

## بررسی خصوصیات مهم تولیدمثلی ماهی کپور معمولی فرم وحشی (*Cyprinus carpio*) در تالاب انزلی

### چکیده

مطالعه ساختار وزنی، طولی، سنی، نسبت جنسی، قطر تخمک، هم آوری و فصل تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی باهدف کمک به احیای ذخایر آن صورت گرفت. بدین منظور تعداد ۱۰۲۳ قطعه ماهی از مهرماه ۱۳۹۴ تا اسفندماه ۱۳۹۵ به‌طور ماهانه از تالاب انزلی صید گردید. برای تعیین بالغین مراحل رسیدگی جنسی ۳ تا ۷ و برای تعیین ماه‌های تخم‌ریزی از شاخص گنادی-بدنی و مراحل رسیدگی جنسی استفاده شد. نتایج نشان داد که وزن بدن نرهای بالغ (نمونه ۳۳۳)  $54.3/3$  تا  $226.4/3$  ( $687/6 \pm 337/3$ ) گرم و ماده‌های بالغ (نمونه ۳۶۷)  $226.1/1$  تا  $548.3/2$  ( $856/7 \pm 543/2$ ) گرم بوده و بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0.01$ ).  $U = 39999$ ). طول کل نرهای بالغ نیز  $161$  تا  $571$  ( $369/3 \pm 63/1$ ) و ماده‌های بالغ  $260$  تا  $761$  ( $391/7 \pm 23/2$ ) میلی‌متر تعیین گردید که بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0.01$ ).  $U = 52040$ ). همچنین طول کل بلوغ جامعه ( $LM_{50}$ ) ماده‌ها  $352$  میلی‌متر محاسبه گردید. سن در نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۳ تا ۱۰ و ۳ تا ۱۲ سال تعیین شد و شروع سن بلوغ مشترک ۳ سالگی تعیین شد. در دو فصل غالب تخم‌ریزی (بهار و تابستان)، نسبت نرهای بالغ  $1/58$  برابر ماده‌های بالغ کاملاً آماده تا پایان تخم‌ریزی بوده و با نسبت استاندارد تفاوت داشت ( $X^2 = 10/8, P < 0.01$ ). در تخمدان ماهیان بالغ، حداقل ۳ دسته تخمک بزرگ، متوسط و کوچک مشاهده شد. میانگین هم آوری مطلق دسته‌های  $170977/6 \pm 176651/3$  عدد تخمک و هم‌آوری نسبی  $132400 \pm 62400$  عدد تخمک در کیلوگرم وزن ماده محاسبه شد. زمان تخم‌ریزی کپور در تالاب انزلی از فروردین تا مهر و دمای آب  $13$  تا  $27$  درجه سانتی‌گراد تعیین شد. بررسی حاضر نشان داد که ماهی کپور معمولی در تالاب انزلی تنها تخم‌ریزی متناوب چندباره در هر فصل تولیدمثل را انتخاب نموده که با زمان تخم‌ریزی و میزان هم آوری آن که بیشتر از سایر مناطق سواحل جنوبی دریای خزر بود، همخوانی دارد.

واژگان کلیدی: *Cyprinus carpio*، کپور معمولی، فصل تخم‌ریزی، بلوغ، تالاب انزلی.

کیوان عباسی<sup>۱\*</sup>

ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی<sup>۲</sup>

محمد صیاد بورانی<sup>۳</sup>

حسین رحمانی<sup>۴</sup>

۱ و ۳. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران.

۲ و ۴. گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

\*مسئول مکاتبات:

keyvan\_abbasi@yahoo.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۱۰۸۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۶

این مقاله پژوهشی و برگرفته از رساله

دکتری است

### مقدمه

تعیین ویژگی‌های تولیدمثلی ماهیان به‌ویژه ماهیان اقتصادی، اهمیت زیادی در مدیریت منابع آبی، چه از نظر حفظ تنوع زیستی و چه بهره‌برداری پایدار شیلاتی دارد. از مهم‌ترین ویژگی‌های تولیدمثلی ماهیان می‌توان رفتارهای تخم‌ریزی مانند مهاجرت، سن بلوغ، طول بلوغ جمعیت، دفعات تخم‌ریزی در طی زندگی، نوسانات فصلی تخم‌ریزی، شیوه تولیدمثل، نسبت جنسی مولدین و میزان هم آوری را نام برد که شروط لازم برای ارزیابی پتانسیل تولیدمثل به شمار می‌روند (Potts and Wootton, ۱۹۸۹; Biswas, ۱۹۹۳; Sivakumaran et al.; Agarwal, ۱۹۹۹). زمان‌های تخم‌ریزی در ماهیان چنان دقیق تنظیم شده که شانس بقاء تخم‌ها و لاروهای آن‌ها را به حداکثر برسانند (Nikolskii, ۲۰۰۳).



۱۹۶۳). تعیین ماه‌های تخم‌ریزی در مدیریت شیلاتی ماهیان از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و این دوره، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند دمای آب، دوره نوری، میزان شوری، امواج، موقعیت ماه، ذخیره غذایی مولدین، منابع غذایی فرزندان، سیلاب، آب‌گذر، بستر تخم‌ریزی، سرعت جریان و کیفیت فیزیکی‌وشیمیایی آب و تراکم ماهیان می‌باشد (Agarwal, ۱۹۹۹; Wootton, ۱۹۹۰; Potts and Wotton, ۱۹۸۹).

مشاهده مستقیم تخم‌ریزی ماهیان در طبیعت بسیار مشکل و هزینه‌بردار بوده، لذا تغییرات ماهانه شاخص‌های گنادی و کبدی و ترکیب مراحل رسیدگی جنسی ماهیان بالغ و نیز فراوانی تخم‌های جنین‌دار، لاروها و بچه ماهیان جوان به‌صورت غیرمستقیم جهت تعیین فصل تخم‌ریزی و تعیین دوره تخم‌ریزی در یک‌گونه محسوب می‌شود (Cubillos and Claramunt, ۲۰۰۹; Potts and Wootton, ۱۹۸۹; Biswas, ۱۹۹۳).

بررسی تولیدمثلی ماهی کپور معمولی در دنیا به دلیل اهمیت اقتصادی آن، بسیار انجام‌شده است (Alikunhi, ۱۹۶۶; Crivelli, ۱۹۸۱; McCrimmon, ۲۰۰۳; Hume et al., ۱۹۸۳; Fernandez-Delgado, ۱۹۹۰; Horvath, ۱۹۸۵; Sivakumaran et al., ۱۹۶۸; Hailu, ۲۰۱۳; Smith, ۱۹۹۹; Humphries et al., ۲۰۰۲; Bircan and Erdem, ۱۹۹۷; Brown et al., ۲۰۰۳; Froese; Attal et al., ۲۰۱۷; Smith and Walker, ۲۰۰۴; Smith, ۲۰۰۴; Tempero et al., ۲۰۰۶; Britton et al., ۲۰۰۷; and Pauly, ۲۰۲۰). در حوزه دریای خزر نیز به آن پرداخته‌شده است (کازانچف، ۱۹۸۱؛ قلی‌اف، ۱۹۹۷؛ عبدلی و نادری، ۱۳۸۷؛ کیوانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ عباسی، ۱۳۹۶؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Berg, ۱۹۴۹؛ Nikolskii, ۱۹۶۳؛ اشاره نمود. در آب‌های ایرانی دریای خزر نیز می‌توان مطالعات انجام‌شده در سواحل گلستان (قحقی و همکاران، ۱۳۸۶؛ قلیچی و همکاران، ۱۳۸۹؛ رهنما و همکاران، ۱۳۹۱؛ Vazirzadeh et al., ۲۰۱۴) و در کل استان‌های ساحلی (فضلی و همکاران، ۱۳۹۰) را نام برد. در تالاب انزلی درگذشته اگرچه مطالعاتی روی میزان صید (طالبی حقیقی و همکاران، ۱۳۷۶) و ساختار طولی، وزنی و سنی ماهی کپور معمولی (موسوی‌گلسفید، ۱۳۸۰) انجام‌شده اما اطلاعاتی راجع به خصوصیات تولیدمثلی این ماهی وجود ندارد.

کپور معمولی گونه‌ای اقتصادی و مهم از کپور ماهیان بوده و فرم بومی آن در ایران تنها در حوزه دریای خزر (ارس، سواحل آستارا تا ترکمن و پایین‌دست تعداد بسیار محدودی رودخانه‌ها) وجود داشته و منطقه تراکم اصلی آن تالاب انزلی و سواحل گلستان است (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷؛ فضلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ عبدالملکی و غنی نژاد، ۱۳۹۴؛ عباسی، ۱۳۹۶). صید سالانه این ماهی در ده سال اخیر، در سواحل گیلان کمتر از ۳۰ تن و در تالاب انزلی بین ۲۵۰ تا ۴۶۹ تن گزارش گردید (اداره کل شیلات گیلان، ۱۳۹۶). اگرچه آمار صید نشانگر صید خوب ماهی کپور معمولی در سال‌های اخیر در تالاب انزلی است، اما با توجه به صید زیاد و کنترل نشده ماهیان، افزایش روند ورود آلاینده‌ها و نیز بروز خشک‌سالی‌ها، به نظر می‌رسد بلایی که بر سر اغلب ماهیان اقتصادی تالاب انزلی آمده و صید آن‌ها به‌شدت کاهش یافته است، ممکن است در سال‌های آتی نه‌چندان دور راجع به ماهی کپور وحشی تالاب نیز صدق نماید.

