخمدان می باشند (شکل‌های ۵ و ۶).

مرحله VI (تخم‌ریزی کرده): اندام‌های جنسی شل و چروکیده، محوطه شکمی نسبتاً خالی می‌باشد (شکل‌های ۵ و ۶).

بحث

در این مطالعه سن ماهیان صید شده در جمعیت مورد مطالعه بین $^{+}$۰ تا $^{+}$۴ سال ثبت گردید. بیشترین فراوانی مربوط به ماهیان $^{+}$۳ بود و پس از آن ماهیان با رده سنی $^{+}$۲ سال و $^{+}$۱ سال قرار داشتند. این می تواند بیانگر فشار صید و یا عواملی از جمله آلودگی آب باشد و مولدینی با سنین بالاتر در حال حذف شدن از سیستم طبیعی می‌باشند. تفاوت در سن در اولین بلوغ در یک جنس ممکن است به دلیل تفاوت در گونه‌ها، مناطق و شرایط زیست‌بومی آن‌ها باشد (Avsar, 2001; Mousavi-Sabet *et al*., 2012). در رده‌های سنی مختلف متوسط طول استاندارد با افزایش سن ماهی افزایش می‌یابد، البته به‌دلیل شرایط زیست و میزان دسترسی به غذا و میزان تنش در محیط ممکن است رشد کمتر در فردی در یک رده‌ی سنی وجود داشته باشد. رابطه‌ی بین طول و وزن می‌تواند به پیش‌بینی تاریخچه‌ی تولیدمثل و حیات گونه‌های ماهی کمک نماید (Koutrakis and Tsikliras, 2003). بین میانگین طول و وزن ماهی

جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری مشاهده شد.

نسبت جنسی در این ماهیان ۱/۴۳ به ۱ به سمت ماهیان نر بود. نسبت جنسی نر به ماده در سس‌ماهیان در مطالعه‌ی نادری و همکاران (۱۳۹۶) ۱/۱۴ به ۱ بیان شد این درحالی بود که نسبت ۷ به ۱ نیز برای این ماهی بیان گردیده است (عبدلی و نادری، ۱۳۷۸). در صورتی‌که نسبت جنسی نر به ماده بیشتر باشد، نشان دهنده‌ی آن است که گونه در حال محدودکردن جمعیت خود بوده و این در حالی است که با فزونی گرفتن این نسبت در جنس ماده نسبت به جنس نر، فاکتورهای توسعه‌ی جمعیتی در گونه مورد نظر قرار گرفته است. بنابراین این نسبت می‌تواند نشانگر آن باشد که جمعیت در حال محدود شدن و احتمالاً به‌دلیل نامناسب بودن شرایط تولیدمثلی است (Nikolsky, 1963). علاوه بر این تفاوت در نسبت جنسی در ماه‌های مختلف و فصول سال ناشی از توقف طولانی‌تر ماده‌ها در منطقه‌ی تخم‌ریزی نسبت به نرها بیان شده است (Nikolsky, 1963) که با توجه به الگوی رشد تخمدان این گونه که به صورت غیرهمزمان می‌باشد (Eagderi *et al*., 2013)، این دلیل می‌تواند امکان پذیر باشد. همچنین عواملی مانند تفاوت در زمان صید، ادوات صید، موقعیت صید و تفاوت رشد در بین جنس‌ها می‌تواند در ایجاد این تغییر نسبت جنسی موثر باشند (Kesteven, 1942; Qasim, 1966).

رابطه‌ی بین طول و وزن در جمعیت‌های گوناگون می‌تواند بیانگر استراتژی مصرف انرژی توسط ماهی باشد. هر میزان شرایط اکولوژیک برای ماهیان مناسب‌تر باشد میزان مصرف انرژی ماهی کاهش یافته و این انرژی در بدن ماهی ذخیره شده و باعث رشد بدن به صورت وزن و افزایش آن می گردد. رابطه‌ی بین طول و وزن تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی مثل فصل، زیستگاه، مراحل بلوغ جنسی، رژیم غذایی و میزان پر یا خالی بودن معده و روده ماهی قرار دارد (Bagenal and Tesch, 1978).