بنابراین با توجه به اطلاعات اندک و ناقص راجع به تولیدمثلی ماهی کپور معمولی در سواحل جنوبی دریای خزر و نبود اطلاعات تولیدمثلی در تالاب انزلی، مطالعه ویژگی‌های مهم تولیدمثلی آن شامل ماه‌های تخم‌ریزی، تناوب تخم‌ریزی، سن بلوغ، طول بلوغ جامعه، ساختار جنسی بالغین، هم‌آوری و قطر تخمک‌ها، باهدف کمک به احیای ذخایر آن از طریق تکثیر طبیعی و مصنوعی ضرورت یافت.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری ماهی کپور معمولی در داخل مناطق چهارگانه تالاب انزلی با طول جغرافیایی ۴۹°۲۴' تا ۳۰°۳۰' و عرض جغرافیایی ۳۷° ۲۵' تا ۳۷° ۲۷' از مهرماه سال ۱۳۹۴ تا اسفند ۱۳۹۵ به مدت ۱۸ ماه متوالی با استفاده از دستگاه الکتروشوکر و تور گوشگیر انجام شد و تعداد ۱۰۲۳ قطعه ماهی صید و به‌صورت تازه به آزمایشگاه ماهی‌شناسی پژوهشکده آبرزی‌پروری آب‌های داخلی انتقال یافت و بلافاصله موردبررسی قرار گرفت. در ابتدا، وزن بدن با توجه به‌اندازه آن با ترازوی با دقت ۱ یا ۰/۰۱ گرم تعیین و طول کل و چنگالی ماهیان با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

سپس تعداد ۵ عدد فلس مابین باله پشتی و خط جانبی برداشت و سن ماهیان تعیین گردید (پرافکنده، ۱۳۸۷) و متعاقب آن، شکم نمونه‌ها با قیچی باز و امعاء و احشاء خارج شد و جنسیت مشخص گردید (Brown et al., ۲۰۰۵) و پس از آن توزین گناد نر و ماده و نیز کبد با ترازوی دقت ۰/۰۱ گرم و در صورت نیاز ۰/۰۰۰۱ گرم انجام شد.

برای تعیین طول بلوغ جامعه یا  $LM_{50}$  (Length Maturity ۵۰) و نیز طول بلوغ ۷۵ درصد ( $LM_{75}$ )، از فراوانی ماهیان ماده بالغ در مقابل طولی از ماهی که ۵۰ و ۷۵ درصد بالغ باشند، با استفاده از معادله لجستیکی  $P = \frac{1}{1 + \exp[-(a+bTL)]}$  (Biswas, ۱۹۹۳)؛ (King, ۱۹۹۵) که مقدار P نسبت ماده‌های بالغ (مرحله ۲ تا ۷ رسیدگی جنسی) نسبت به کل ماده‌ها بوده و یک منحنی برای نسبت ماده‌های بالغ و طول کل (در کلاسه طولی یک سانتی‌متری) بر اساس معادله داده شد. پارامترهای a و b به وسیله آنالیز رگرسیون متغیرهای P و TL پس از تصحیح نمودن نسبت، برآورد گردید. آنگاه طول در ۵۰ درصد بلوغ جنسی ( $LM_{50}$ ) از نسبت  $a/b$  ( $LM_{50} = a/b$ ) محاسبه شد. جهت تعیین سن بلوغ نیز، از بررسی شاخص گنادی و مرحله رسیدگی ماهی استفاده گردید و سن بلوغ و طول و وزن بلوغ به تفکیک هر جنس تعیین شد. جهت تعیین ترکیب جنسی از فراوانی هر جنس در هر فصل و سن بهره‌گیری گردید.

جهت تعیین زمان تخم‌ریزی از روش تغییر نرخ شاخص گنادی، شاخص کبدی و مراحل رسیدگی جنسی در ماه‌های مختلف استفاده شد (Biswas, ۱۹۹۳; Smith and Walker, ۲۰۰۴; Alonso-Fernandez et al., ۲۰۰۸). جهت تعیین درصد شاخص گنادی ( $GSR = Gonado-Somatic Ratio$ ) از فرمول  $GSR = 100 \cdot GW/BW$  استفاده شد که GW وزن گناد و BW وزن شکم پر بدن می‌باشد (Biswas, ۱۹۹۳; Smith and Walker, ۲۰۰۴). جهت تعیین شاخص کبدی ( $HSI = Hepato-Somatic Index$ ) از فرمول  $HSI = 100 \cdot HW/BW$  به تفکیک جنس در ماه‌های مختلف استفاده شد که HW وزن کبد و BW وزن شکم پر بدن می‌باشد (Biswas, ۱۹۹۳). جهت تعیین زمان تخم‌ریزی این ماهی از روش ۷ مرحله‌ای رسیدگی جنسی (Brown et al., ۲۰۰۵) استفاده شد که مراحل ۱ تا ۷ به ترتیب ماهیان نابالغ (immature)، بالغ (Mature)، آماده تخم‌ریزی (runningripe)، بخشی تخم‌ریزی کرده (partiallyspent)، پایان تخم‌ریزی (fullyspent)، دوره استراحت پس از تخم‌ریزی (resting) و رشد مجدد گنادی (redeveloping) بوده که نمونه ماهیان مرحله ۱ (نابالغ) در محاسبات منظور نشدند.

برای تعیین الگوی تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی، اینکه در هر سال یک‌بار یا چند بار تخم‌ریزی می‌نماید، اندازه‌گیری تصادفی قطر ۱۵۰ تا ۲۵۰ عدد تخمک داخل تخمدان ۲۰ نمونه ماهی مراحل رسیدگی جنسی ۱ (نابالغ)، ۲ (بالغ) و ۳ (آماده تخم‌ریزی) با استفاده از آکولامتر لوپ دوچشمی انجام شد. به منظور تعیین هم‌آوری در ماهی کپور معمولی با تخمدان اواخر بلوغ و آماده تخم‌ریزی، مقداری تخمک از مناطق اول، وسط و انتهای تخمدان چپ برداشت‌شده و مخلوط گردید و پس از توزین دقیق با ترازوی ۰/۰۰۰۱ گرم، به ظرف محتوی فرمالین ۵ درصد وارد شد و پس از چند هفته، جداسازی و شمارش تخمک‌ها در زیر لوپ دوچشمی (استریوسکوپ) انجام شد. از معادله  $F = nG/g$  برای تعیین هم‌آوری استفاده گردید که F هم‌آوری دسته (batch)، مطلق یا سالانه، n تعداد تخمک، G وزن گناد و g وزن نمونه می‌باشد (Biswas, ۲۰۰۳; Brown et al., ۲۰۰۳) و تعداد تخمک‌های هیدراته یا بزرگ به‌عنوان هم‌آوری دسته‌ای، مجموع تعداد تخمک‌های هیدراته (بزرگ) و زرده‌ای (متوسط) به‌عنوان هم‌آوری مطلق و مجموع تعداد تخمک دستجات ۱ تا ۳ (بزرگ، متوسط و کوچک) به‌عنوان هم‌آوری سالانه مطابق نظر منابع علمی (Brown et al., ۲۰۰۳; Oliveira et al., ۲۰۱۰; Alonso-Fernandez et al., ۲۰۰۸; Beer et al., ۲۰۱۳) منظور شدند.

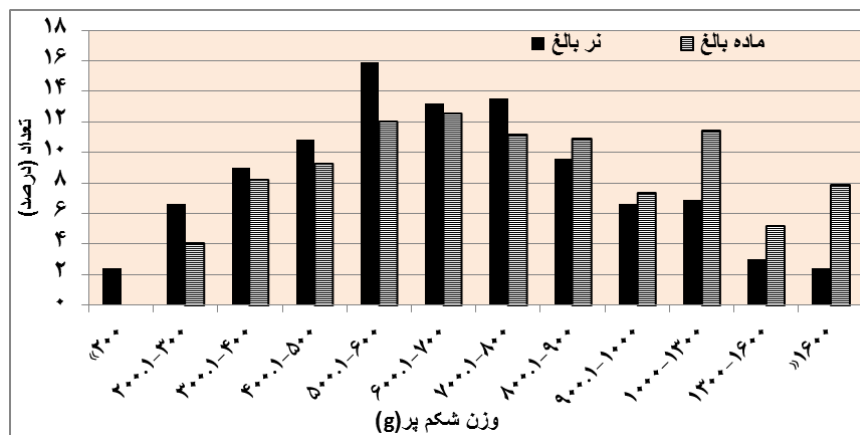
کلیه داده‌های ثبت‌شده وارد نرم‌افزار صفحه گسترده (EXCEL) شده و نمودارهای لازم تهیه گردید. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه شانزدهم داده‌های آمار توصیفی و تحلیلی استخراج گردید. برای این کار، ابتدا بررسی نرمال بودن داده‌های وزن، طول، سن، شاخص‌های گنادی، کبدی، هم‌آوری و قطر تخمک با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov صورت گرفت و در صورت نرمال بودن یا نبودن توزیع داده‌ها، تفاوت آماری به ترتیب با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و کروسکال-والیس (Kruskall-Wallis) تعیین گردید و در صورت وجود اختلاف، به ترتیب از آزمون‌های جفتی توکی (Tukey) و من-ویتنی (Mann-Whitney) برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها در سطح

اطمینان ۹۵ درصد ( $a=0.05$ ) و ۹۹ درصد ( $a=0.01$ ) استفاده شد. جهت تفاوت در نسبت جنسی نیز از آزمون مربع کای ( $\chi^2$ )، برای محاسبه همبستگی بین عوامل مختلف از آزمون همبستگی پیرسون یا اسپیرمن (در صورت نرمال نبودن) و برای سایر عوامل از آزمون‌های آماری مناسب دیگر (Zar, ۲۰۱۰) استفاده شد.

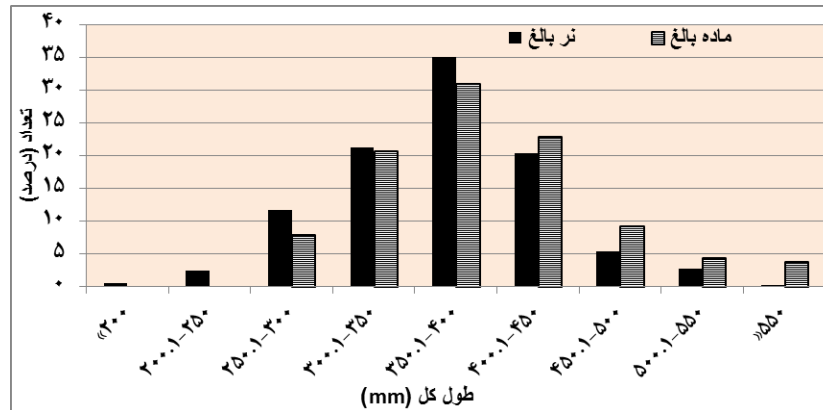
## نتایج

در طی ۱۸ ماه نمونه‌برداری، تعداد ۴۶۷، ۴۹۹ و ۵۷ نمونه ماهی کپور معمولی فرم وحشی به ترتیب متعلق به نر، ماده و نامشخص در تالاب انزلی صید گردید که ۷۱/۳ درصد نرها و ۷۳/۶ درصد ماده‌ها بالغ بودند. وزن شکم پر ماهیان نر بالغ (نمونه ۳۳۳) ۵۴/۳ تا ۲۲۶۴ با میانگین  $687/60 \pm 337/3$  گرم و ماده بالغ (نمونه ۳۶۷) ۲۲۶/۱ تا ۵۴۸۳ با میانگین  $856/67 \pm 543/2$  گرم تعیین شد که بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ( $U=49999/5, P<0.01$ ). بررسی ساختار وزنی نشان داد نرهای بالغ کوچک‌تر از ۲۰۰ و بالاتر از ۱۳۰۰ گرم فراوانی بسیار ناچیزی داشته و ماهیان ۵۰۰ تا ۸۰۰ گرم با فراوانی ۴۲/۶ درصد غالب بودند، در ماده‌های بالغ، ماهیان کوچک‌تر از ۲۰۰ گرم مشاهده نشد و ماهیان ۲۰۰ تا ۳۰۰ گرمی نیز کمیاب بودند و مانند نرها، ماهیان ۵۰۰ تا ۸۰۰ گرم بیشترین فراوانی (۳۵/۷ درصد) را دارا بودند اما چولگی به سمت راست بود (شکل ۱).

طول کل ماهیان نر بالغ نیز ۱۶۱ تا ۵۷۱ با میانگین  $369/34 \pm 63/13$  میلی‌متر و ماده بالغ ۲۶۰ تا ۷۶۱ با میانگین  $391/26 \pm 72/15$  میلی‌متر تعیین گردید که بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $U=52040/5, P<0.01$ ). بررسی ترکیب طولی ماهیان نر و ماده بالغ نشان داد در نرها ماهیان کوچک‌تر از ۲۵۰ و بالاتر از ۵۰۰ میلی‌متر فراوانی بسیار ناچیزی داشته و ماهیان ۳۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر با فراوانی ۳۵/۱ درصد غالب بودند، در ماده‌ها نیز ماهیان کوچک‌تر از ۲۵۰ میلی‌متر مشاهده نشد و ماهیان بزرگ‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر نیز کمیاب بودند و همانند نرها، ماهیان ۳۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر بیشترین فراوانی (۳۱/۱ درصد) را داشتند (شکل ۲).

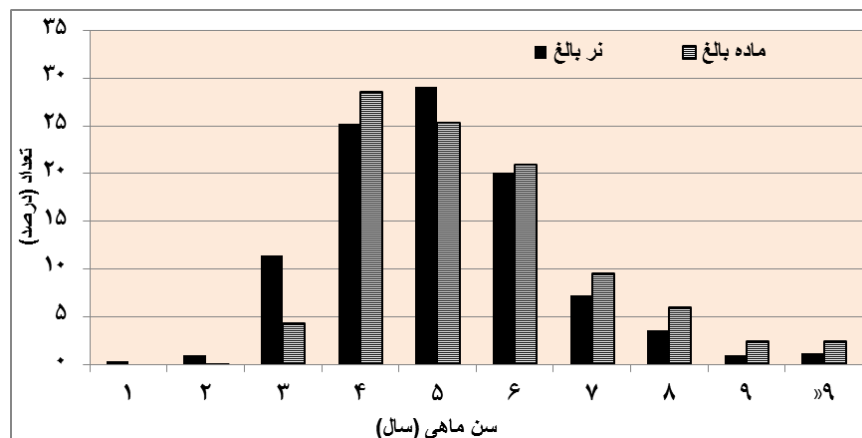


شکل ۱: فراوانی وزنی ماهیان بالغ کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به تفکیک جنسیت در تالاب انزلی (۱۳۹۴-۱۳۹۵).



شکل ۲: فراوانی طولی ماهیان بالغ کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به تفکیک جنسیت در تالاب اهواز (۱۳۹۴-۱۳۹۵).

مطالعه فراوانی نمونه‌های بالغ در طول بلوغ جامعه یا ۵۰ درصد افراد (LM<sup>۵۰</sup>) و طول ۷۵ درصد جمعیت (LM<sup>۷۵</sup>) نشان داد طول کل بلوغ ۵۰ و ۷۵ درصد ماده‌ها به ترتیب ۳۵۲ و ۴۱۰ میلی‌متر و طول چنگالی نیز به ترتیب ۳۳۱ و ۳۸۵ میلی‌متر می‌باشد. بررسی ترکیب سنی ماهیان نشان داد که سن در ماهیان نر بالغ ۱ تا ۱۰ با میانگین  $5/03 \pm 1/5$  سال و در ماده‌های بالغ ۲ تا ۱۲ با میانگین  $5/41 \pm 1/6$  سال بوده و بین آن‌ها اختلاف آماری مشاهده شد ( $U = 53744/5, P < 0/01$ ). همچنین در نرها و ماده‌های بالغ، ماهیان ۳ ساله به ترتیب ۱۱/۴ و ۴/۴ درصد تعداد بالغین را تشکیل دادند و ماهیان ۴ تا ۶ ساله به‌طور مشابهی جمعاً حدود ۷۵ درصد جمعیت را تشکیل دادند (شکل ۳).



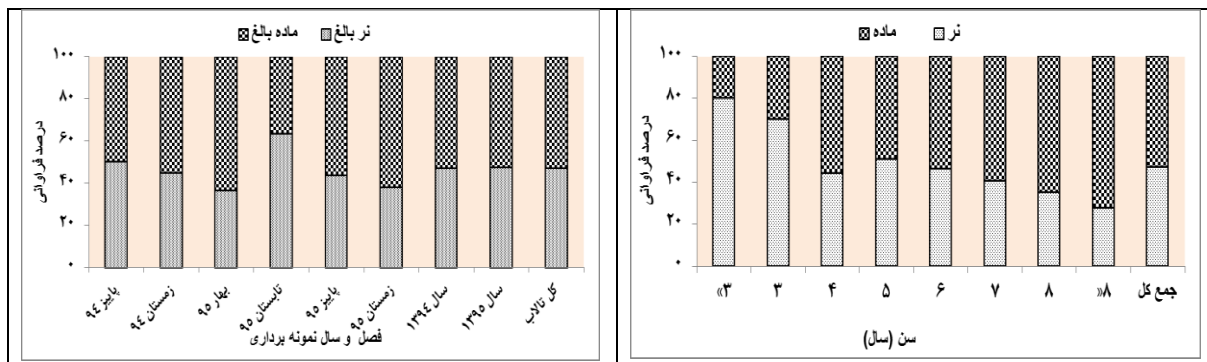
شکل ۳: فراوانی سنی بالغین کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به تفکیک جنسیت در تالاب اهواز (۱۳۹۴-۱۳۹۵).

بررسی سن بلوغ ماهی کپور معمولی نشان داد که در ۴۹ نمونه نر یک‌ساله تنها یک نمونه بالغ و از ۴۶ نمونه نر ۲ ساله تنها ۳ نمونه بالغ بودند، اما ۶۳ درصد نرهای ۳ ساله و ۸۸ درصد نرهای ۴ ساله بالغ بودند. بنابراین شروع سن بلوغ نرهای کپور معمولی در تالاب اهواز ۳ سالگی تعیین شد، باین‌حال ۶۳ درصد نرهای ۴ ساله و ۸۹ درصد نرهای ۵ ساله بالغ بودند، ولی ماهیان نر بزرگ‌تر از ۵ سال، همگی بالغ بودند. در

ماده‌های بالغ، نمونه ۱ ساله مشاهده نگردید و از ۳۸ نمونه ماده ۲ ساله، تنها یک نمونه بالغ بود اما به ترتیب حدود ۳۶ و ۸۷ درصد ماده‌های ۳ و ۴ ساله بالغ بودند بنابراین شروع سن بلوغ ماده‌های کپور معمولی در تالاب انزلی نیز ۳ سالگی تعیین شد با این حال ۸۷ و ۹۵ درصد به ترتیب نرهای ۴ و ۵ ساله بالغ بودند، و ماهیان ماده بزرگ‌تر از ۵ سال همگی بالغ بودند. سن بلوغ جمعیت ( $AM^{50}$ ) ماهی کپور معمولی در بررسی حاضر در نرها و ماده‌ها به ترتیب ۲/۷ و ۳/۳ سال تعیین شد.

نسبت جنسی نر و ماده بالغ بسیار نزدیک هم بوده (شکل ۴) و اختلاف آماری معنی‌دار نداشت ( $X^2=1,65, P>0,05$ ). در بین ۶ فصل موردبررسی، نسبت جنسی تنها در بهار ( $X^2=12/52, P<0/01$ ) و تابستان ۹۵ ( $X^2=13/09, P<0/01$ ) اختلاف نشان داد. نسبت نرهای بالغ تا سن ۳ سالگی بیش از ماده‌های بالغ بود اما در سنین ۴ تا ۶ سالگی نسبت جنسی متعادل و در سنین بالاتر به نفع ماده‌ها بود (شکل ۴)، به طوری که ماده‌ها به ترتیب حدود ۵۹، ۶۵ و ۷۲ درصد بالغین را در سنین ۷، ۸ و بزرگ‌تر از ۸ سالگی تشکیل دادند. آزمون کروسکال-والیس نشان داد نسبت جنسی بالغین در سن ۳ ( $X^2=8/96, P<0/01$ ) و بزرگ‌تر از ۸ سال ( $X^2=4/84, P<0/05$ ) با نسبت استاندارد (۱:۱) متفاوت می‌باشد. به طور کلی، در ماهیان ۳ ساله و کوچک‌تر، نرها غالب ( $X^2=10/59, P<0/01$ )، در ماهیان ۴ تا ۶ ساله نسبت متعادل و در ماهیان ۷ سال و بزرگ‌تر ماده‌ها غالب ( $X^2=8/68, P<0/01$ ) بودند و نسبت جنسی با نسبت استاندارد (۱:۱) متفاوت بود.