در مطالعه‌ی نادری و همکاران (۱۳۹۶) نیز الگوی رشد سس‌ماهی بزرگ‌سر آلومتریک منفی گزارش گردید که در این مطالعه برای هر دو جنس نر و ماده ایزومتریک به‌دست آمد.. از آنجایی که پارامترهای رشد به عوامل متعددی نظیر خصوصیات گونه و ساختار جمعیت و شرایط زیستگاه وابسته می‌باشد، به نظر می‌رسد این تفاوت‌ها به خصوصیات جمعیتی آن‌ها و شرایط زیستگاهی آن‌ها در دریا و اکوسیستم موردنظر دارد.

مطالعه‌ی روند توسعه‌ی گنادها اطلاعات کاملی در مورد فیزیولوژی تولیدمثل ماهیان ارایه می‌دهد که می‌تواند به درک تغییرات سالانه‌ی جمعیت کمک نماید. وضعیت تولیدمثلی و زمان تخم‌ریزی ماهیان را می‌توان با کمک و استفاده از شاخص‌هایی مانند شاخص گنادوسوماتیک تعیین نمود. در این بررسی شاخص GSI از بهمن ماه افزایش و فاصله‌ی بین ماه‌های فروردین تا اردیبهشت به حداکثر خود رسید و پس از آن روند کاهشی را تجربه نمود. در این مطالعه همزمان با افزایش تعداد ماهیان نر در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، فراوانی ماهیان در مراحل نهایی رسیدگی افزایش یافته و همچنین افزایش شاخص GSI به خصوص در ماه‌های فروردین و اردیبهشت می‌تواند نشان‌دهنده‌ی نقش ماهیان نر در تولیدمثل باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶).

باقری و همکاران (۱۳۸۹) نیز در مطالعه‌ی خود تعداد ماهیان نر را در زمان بلوغ با افزایش بیشتر گزارش کردند. افزایش این شاخص نشان‌دهنده‌ی شروع فصل رسیدگی جنسی بوده و رسیدن به میزان حداکثر و کاهش پس از آن نشان‌دهنده‌ی فصل تخم‌ریزی ماهی می‌باشد (Nikolsky, 1963). افزایش این شاخص در ماه اردیبهشت نشان‌دهنده‌ی اوج رسیدگی سس‌ماهی است. با توجه به نتایج این شاخص می‌توان گفت فصل بهار زمان رسیدگی جنسی سس‌ماهی در رودخانه‌ی سفیدرود در حوضه ی آبریز جنوبی دریای خزر است. در مطالعه‌ی Langroudi و Mousavi-Sabet (2016) شاخص

GSI برای ماهی لوتک (*Cyprinion macrostomum*) افزایش خود را از ماه اردیبهشت تا اواسط تابستان نشان داد. برای ماهیانی که در اواخر بهار و اوایل تابستان تخم‌ریزی می‌کنند این شاخص در زمستان پایین باقی مانده و سپس به‌طور ناگهانی قبل از تخم‌ریزی افزایش پیدا می‌کنند (Langroudi and Mousavi-Sabet, 2016).

تخمدان سس‌ماهی از نوع کیسه‌ای است یعنی تخمک‌ها در داخل تخمدان طی تخمک‌گذاری آزاد شده و سپس به سمت خارج از طریق کانال مرکزی هدایت می‌شوند (Eagderi *et al*., 2013). اووسیت‌ها یک دوره‌ی خفتگی را در زمستان طی می‌کنند و مرحله‌ی بعدی توسعه‌ی تخمدان همراه با افزایش دمای آب است که در ماه اردیبهشت می‌باشد و اوج شاخص گنادوسوماتیک نیز در ماه اردیبهشت است. پس از این اوج تخمک‌گذاری به تدریج در طول حدود یک ماه با شروع مرحله‌ی جدید توسعه‌ی تخمدانی رخ می‌دهد. ترکیب تخمدان در مراحل مختلف توسعه‌ای می‌تواند بیانگر تفاوت استراتژی تولیدمثلی در ماهیان مختلف باشد. به‌عنوان مثال وجود گروه تخمدان‌های رسیده یا تفاوت‌های قابل توجه در ترکیب تخمدانی در طول فصل تخم‌ریزی، به ترتیب استراتژی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت تخم ریزی را نشان می‌دهد (Takashima and Hibiya, 1995). استراتژی توسعه‌ی تخمدانی در سس‌ماهی سر بزرگ به‌صورت تخم‌ریزی دسته‌ای با اووژنز آسینکرونوس یا غیرهمزمان است که به‌دلیل حضور تخمک‌ها در مراحل مختلف رشد بوده که از مرحله‌ی دوم تا مرحله‌ی دژنراسیون را در طول دوره‌ی تخم-ریزی نشان می‌دهد. در طی فصل تخم‌ریزی (اواخر آوریل تا اواسط ژوئن) تخمک‌ها با تخمک‌گذاری تدریجی و پراکنده آزاد می‌شوند. تخمک‌گذاری غیرهمزمان می‌تواند موجب تخم‌ریزی تعداد کمی تخم به صورت روزانه در سراسر فصل تخم‌ریزی گردد. به این صورت که تخمدان‌ها شامل تخمک هایی در مراحل مختلف بلوغ شده و این منجر به اتفاق پدیده‌ی تخم‌ریزی به صورت تکرار شونده در طول یک دوره‌ی زمانی گسترده گردد (Wallace and Selman, 1981; Eagderi *et al*., 2013). بنابراین سس‌ماهی سر بزرگ می‌تواند بسته به میزان در دسترس بودن تخته‌های سنگی رودخانه‌ای، میزان وجود نرهای بالغ و نیز میزان درجه حرارت مطلوب به مدت زمان زیادی، تخم‌ریزی داشته باشد. در غیراین صورت، به تدریج روند بازجذب را طی کند. به نظر می‌رسد که ظهور تخم‌ها در مرحله‌ی انحطاط و جذب نشان‌دهنده‌ی عدم وجود شرایط مناسب جهت تخم‌ریزی و ایجاد شرایط رسیدگی نهایی باشد. این فرایند تا زمانی که تخمک‌گذاری و یا دژنراسیون همه‌ی تخمک‌ها که فرایند زرده‌زایی آن ها در طول سالیان قبل کامل شده است، (Eagderi *et al*., 2013).

در بعضی از گونه‌های باربوس ماهیان، تخم‌ریزی دسته‌ای در یک فصل تخم‌ریزی گزارش گردیده است. Poncin (1989)، هشت واقعه‌ی تخم‌ریزی را در سس‌ماهی (*Barbus barbus*) در طول فصل تخم‌ریزی گزارش کردند. حسینی (۱۳۷۱) همچنین تخم‌ریزی چندگانه را در باربوس سر موشی دریای خزر (*Luciobarbus brachycephalus*) در طی یک فصل تخم‌ریزی گزارش نمودند که بستگی به تخمک‌هایی دارد که از فرایند اتریشیا جدا شده‌اند. نتایج ایگدری و همکاران (۱۳۸۵) نشان داده که امکان بلوغ فولیکول‌های سس ماهی سر بزرگ در حالت اسارت و پرورشی وجود داشته و بنابراین ممکن خواهد بود که منابع استوک تولیدمثلی را در استخرها ایجاد و باربوس‌های نر و ماده را برای تکثیر مصنوعی نگهداری نمود.

وجود اووسیت‌های در مرحله پنجم رسیدگی تولیدمثلی در اوایل می (اردیبهشت) مشاهده شد، اما تبدیل تمامی اووسیت‌ها به مرحله‌ی پنجم بیشتر از یک ماه طول خواهد کشید. بنابراین، این موضوع را می‌توان از نظر تکثیر مصنوعی مورد توجه قرار داد که در صورت استفاده از هورمون‌ها برای القای فرایند

و شرایط بلوغ به ماهی، نمی‌تواند تنها در یک مرحله صورت بگیرد و این موضوع در مورد این ماهیان مانند ماهیان سینکورونوس نبوده و طبیعتاً قابل استفاده نخواهد بود، زیرا تنها یک بخشی از اووسیت‌ها به القای هورمونی پاسخ داده و باقی آن‌ها ممکن است وارد مراحل دژنراسیون شوند که به‌دلیل استرسی است که تحمیل می‌شود و طبیعتاً به صرفه نخواهد بود. بنابراین رهاسازی آرام و تدریجی این نوع القاها پیشنهاد شده است (Eagderi *et al.*, 2013).