نرهای بالغ در ماهیان کوچک‌تر از ۳۰۰، ۳۰۰ تا ۴۰۰، ۴۰۰ تا ۵۰۰ و بزرگ‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر به ترتیب حدود ۶۲/۸، ۴۹/۷، ۴۲/۲ و ۲۵/۰ درصد کل بالغین را تشکیل دادند. نسبت جنسی بالغین در ماهیان کوچک‌تر از طول کل ۳۰۰ میلی‌متر ( $X^2=5/13, P<0/05$ )، ماهیان ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر ( $X^2=5/02, P<0/05$ ) و بزرگ‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر ( $X^2=10/01, P<0/01$ ) با نسبت استاندارد (۱:۱) متفاوت بود. بررسی نسبت جنسی بالغین در دو فصل غالب تخم‌ریزی (بهار و تابستان ۹۵) برای ماهیان بالغ کاملاً آماده (مرحله ۳) تا پایان تخم‌ریزی (مرحله ۵) نشان داد که نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۶۱/۲ و ۳۸/۸ درصد جمعیت بالغین (۱/۵۸ نر به ۱ ماده) را تشکیل داده و با نسبت استاندارد متفاوت می‌باشد ( $X^2=10/77, P<0/01$ ).



شکل ۴: ترکیب جنسی بالغین ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به تفکیک فصل (راست) و سن (چپ) در تالاب انزلی در سال ۹۵-۱۳۹۴.

شاخص گنادی (GSR) ماده‌های بالغ ۰/۳۰ تا ۳۲/۰۷ با میانگین  $6/13 \pm 5/90$  درصد و شاخص کبدی ۰/۵۶ تا ۴/۶۶ با میانگین  $2/22 \pm 0/79$  درصد تعیین شد. شاخص گنادی در جنس ماده از مهر تا بهمن ۹۴ به تدریج و تا اسفند شدیداً افزایش یافته و با کاهشی در فروردین ۹۵ در اردیبهشت مجدد افزایش پیدا نمود اما مقدار آن به اندازه اوج قبلی نبود (جدول ۲ و شکل ۵)، مجدداً این مقدار در خرداد کاهش و تأثیر کمی کاهش و سپس در مرداد افزایش یافت و مجدداً در شهریور کاهش یافته و از آن پس همانند مهر تا اسفند سال گذشته، با تغییرات اندکی افزایش پیدا نمود. بنابراین در این ماهی سه اوج شاخص گنادی به ترتیب در اسفند ۹۴، اردیبهشت ۹۵ و مرداد ۹۵ وجود داشت که بین ماه‌ها ( $X^2=70/73, P<0/01$ ) و

نیز بین فصول ( $X^2 = 46/17, P < 0/01$ ) تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده شد. میزان شاخص کبیدی (HPI) نیز روند معکوسی با تغییرات ماهانه شاخص گنادی نشان داد و تنها در سه ماه شهریور تا آبان ۹۵ همسو بودند (شکل ۶)، در این شاخص نیز بین ماه‌های مختلف ( $P < 0/01$ )،  $54/35$  ( $X^2 = 25/17, P < 0/01$ ) و نیز در فصول مورد بررسی ( $X^2 = 25/17, P < 0/01$ ) تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده گردید.

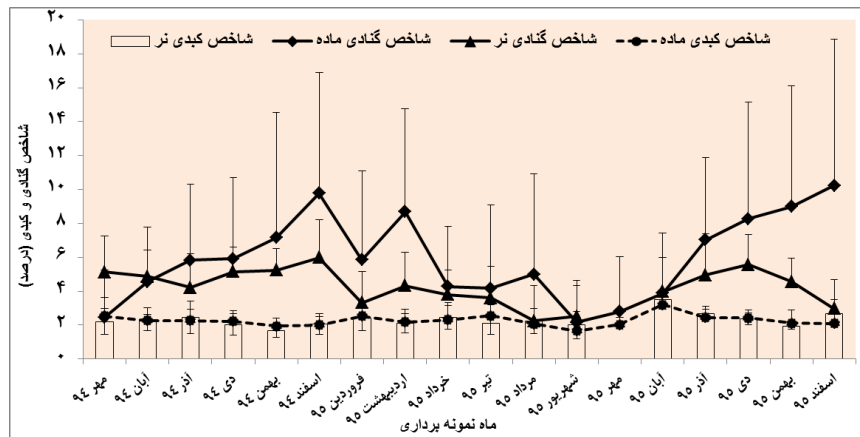
روند کلی ماهانه شاخص گنادی در نرها شبیه ماده‌ها بود (جدول ۲ و شکل ۵)، به عبارتی از مهر تا آذر ۹۴ کاهش و مجدداً تا اسفند ۹۴ افزایش یافته و با کاهشی در فروردین ۹۵، مجدداً در اردیبهشت افزایش یافت، اما مقدار آن به اندازه اوج قبلی نبود، سپس تا شهریور ۹۵ به تدریج کاهش و از آن به بعد نسبتاً مشابه مهر تا اسفند سال گذشته بوده و با تغییرات اندکی تا دی افزایش و سپس برخلاف سال گذشته، تا اسفند کاهش یافت. بنابراین در نرها ۲ اوج همانند ماده‌ها وجود داشت که در اولین اوج بزرگ‌تر بوده و بین ماه‌ها ( $X^2 = 103/55, P < 0/01$ ) و نیز بین فصول ( $X^2 = 8/43, P < 0/01$ ) تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده گردید. میزان شاخص کبیدی در نرها نیز همانند ماده‌ها روند معکوسی با تغییرات ماهانه شاخص گنادی نشان داد و تنها در بهمن تا اسفند ۹۴، خرداد تا تیر و دی تا بهمن ۹۵ همسو بودند (شکل ۵)، در این شاخص نیز بین ماه‌ها ( $P < 0/01$ ) و نیز بین فصول ( $X^2 = 58/25, P < 0/01$ ) و نیز بین فصول ( $X^2 = 45/27, P < 0/01$ ) تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده گردید.

## جدول ۲: داده‌های شاخص گنادی-بدنی (GSR) ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تالاب انزلی به تفکیک جنس و ماه در سال ۹۵-۱۳۹۴.

ماه	جنس ماده			ماه	جنس نر			دمای آب
	تعداد	±S.D میانگین	±S.D		تعداد	±S.D میانگین	±S.D	
مهر ۹۴	۹	۲/۴۶±۲/۷۹	۱۳	۹۵	۲۱/۸±۰/۹	۵/۱۲±۲/۱۵	۲۱/۸±۰/۹	
آبان ۹۴	۱۹	۴/۵۷±۳/۲۳	۱۱	مرداد ۹۵	۱۴/۲±۰/۳	۴/۸۶±۱/۵۶	۱۴/۲±۰/۳	
آذر ۹۴	۱۴	۵/۸۳±۴/۴۷	۱۹	شهریور ۹۵	۱۲/۰±۰/۳	۴/۲۱±۱/۹۸	۱۲/۰±۰/۳	
دی ۹۴	۲۱	۵/۹۲±۴/۸۰	۱۷	مهر ۹۵	۷/۹±۰/۴	۵/۱۶±۱/۴۳	۷/۹±۰/۴	
بهمن ۹۴	۲۸	۷/۱۶±۷/۳۹	۱۴	آبان ۹۵	۱۰/۶±۰/۳	۵/۲۳±۱/۳۰	۱۰/۶±۰/۳	
اسفند ۹۴	۲۶	۹/۷۷±۷/۱۵	۳۱	آذر ۹۵	۱۳/۱±۱/۶	۵/۹۷±۲/۲۶	۱۳/۱±۱/۶	
فروردین ۹۵	۴۲	۵/۸۵±۵/۲۳	۲۶	دی ۹۵	۱۵/۰±۰/۰	۳/۳۲±۱/۸۴	۱۵/۰±۰/۰	
اردیبهشت ۹۵	۴۲	۸/۶۸±۶/۰۶	۲۸	بهمن ۹۵	۱۹/۵±۱/۷	۴/۳۲±۱/۹۹	۱۹/۵±۱/۷	
خرداد ۹۵	۲۵	۴/۲۹±۳/۵۵	۱۱	اسفند ۹۵	۲۳/۹±۱/۲	۳/۸۰±۱/۴۴	۲۳/۹±۱/۲	

در این مدت، دمای آب تالاب از مهر تا دی ۹۴ ( $7/9 \pm 0/4$  درجه سانتی‌گراد) کاهش و از آن به بعد تا مرداد ( $27/6 \pm 2/1$  درجه سانتی‌گراد) به حداکثر خود رسید (جدول ۲) و مجدداً با سرعت خوبی تا آذر کاهش یافته ( $4/3 \pm 0/1$  درجه سانتی‌گراد) و مجدداً در دی ۹۵ افزایش یافت ( $7/9 \pm 0/7$  درجه سانتی‌گراد) و سپس با کاهشی در بهمن، تا اسفندماه ۹۵ ( $10/7 \pm 1/0$  درجه سانتی‌گراد) افزایش یافت. همچنان که مشاهده گردید (شکل ۵)، اولاً شاخص گنادی در هر دو جنس در اولین اوج بیشترین بود و ثانیاً حد بیشینه و میانگین آن در ماه‌های مختلف (با استثناء) و نیز در کل

مطالعه در نرها کمتر از ماده‌ها بود. بنابراین با توجه به شاخص گنادی ماده‌ها و نرها و همچنین ترکیب مراحل رسیدگی جنسی، زمان تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی تالاب انزلی از احتمالاً اسفند و قطعاً از فروردین تا مهر بوده و اوج آن در ماه‌های فروردین تا خرداد و در دمای آب ۱۳ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد تعیین شد.