اطلاع از تعداد کل تخمک‌های تولیدشده یا به عبارتی هم‌آوری، نقشی کلیدی در راستای آگاهی از تغییرات موجود در ساختار جمعیت دارد. درک هم-آوری به‌منظور تخمین توانایی تولیدمثل و تولید تخم ذخیره‌ی ماهی از نکات مهم می‌باشد. هم‌آوری در ماهیان مختلف به شدت متفاوت بود و ممکن است تحت تاثیر فاکتورهایی چون سایز ماهی، نوع و شرایط تغذیه، دسترسی به غذا، میزان تراکم و در دیگر مواردی چون درجه حرارت و شوری دارد. بنابراین هم‌آوری ممکن است بین ذخایر ماهیانی که در شرایط ویژه‌ی محیطی در زیستگاه خود هستند تغییر نماید. با این وجود معمول‌ترین معیار سنجش پتانسیل تولیمثل در ماهیان هم‌آوری بوده که به دلیل سادگی محاسبه و سنجش بوده و به‌طور کلی با افزایش اندازه‌ی ماهی افزایش می‌یابد. تفاوت در تعداد تخم بین گونه‌ها و یا جمعیت‌ها می‌تواند در ارتباط با تفاوت در فاکتورهای محیطی و یا تفاوت در گونه‌ها باشد که می‌تواند هم‌آوری را حتی بین افراد یک گونه تحت تأثیر قرار دهد (Nikolsky, 1963; Wootton, 1984; Bagenal and Braum, 1987). همچنین تعداد تخمک‌هایی که در هر ماهی تولید می‌شود ارتباط مستقیمی با شرایط تغذیه‌ای و وضعیت زندگی ماهی دارد به طوری که با نامناسب شدن شرایط زیست، کاهش انرژی تولیدشده و به طبع آن کاهش میزان هماوری لازم را خواهیم داشت.

به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود که این ماهی دارای تولیدمثل در فصل بهار در رودخانه‌ی سفیدرود در حوضه‌ی آبریز جنوبی دریای خزر است که تفاوت در شاخص‌های تولیدمثلی این گونه با سایر گونه‌های مشابه می‌تواند مرتبط با تفاوت در نوع گونه و شرایط محیطی باشد. این نتایج می‌تواند در بسترسازی و جمع‌آوری اطلاعات برای حفاظت و توسعه‌ی جمعیتی این گونه و بهره‌برداری تجاری و ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی با تاکید بر حفاظت منابع و پرورش و یا صید منطقی خارج از فصل تولیدمثل مفید باشد.

منابع

ایگدری س.، مجازی امیری ب.، میرواقفی ع. ۱۳۸۵. مطالعه بافت‌شناسی ساختار بیضه و چرخه تولید مثل جنس نر سس ماهی بزرگ سر مهاجر به رودخانه های سفیدرود و پلرود. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹(۱): ۱۴۹-۱۳۹.

باقری ط.، هدایتی ع.ا.، عبدلی ا. ۱۳۸۹. مطالعه خصوصیات مریستیک، مورفومتریک، ساختار سنی و رشد ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه دالکی. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۳(۳): ۳۹۶-۳۸۹.

پوستی ا. ۱۳۷۸. بافت‌شناسی مقایسه‌ای و هیستوتکنیک انتشارات دانشگاه تهران. ۴۶۸ ص.

حسینی ا. ۱۳۷۱. تکثیر مصنوعی سس ماهی دریای خزر (*Barbus brachycephalus*). گزارش طرح، مرکز تحقیقات شیلات بندر انزلی. ۲۹ ص.

حسینی ع.، ستوده ا.، موسوی ز.، محمدی م.، عباس‌زاده ا. ۱۳۹۵. زیست‌شناسی تولیدمثل سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta intermedia*) در رودخانه‌ی شاپور (استان بوشهر). مجله‌ی پژوهش‌های جانوری (مجله‌ی زیست‌شناسی ایران)، ۳۰(۱): ۵۳-۴۲.

شجیعی ه.، وثوقی غ.، عریان ش.، رامین م. ۱۳۸۱. بررسی ویژگیهای زیستی رشد و نمو و تولید مثل در سس ماهی بزرگ سر *Barbus capito* در سواحل جنوبی دریای خزر-استان گیلان. مجله علوم دریایی ایران، ۴: ۹۸-۸۵.

عبدلی ا.، نادری م. ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوضه

جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان ۲۳۸ ص.

نادری م.، روحی ا.، ابراهیم زاده م. ۱۳۹۶. ویژگی‌های رشد و استراتژی تغذیه‌ای سس ماهی بزرگ سر در مخزن پشت سد شهید رجایی ساری. مجله علوم و فنون شیلات، ۷(۱): ۷-۱.