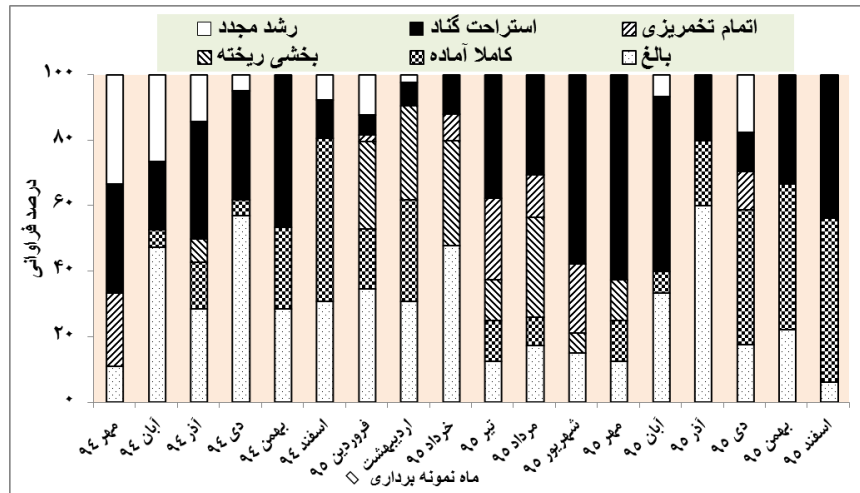


شکل ۵: تغییرات ماهانه شاخص‌های گنادی و کبدی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تالاب انزلی به تفکیک جنسیت (۱۳۹۴-۱۳۹۵).

میزان همبستگی پیرسون (I) بین وزن گناد و وزن شکم پر نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸۷، بین وزن گناد و طول کل در نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۷۴ و بین وزن بدن و سن نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۶۶ تعیین شد. میزان همبستگی پیرسون (I) بین وزن کبد و وزن شکم‌پر نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۸۰، بین وزن کبد و طول کل در نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۰/۸۴ و ۰/۸۱ و بین وزن کبد و سن نرها و ماده‌های بالغ به ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۷۶ تعیین شد که در همه آن‌ها همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود. همچنین، بین وزن گناد و کبد در کل نرها و ماده‌ها، میزان همبستگی پیرسون (I) به ترتیب ۰/۷۱ و ۰/۶۲ تعیین شد که در آن‌ها همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود.

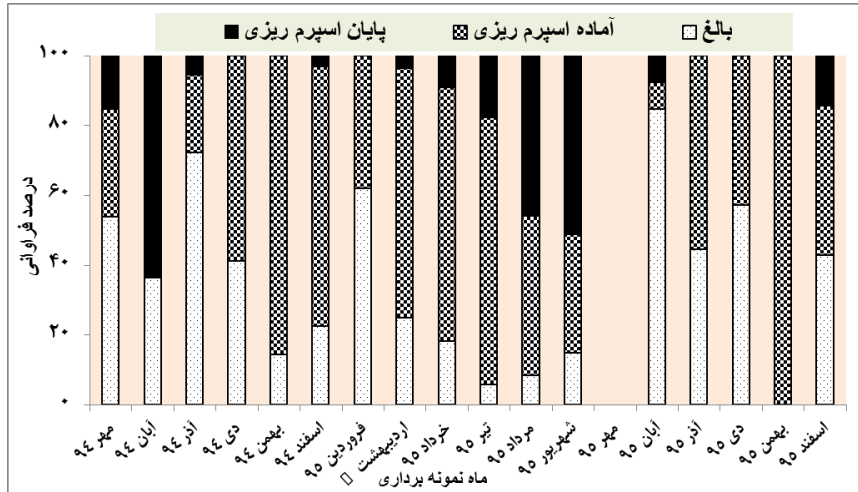
بررسی ترکیب مراحل رسیدگی جنسی ماده‌ها نشان داد (شکل ۶) ماهیان بالغ (مرحله ۲) در همه ماه‌های سال (بیشتر در آبان ۹۴ تا خرداد ۹۵ و نیز آبان و آذر ۹۵)، ماهیان کاملاً آماده (مرحله ۳) در تمامی ماه‌ها به جز ۳ ماه (بیشتر در بهمن ۹۴ تا اردیبهشت ۹۵ و نیز آذر تا اسفند ۹۵)، ماهیان مرحله ۴ (که بخشی از تخم‌ها ریخته) در آذر ۹۴ و نیز در فروردین تا مهرماه ۹۵ (بیشتر در فروردین تا خرداد و مرداد ۹۵) و ماهیان مرحله ۵ (پایان تخم‌ریزی) در مهر ۹۴، فروردین ۹۵ و خرداد تا شهریور و دی‌ماه ۹۵ مشاهده گردیدند (شکل ۶). ماهیان مرحله ۶ (در حال ترمیم تخمدان)، در همه ماه‌ها مشاهده گردیدند که کمترین درصدها مربوط به فروردین و اردیبهشت و بیشترین درصدها مربوط به مهر تا بهمن ۹۴، تیر تا آبان ۹۵ و نیز بهمن و اسفند ۹۵ بوده و ماهیان مرحله ۷ (ماهیان بالغ درحال توسعه گنادی مجدد) در مهر تا دی و اسفند ۹۴، فروردین، اردیبهشت، آبان و دی ۹۵ مشاهده گردیدند و بیشترین مقدار آن‌ها مربوط به ماه‌های مهر و آبان ۹۴ و کمترین مقدار آن‌ها مربوط به اسفند ۹۴، اردیبهشت و آبان ۹۵ بود (شکل ۶). درصد ماهیان بالغ و کاملاً آماده در ماه‌های اسفند ۹۴ و اردیبهشت ۹۵ بالا بوده که با بیشینه شاخص گنادی ماده‌ها (شکل ۵) همخوانی داشت. اوج کوچک در مرداد نیز با درصد مجموع ماهیان بالغ، قسمتی تخم‌ریزی نموده و تا حدی ماهیان در حال استراحت، در ارتباط بود. در تیر و شهریور تا آبان ۹۵ ماهیان مراحل اتمام تخم‌ریزی، استراحت گنادی و رشد مجدد که همگی دارای گناد کوچک‌تر هستند، غالب بودند.

(۶۰ تا ۷۹ درصد ماهیان). با توجه به درصد مراحل جنسی ۴ و تا حدی مرحله ۵ (شکل ۶)، تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در سه فصل بهار (بیک)، تابستان و پاییز (خیلی کمتر) صورت گرفت.



شکل ۶: تغییرات ماهانه مراحل رسیدگی جنسی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ماده بالغ در تالاب انزلی (۱۳۹۴-۱۳۹۵).

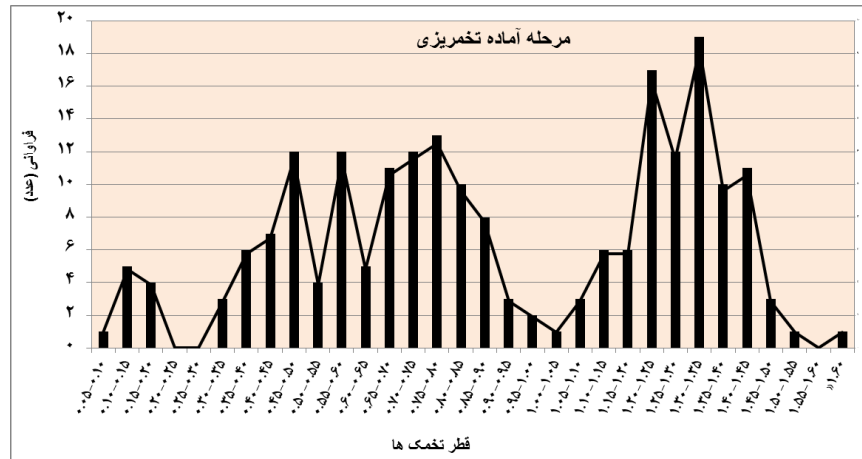
بررسی ترکیب مراحل رسیدگی جنسی نرها نشان داد ماهیان بالغ (مرحله ۲) در همه ماه‌ها به‌جز بهمن ۹۵، ماهیان کاملاً آماده (مرحله ۳) در تمامی ماه‌ها به‌جز تیر و شهریور ۹۵، ماهیان مرحله ۴ (که بخشی از اسپرم‌ها ریخته) در مهر، آذر (ناچیز) و اسفند ۹۴ و فروردین تا شهریور ۹۵، ماهیان مرحله ۵ (پایان اسپرم‌ریزی) در مهر تا آذر ۹۴ و خرداد تا آبان ۹۵، ماهیان مرحله ۶ (در حال ترمیم) در ۶ ماه از ۱۸ ماه و ماهیان مرحله ۷ (در حال توسعه گنادی) فقط در آذر ۹۴ مشاهده شدند. بررسی کلی مراحل رسیدگی جنسی نرها نشان داد (شکل ۷) که مرحله رسیدگی بالغ در همه ماه‌های سال به‌جز بهمن ۹۵، ماهیان آماده و در حال اسپرم‌ریزی، نیز در همه ماه‌های سال (به‌جز آبان ۹۴) و با فراوانی ۳۱ تا ۱۰۰ درصد جمعیت و ماهیان با پایان اسپرم‌ریزی، تنها در آبان ۹۴ و مرداد و شهریور ۹۵ درصد بالایی داشت.



شکل ۷: تغییرات ماهانه مراحل رسیدگی جنسی سه‌گانه در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نر بالغ در تالاب انزلی (۱۳۹۴-۱۳۹۵).

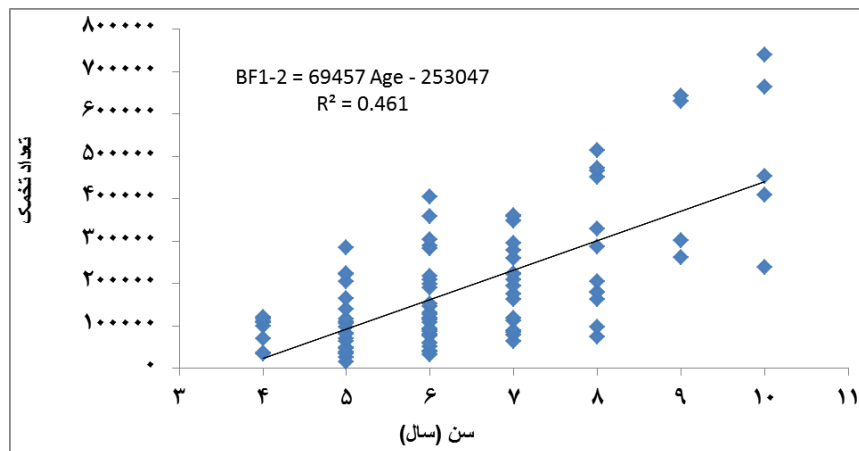
میانگین وزن گنادهای چپ و راست نرها به ترتیب  $11/11 \pm 14/18$  و  $11/16 \pm 14/39$  گرم و بدون تفاوت آماری ( $U = 77617/5, P > 0/05$ ) و در ماده‌ها نیز به ترتیب  $26/63 \pm 60/14$  و  $25/70 \pm 61/29$  گرم و بدون تفاوت آماری ( $U = 596848, P > 0/05$ ) بود. میانگین شاخص گنادی ماده‌های مرحله ۱ (نابالغ) تا مرحله ۷ (توسعه مجدد گنادی) به ترتیب  $0/38 \pm 0/54$ ،  $5/61 \pm 3/30$ ،  $15/26 \pm 5/23$ ،  $6/99 \pm 3/18$ ،  $3/31 \pm 2/20$  و  $1/0 \pm 51/87$  و  $1/14 \pm 0/56$  درصد و در نرها به ترتیب  $0/16 \pm 0/25$ ،  $3/48 \pm 1/78$ ،  $5/60 \pm 1/70$ ،  $4/44 \pm 2/02$ ،  $2/32 \pm 2/09$ ،  $0/69 \pm 0/40$  و  $1/0 \pm 13/00$  درصد وزن بدن تعیین شد و همچنان که مشاهده می‌گردد در هر دو جنس از مرحله ۱ تا ۳ (آماده تخم‌ریزی یا اسپرم ریزی) افزایش و سپس کاهش می‌یابد. آزمون کروسکال والیس نشان داد میانگین شاخص گنادی نرها ( $X^2 = 329/4, P < 0/01$ ) و نیز ماده‌ها در مراحل مختلف دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشد ( $X^2 = 791/1, P < 0/01$ ).

بررسی قطر ۱۵۰ تا ۲۵۰ نمونه تخمک از سه بخش نخست، وسط و آخر تخمدان چندین ماهی بالغ آماده تخم‌ریزی با اوزان مشابه نشان داد که اولاً طیف وسیعی از تخمک‌ها در هر سه قسمت تخمدان وجود دارد که میانگین قطر کل تخمک‌های ناحیه اول، وسط و آخر به ترتیب  $0/0 \pm 86/36$ ،  $0/0 \pm 90/36$  و  $0/87 \pm 0/33$  میلی‌متر بوده و تفاوت آماری بین آن‌ها مشاهده نشد ( $X^2 = 1/39, P > 0/05$ ) و از طرفی از نظر اندازه، تخمک‌ها به ۳ دسته بزرگ، متوسط، کوچک متمایز گردیدند (شکل ۸) که میانگین قطر تخمک‌های متوسط ۶۱ درصد و تخمک‌های کوچک ۳۹ درصد میانگین قطر تخمک‌های بزرگ بود. همچنین یک دسته تخمک ریز در تخمدان اغلب نمونه‌ها مشاهده شد که میانگین قطر آن‌ها کمتر از ۱۴ درصد قطر تخمک‌های بزرگ بود.



شکل ۸: فراوانی قطر تخمک‌های ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تالاب انزلی در مرحله آماده تخم‌ریزی (۱۳۹۵-۱۳۹۴).

نتایج بررسی هم‌آوری ماهی کپور معمولی نشان داد هم‌آوری دسته یا بیج اول ۱۱۳۱۲ تا ۱۲۸۰۴۶۰ ( $170977/6 \pm 176651/3$ )، مجموع هم‌آوری دسته ۱ و ۲ بین ۱۶۴۷۸ و ۱۳۷۰۰۵۵ ( $201454/5 \pm 193183$ ) و هم‌آوری سالانه ۱۹۷۷۳ تا ۱۵۰۴۴۴۸ ( $228978/1 \pm 216295/5$ ) عدد تخمک و هم‌آوری دسته نسبی ۱ بین ۳۹۴۰۰ و ۲۸۶۵۰۰ ( $1322400 \pm 622400$ )، مجموع هم‌آوری دسته ۱ و ۲ نسبی ۵۷۰۰۰ تا ۳۲۸۳۰۰ ( $161000 \pm 681000$ ) و هم‌آوری سالانه نسبی ۶۹۴۰۰ تا ۳۹۴۳۰۰ ( $185400 \pm 752000$ ) عدد تخمک در کیلوگرم وزن بدن می‌باشد. میزان هم‌آوری با افزایش وزن بدن، طول کل و سن ماهی (شکل ۹) افزایش نشان داد و به‌طور کلی میزان همبستگی پیرسون بین پارامترهای مرتبط با هم‌آوری مطلق و نسبی بالای ۰/۷۱ بوده و در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد، همچنین به ترتیب بیشترین همبستگی هم‌آوری با وزن بدن و سپس با طول کل و سن ماهیان وجود داشت (شکل ۹).



شکل ۹: رگرسیون هم‌آوری مطلق (تخمک‌های دسته ۱ و ۲) با سن ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تالاب انزلی (۱۳۹۴-۱۳۹۵).

## بحث و نتیجه‌گیری

بررسی زیست‌شناختی ماهیان به‌ویژه خصوصیات تولیدمثلی مانند طول دوره تخم‌ریزی، الگوی تخم‌ریزی، رفتارهای تولیدمثلی، طول، وزن و سن بلوغ و هم‌آوری ماهیان اقتصادی به‌ویژه انواع بومی مانند ماهی کپور معمولی فرم وحشی، الزامی انکارناپذیر می‌باشد، زیرا بدون داشتن اطلاعات دقیق و جدید نمی‌توان موفقیت خوبی در زمینه تکثیر، پرورش و بهره‌برداری آن‌ها در منابع آبی داشت. همچنین تشخیص مناسب بلوغ ماهیان یک استراتژی اساسی برای مدیریت درخور ذخایر ماهیان مورد بهره‌برداری در صیادی بوده و عموماً به‌عنوان ابزارهایی برای بیولوژیست‌ها و مدیران شیلات استفاده می‌شود (Rahman *et al.*, ۲۰۱۸).

در بررسی کنونی، کمینه وزن شکم‌پر ماهیان نر و ماده بالغ به ترتیب ۵۴/۳ و ۲۲۶/۱ گرم و کمینه طول کل آن‌ها به ترتیب ۱۶۱ و ۲۶۰ میلی‌متر تعیین شد که این مقادیر اغلب موافق و به‌ندرت مخالف نظر منابع (Froese and Pauly, ۲۰۲۰; Brown *et al.*, ۲۰۰۳) می‌باشد. نرها و ماده‌های ماهی کپور معمولی در آب‌های کنیا، به ترتیب در طول چنگالی ۲۵۴ و ۳۶۳ میلی‌متر (Britton *et al.*, ۲۰۰۷) و در آب‌های استرالیا به ترتیب در طول ۲۸۰ و ۲۴۰ میلی‌متر (Brown *et al.*, ۲۰۰۳) و در ماده‌ها در دریاچه Hayq اتیوپی در ۲۱۰ میلی‌متری (Tessema *et al.*, ۲۰۲۰) بالغ بودند که اغلب متفاوت با بررسی حاضر می‌باشد و این تفاوت به عوامل متعددی مانند تعداد نمونه موردبررسی، نوع جمعیت (وحشی یا پرورشی)، شرایط کیفی زیستگاه به‌ویژه تولیدات غذایی، وجود رقبا و دمای متوسط آب بستگی دارد.

همچنین، ماده‌ها کمینه، بیشینه و میانگین وزن و طول بیشتری نسبت به نرها داشتند که با نتایج گذشته تالاب انزلی (طالبی حقیقی و همکاران، ۱۳۷۶؛ موسوی گلسفید، ۱۳۸۰) و آب‌های الجزایر (Attal *et al.*, ۲۰۱۷) همخوانی دارد. دلیل اصلی میانگین بالاتر وزن بدن ماده‌ها به نرها، بلوغ جنسی دیرتر ماده‌ها می‌باشد که معمولاً یک سال دیرتر از نرها بالغ شده و لذا رشد طولی و وزنی مطلق بیشتری تا بلوغ جنسی در سنین بالاتر دارند (کازانچف، ۱۹۸۱؛ عبدلی و نادری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۲۰؛ Froese and Pauly, ۱۹۸۹؛ Potts and Wootton). همچنین وزن تخمدان به‌مراتب بیشتر از بیضه بوده و به‌علاوه، ماده‌ها طول عمر بیشتری دارند (Nikolskii, ۱۹۶۳؛ Froese and Pauly, ۲۰۲۰؛ Agarwal, ۱۹۹۹؛ Wootton, ۱۹۹۰). با توجه به نتایج بررسی حاضر، می‌توان از ماهیان بالای ۶۰۰ گرم که بیش از ۹۰ درصد آن‌ها بالغ هستند، جهت تهیه مولدین به‌منظور بازسازی ذخایر استفاده نمود و صرفاً به دنبال ماهیان مولد ماده بالای ۲ کیلوگرمی نبود.