Avsar D. 2001. Age, growth, reproduction and feeding of the spurdog (*Squalus acanthias* Linnaeus, 1758) in the Southeastern Black Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52, 269-278.

Bagenal T.B., Braum E. 1978. Eggs and early life history. In: Methods for assessment of fish population in fresh waters. (ed. Bagenal T.B.) Blackwell Scientific, London. pp. 101-136.

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

Biswas S.P. 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers, PVT Ltd, New Delhi, India. 62 p.

Chinabut S., Limsuwan CH., Kitsawat P. 1991. Histology of the walking catfish, *Claris batrachus*. pp. 52-60.

Eagderi S., Mojazi Amiri B., Adriaens D. 2013. Description of the ovarian follicle maturation of the migratory adult female bulatmai barbell (*Luciobarbus capito*, Güldenstädt 1772) in captivity. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 12(3), 550-560.

Eagderi S., Nikmehr N., Çiçek E., Esmaeili H.R., Vatandoust S., Mousavi-Sabet H. 2019. *Barbus urmianus* a new species from Urmia Lake basin, Iran (Teleostei: Cyprinidae). *International Journal of Aquatic Biology* 7(4), 239-244.

Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Eagderi S., Abbasi K. 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa* 3(3), 1-95.

Kesteven G.L. 1942. Studies on the biology of *Mugil dobula*, *Bull Council Science India Research Melbourno* 157, 511-516.

Koutrakis E.T., Tsikliras A.C. 2003. Length–weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology* 19(4), 258-260.

Langroudi F.H., Mousavi Sabet H. 2016. Reproductive biology of lotak, *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae), from the Tigris River drainage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 17(2), 288-299.

Mousavi-Sabet H., Kamali A., Soltani M., Bani A., Esmaeili H.R., Khoshbavar Rostami H., Moradkhani Z. 2012. Reproductive biology of *Cobitis keyvani* (Cobitidae) from the Talar River in the southern Caspian Sea basin. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 11(2), 383-393.

Nikolsky G.V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic press-New York, 353 p.

Poncin P. 1989. Effects of different photoperiods on the reproduction of the barbel, *Barbus barbus* (L.), reared at constant temperature. *Journal of Fish Biology* 35, 395-400.

Qasim S. Z. 1966. Sex ratio in the fish population as a function of sexual difference in growth rate, *Current Science* 35, 140-142.

Wootton R. J. 1984. Introduction: tactics and strategies in fish reproduction. In: Fish reproduction: strategies and tactics. New York, pp. 1-12.

Wootton R.J. 1990. Fish ecology. Thomson Litho Ltd., Scotland. 203 p.

Reproductive biology of bulatmai barbel *Luciobarbus capito* from Sefidroud River, the southern Caspian Sea basin

Vahid Mehdizade, Hamed Mousavi-Sabet*

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.

*Corresponding author: mousavi-sabet@guilan.ac.ir

Received: 2020/12/3 Accepted: 2022/3/4

Abstract

The bulatmai barbel *Luciobarbus capito* is an economically important native fish in the southern Caspian Sea basin. Little information on the reproductive indices of this species is available in the lotic ecosystems. Therefore, this study was conducted to investigate the reproductive biology of *L. capito* in Sefid River. In this study, a total of 239 specimens were caught monthly from Sefid River during a year. Population structure and reproductive factors including age, length, weight, gonadal indices, absolute and relative fecundities were studied, and gonads histological examinations were performed. The age of the studied population (based on scales) was 0^+ to 4^+ years. The sex ratio of male to female was 1.43 to 1, which was significantly differed from the 1:1. The maximum total length belongs to 4-year-old fish, which belonged to a male specimen with a length of 42cm. The maximum gonadosomatic index for males and females were 1.70 and 4.92 respectively, both in May. The absolute fecundity increased at different ages, so that three-year-old fish had the lowest and five-year-old fish had the highest absolute fecundity. Calculation of ovum diameter showed an increasing trend from January to June, so that the maximum ovum diameter was calculated in June. Egg diameter had a decreasing trend from June to December and its minimum was calculated in December. Histological studies and maturation frequency showed the beginning reproductive season from mid-spring (May). Significant differences were observed between the reproductive indices of this fish in lentic and lotic ecosystems.

Keywords: Barbel, Southern Caspian Sea basin, Reproductive biology, Gonadosomatic index.