در این بررسی، طول چنگالی بلوغ جمعیت یا ۵۰ درصد ماده‌ها (۳۳۱ میلی‌متر) اندکی بیشتر از ۳۱۶ میلی‌متر سواحل جنوبی دریای خزر (فضلی و همکاران، ۱۳۹۰) بوده و این تفاوت ناچیز می‌تواند به علت تفاوت میانگین دمایی دو منطقه غرب و شرق سواحل جنوبی، شوری آب و حتی تعداد نمونه موردبررسی و عواملی مانند تراکم جمعیت، کیفیت تولید غذا، وجود آلاینده‌ها و غیره باشد. طول بلوغ جمعیت ماهی کپور معمولی ماده فرم پرورشی در اتیوپی ۲۸۳ میلی‌متر (Hailu, ۲۰۱۳) و در دو رودخانه استرالیا، نیز به ترتیب ۲۷۳ و ۳۲۸ میلی‌متر (Brown *et al.*, ۲۰۰۳) گزارش گردید که نتایج بررسی حاضر بیش از آن می‌باشد اما در دریاچه Niavasha کنیا، در نرها و ماده‌ها به ترتیب در طول کل ۴۹ و ۵۴ سانتی‌متر گزارش شد (Mutethya *et al.*, ۲۰۲۰) که کاملاً بیشتر از نتایج بررسی حاضر می‌باشد که می‌تواند به دلیل نوع جمعیت (پرورشی و وحشی)، وضعیت رشد ماهیان، تعداد نمونه‌ها و عوامل دیگر باشد.

طی بررسی کنونی، بالغین نر به‌ندرت در ۱ و ۲ سالگی و ماده به‌ندرت در ۲ سالگی بالغ شدند. بنابراین سن بلوغ نرها و ماده‌ها در تالاب انزلی مشترکاً حداقل از ۳ سالگی می‌باشد. بلوغ ماهی کپور معمولی در مناطق گرمسیری در سن ۳ ماهگی و در آب‌های شمال اروپا و آمریکا تا ۵ سال نیز طول می‌کشد (Swee and McCrimmon, ۱۹۶۶؛ Crivelli, ۱۹۸۱؛ Froese and Pauly, ۲۰۲۰). سن بلوغ ماهی کپور معمولی فرم وحشی در دریای خزر ۳ تا ۴ سال (کازانچف، ۱۹۸۱؛ عبدلی و نادری، ۱۳۸۷)، در سواحل گلستان در ماده‌ها ۳ سال (رهنما و همکاران، ۱۳۹۱)، در جنوب شرقی دریای خزر ۲ و به‌ندرت ۱ سال، در جنوب غربی دریای خزر و سواحل داغستان و نیز خلیج آغراخان و آبگیرهای آراکوم ۳ تا ۴ سال (قلی‌اف، ۱۹۹۷) و در ماهی کپور معمولی فرم پرورشی در دریاچه Altinkaaya ترکیه در نرها و ماده‌ها ۲ سال (Bircan and Erdem, )

۱۹۹۷)، در استرالیا در نرها عموماً ۲ و در ماده‌ها ۳ تا ۵ سال (Brown et al., ۲۰۰۳) و در اسپانیا مشترکاً در سال سوم (Fernandez-Delgado, ۱۹۹۰) تعیین شد.

سن بلوغ جمعیت (۵۰ درصد) ماهی کپور معمولی در بررسی حاضر در نرها و ماده‌ها به ترتیب ۲/۷ و ۳/۳ سال تعیین شد که با توجه به شروع بلوغ اصلی دو جنس در تالاب (نرها عمدتاً از ۳ و ماده‌ها در ۳ و عمدتاً در ۴ سالگی) و نیز حوزه جنوبی دریای خزر (قجقی و همکاران، ۱۳۸۶؛ فضلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ رهنما و همکاران، ۱۳۹۱؛ عبدلی و نادری، ۱۳۸۷) منطقی به نظر می‌رسد. درصدی از نرها در سنین ۴ سالگی یا بندرت بالاتر (۵ سالگی) و ماده‌ها در سن ۵ سالگی برای اولین بار بالغ شدند که دلیل آن به احتمال زیاد رشد وزنی و طولی کمتر آن نمونه‌ها در سنین قبل از سن بلوغ و نیز وجود جمعیت‌های داخلی در تالاب انزلی می‌باشد.

در بررسی حاضر تعداد ماهیان نر و ماده بالغ در کل دوره برابر با نسبت استاندارد (۱:۱) بود و تنها در ۲ فصل از ۶ فصل تفاوت مشاهده شد. قبلاً در تالاب انزلی، نرها حدود ۲۹ و ماده‌ها ۷۱ درصد (موسوی گلسفید، ۱۳۸۰) و در دریاچه Naivasha کنیا، نسبت نرها ۲/۷ برابر ماده‌ها بود (Britton et al., ۲۰۰۷) اما راجع به بالغین صحبتی نشده است تا مقایسه صورت گیرد. در سواحل گلستان در بالغین، نسبت ماده‌ها ۱/۴ برابر نرها (قجقی و همکاران، ۱۳۸۶)، در کل آب‌های استرالیا، نسبت نرها و ماده‌ها تقریباً برابر و در رودخانه مورای استرالیا، تعداد نرها ۱/۶ برابر ماده‌های بالغ ماهی کپور معمولی را تشکیل دادند (Brown et al., ۲۰۰۳). نسبت جنسی در ماهیان، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله اکولوژی تولیدمثل، مهاجرت، ابزار صید، فصل سال، عمق زیست و غیره می‌باشد (Nikolskii, ۱۹۶۳؛ Biswas, ۱۹۹۳؛ Wootton, ۱۹۹۲؛ Potts and Wootton, ۱۹۸۹؛ Inversen, ۱۹۹۶).

طی بررسی حاضر، در افراد بالغ نسبت نرها تا سن ۳ سالگی بیش از ماده‌ها، در ۴ تا ۶ سالگی برابر اما در سنین بالاتر به نفع ماده‌ها بود که می‌تواند نشانگر بلوغ جنسی زودتر در نرها باشد. همچنین در بالغین، نسبت نرها تا طول ۳۰ سانتی‌متری غالب بود که مؤید بلوغ زودتر آن‌ها می‌باشد، ولی از طول ۴۰ سانتی‌متر به بالا ماده‌ها غالب بودند که تا حد زیادی مشابه نتایج گزارش شده در کنیا (Britton et al., ۲۰۰۷) می‌باشد. بنا به نظر Inversen (۱۹۹۶) در طول‌های کوتاه‌تر نسبت نرها بیش از ماده‌ها بوده و با افزایش طول، وزن و سن این نسبت کم‌وبیش برابر شده و با افزایش عمر، ماده‌ها غالب می‌گردند. در دریاچه Hayq اتیوپی نرها ۴۳/۵٪ و ماده‌ها ۵۶/۵٪ جمعیت کپور را تشکیل دادند اما جمعیت نرهای بالغ بیش از ماده‌ها بود (Tessema et al., ۲۰۲۰). در دریاچه Naivasha کنیا، نرها ۶۲/۴ و ماده‌ها ۳۷/۶ درصد جمعیت (Mutethya et al., ۲۰۲۰) و در رودخانه Indus پاکستان، نرها ۴۷/۴ و ماده‌ها ۵۲/۶ درصد جمعیت را تشکیل دادند (Bakht et al., ۲۰۲۰). به‌طور کلی در یک جمعیت طبیعی، نسبت نرها و ماده‌ها کم‌وبیش برابر می‌باشد (Inversen, ۱۹۹۶؛ Biswas, ۱۹۹۳). در دو فصل تخم‌ریزی اصلی ماهی کپور معمولی در تالاب انزلی (بررسی حاضر)، نسبت نرهای بالغ ۱/۶ برابر ماده‌های مرحله بالغ تا انتهای تخم‌ریزی (مراحل ۲ تا ۵ رسیدگی جنسی) بود که می‌تواند نشانگر آمادگی نرها در دامنه زمانی بیشتر برای لقاح تخم‌ها و احیای نسل باشد. در ماهی کپور معمولی در حین تخم‌ریزی، چندین کپور نر یک ماده را همراهی می‌کنند (Smith, ۲۰۰۴) که می‌تواند مؤید مورد فوق باشد. منابع علمی (Nikolskii, ۱۹۶۳؛ Froese and Pauly, ۲۰۲۰؛ Potts and Wootton, ۱۹۹۹؛ Agarwal, ۱۹۹۲؛ Wootton, ۱۹۹۲) نیز به غالبیت نسبت نرهای اغلب کپور ماهیان در فصل تخم‌ریزی اشاره نموده‌اند، اما راجع به ماهی کپور معمولی اطلاعات ناچیزی در زمینه‌ی نسبت جنسی بالغین در فصل تخم‌ریزی وجود دارد، لذا مقایسه نتایج بررسی حاضر مقذور نگردد.

نتایج بررسی کنونی، افزایش تدریجی شاخص گنادی-بدنی را از مهر تا بهمن ۹۴ و افزایش شدید آن در اسفند و با نوساناتی کاهش آن در ماه‌های بهار و تابستان و مجدداً افزایش آن را از شهریور تا اسفند ۹۵ در جنس ماده نشان داد و ۳ اوج در اسفند ۹۴، اردیبهشت و مرداد ۹۵ مشاهده شد که میزان آن در اسفند ۹۴ بیشترین و در آخرین اوج، کمترین بود و شاخص کبدی روند معکوسی را در ماده‌ها نشان داد. نتایج بررسی تولیدمثلی کپور معمولی طی ۲۶ ماه در تالاب‌های پامپتان (Pampean) آمریکای جنوبی نشان داد که در سال اول شاخص گنادی ماده‌ها از آوریل تا سپتامبر افزایش و سپس تا دسامبر کاهش یافت، متعاقب آن از دسامبر تا فوریه یک افزایش کوچک، سپس در مارچ کاهش کوچک و

مجدداً تا آوریل افزایش نشان داد و تا سپتامبر کاهش یافت و سپس در دسامبر به بیشینه مقدار خود رسید، به عبارتی در سال اول در دسامبر کمترین مقدار و در سال بعد در دسامبر به بیشترین مقدار خود رسید (Maiztegui *et al.*, ۲۰۱۹). در دریاچه Hayq اتیوپی همانند بررسی حاضر دو اوج شاخص گنادی-بدنی در ماه‌های آوریل و ژولای مشاهده شد، این شاخص در هر دو جنس از ژانویه تا مارچ به آرامی و سپس در آوریل به شدت افزایش و در ماهی به شدت کاهش یافت و مجدداً، در ماده‌ها از ژولای تا اوت افزایش و در سپتامبر مقداری کاهش و در اکتبر شدیداً کاهش یافت اما در نرها از ژوئن تا ژولای به شدت افزایش و در اوت به شدت کاهش نشان داد (Tessema *et al.*, ۲۰۲۰). در رودخانه Indus پاکستان، شاخص گنادی بدنی نرها و ماده‌ها از ژانویه تا مارچ توسعه یافت و در فوریه بالاترین مقدار بود (Bakht *et al.*, ۲۰۲۰).

با توجه به شاخص‌های گنادی و کبدی ماده‌ها می‌توان گفت که زمان تخم‌ریزی جمعیت ماهی کپور معمولی در تالاب انزلی احتمالاً اواخر اسفند ۹۴ و قطعاً از فروردین ۹۵ تا مهر ۹۵ بوده و در این مدت، دمای آب بین حدود ۱۳ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد بود، لذا می‌توان تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در تالاب انزلی را با توجه به تغییرات دمایی در سال‌های مختلف، بین ۷ تا ۱۰ ماه و دمای تقریبی فوق دانست. شاخص گنادی ماهانه نرها، روندی مشابه ماده‌ها داشته، اما کاهش شاخص گنادی ۱ تا ۳ ماه زودتر شروع شد که می‌تواند در ارتباط با شروع زودتر فعالیت‌های تولیدمثلی نرها باشد. به‌طور کلی با توجه به شاخص گنادی ماده‌ها و نرها و نیز با در نظر گرفتن ترکیب مراحل رسیدگی جنسی به‌ویژه مراحل آماده تا پایان تخم‌ریزی، زمان اصلی تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در تالاب انزلی از فروردین تا مهر بوده و در این مدت، اوج اصلی در ماه‌های فروردین تا خرداد و به میزان کمتر تیر تا شهریور تعیین شد.

در دوره تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی، دمای آب حداقل ۱۲ (کازانچف، ۱۹۸۱) و معمولاً ۱۸ تا ۲۸ (McCrimmon, ۱۹۶۸) درجه سانتی‌گراد گزارش شد. تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در طی روز صورت می‌گیرد و تراکم تخم‌ریزی در دماهای آب ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد اندک، ۱۸ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد بهینه و در ۲۸ (Swee and McCrimmon, ۱۹۶۶; Fernandez-Delgado, ۱۹۹۰) یا ۳۴ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌گردد (Alikunhi, ۱۹۶۶). در نواحی گرمسیری تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در طی سال انجام‌شده و در طی این مدت ۴ تا ۵ دسته مشخص از تخم‌ها را می‌ریزند (Alikunhi, ۱۹۶۶; Horvath, ۱۹۸۵). طبق نظر کازانچف (۱۹۸۱)، تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در جریان آرام و از فروردین تا خرداد صورت می‌گیرد، اما در تالاب انزلی در ماه‌های وسیع‌تری صورت گرفت که با دمای آب تالاب همخوانی داشته و در محدوده دمایی گزارش‌شده (۱۲ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد) برای تخم‌ریزی این ماهی توسط منابع فوق قرار دارد. تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در سواحل ایرانی دریای خزر تا ۷ ماه در سال نیز گزارش‌شده است (فضلی و همکاران، ۱۳۹۰) که می‌تواند نتایج بررسی کنونی را تأیید نماید.

تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در سواحل گلستان از اسفند تا خرداد مشاهده شد (قجقی و همکاران، ۱۳۸۶) که مشابه بررسی Vazirzadeh و همکاران (۲۰۱۴) می‌باشد که در هر حال تعداد ماه‌های تخم‌ریزی کمتر از نتایج بررسی حاضر است، اما طبق نظر فضلی و همکاران (۱۳۹۰) تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در سواحل جنوبی دریای خزر اواخر بهمن تا آخر تابستان تعیین شد که مؤید نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی فرم پرورشی در پایین‌دست رودخانه مورای استرالیا نیز حداقل ۷ ماه ادامه یافت و طی این مدت، ممکن بود هر ماهی تا سه دسته مجزا از تخم‌ها را ریخته باشد (Smith and Walker, ۲۰۰۴). تخم‌ریزی کپور در منطقه Camargue فرانسه از اسفند تا شهریور ادامه یافت اگرچه تخم‌ریزی در ماه‌های مهر و آبان نیز دیده شد که می‌تواند تخم‌ریزی دوم باشد (Crivelli, ۱۹۸۱) و به‌رحال، ماه‌های تخم‌ریزی کپور در استرالیا و فرانسه همانند بررسی حاضر وسیع بود. طبق نظر منابع (Horvath, ۱۹۸۵; Crivelli, ۱۹۸۱) ماهی کپور معمولی می‌تواند به‌طور مستمر تخم‌ریزی نماید، ساعات تخم‌ریزی آن صبح تا غروب آفتاب (Crivelli, ۱۹۸۱) و تخم‌ریزی به‌صورت آشکار صورت می‌گیرد (Smith, ۲۰۰۴). مطابق نتایج Tomita و همکاران (۱۹۸۰) تخم‌ریزی جمعیت وحشی ماهی کپور معمولی در صورت وجود شرایط مناسب ممکن است یک یا ۲ بار در بهار اتفاق افتد، تخم‌ریزی ممکن است برای ساعت‌ها و روزهای متوالی طول کشیده ولی تمام تخم‌های تخلیه‌شده به یک توده تخم رسیده، تعلق دارند.

در بررسی حاضر ۳ اوج شاخص گنادی مشاهده شد که قبلاً قلیچی و همکاران (۱۳۸۹) و فضلی و همکاران (۱۳۹۰) نیز دو اوج تخم‌ریزی را در ماهی کپور معمولی گزارش کردند، در آب‌های دیگر دنیا نیز دو اوج تخم‌ریزی گزارش شد (Smith and Walker, ۲۰۰۴). اختلاف کم تا متوسط اوج گنادی و ماه‌های تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در مقایسه با منابع فوق و رهنما و همکاران (۱۳۹۱) را می‌توان به شرایط اکولوژیک به‌ویژه دما و کیفیت آب منطقه مطالعاتی و جمعیت متفاوت ماهی ربط داد.

ماهی کپور معمولی در یک‌فصل تخم‌ریزی، دو شیوه تخم‌ریزی دارد: شیوه تخم‌ریزی یک‌باره (single batch spawner) که این افراد در هر سال طی یک‌بار و یا در زمان محدودی تخم‌ریزی می‌کنند (Hume et al., ۱۹۸۳; Hume et al., ۲۰۰۲; Humphries et al., ۱۹۹۹; Smith, ۲۰۱۴) و تخم‌ریزی چندباره (multiple batch spawners) که تخم‌ریزی چندین بار در یک‌فصل وسیع، صورت می‌گیرد (Balon, ۱۹۹۵; Brown et al., ۲۰۱۴; Vazirzadeh et al., ۲۰۱۴). خیلی از پژوهشگران (Smith and Walker, ۲۰۰۳; Sivakumaran et al., ۲۰۰۳; Brown et al., ۲۰۰۶; Hume et al., ۱۹۸۳; Hume et al., ۲۰۰۲; Humphries et al., ۲۰۰۲) نیز هر دو فرم تخم‌ریزی را در این ماهی گزارش نموده‌اند. تخم‌ریزی ماهی کپور معمولی در آب‌های هند یک‌بار (Hume et al., ۱۹۸۳; Hume et al., ۲۰۰۲) و در پاکستان یک‌بار (Bakht et al., ۲۰۲۰)، در فرانسه، بنگلادش و بنگال احتمالاً دو بار (Crivelli, ۱۹۸۱; Guha and Mukherjee, ۱۹۹۱) و در اقلیم گرمسیری، تخم‌ریزی در شرایط دمایی مساعد ۴ تا ۵ بار و یا به‌طور مستمر در سال (Alikunhi, ۱۹۶۶; Crivelli, ۱۹۸۱; Horvath, ۱۹۸۵) صورت می‌گیرد.

با توجه به وجود ۳ یا ۴ دسته از تخمک با میانگین قطر متفاوت در تمام بخش‌های تخمدان همه ماهیان ماده مراحل رسیدگی جنسی بالغ تا تخم‌ریزی کرده طی بررسی حاضر، می‌توان گفت که ماهی کپور معمولی در تالاب انزلی جزء گونه‌هایی است که چندین بار در یک‌فصل مشخص تخم‌ریزی نموده و مطابق نظر اغلب منابع فوق می‌باشد، لذا این ماهی در تالاب انزلی یک ماهی multiple batch spawners و با هم‌آوری نامشخص است. دامنه و میانگین قطر تخمک‌ها نیز نشان داد که دستجات بعدی پس از مدت چندماهه آماده‌شده و در تخم‌ریزی مشارکت می‌نمایند و از این‌رو وجود چند دسته تخمک با مراحل مختلف رشد و نمو، می‌تواند نشانگر آمادگی ماهی کپور معمولی برای تخم‌ریزی در شرایط مناسب در طی سال (به‌جز چند ماه) باشد.

ماهی کپور معمولی دارای هم‌آوری بالا بوده و چندین بار در یک‌فصل تولیدمثل، تخم‌ریزی می‌نماید

(Froese and Pauly, ۲۰۰۶; Tempero et al., ۲۰۰۶) و دفعات تخم‌ریزی آن نیز بستگی به عرض جغرافیایی داشته (Tempero et al., ۲۰۰۶) و فاصله بین دو تخم‌ریزی معمولاً ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ روز-درجه می‌باشد (Linhart et al., ۱۹۹۵). در بررسی حاضر هم‌آوری‌های دسته ۱، مجموع دسته ۱ و ۲ و نیز هم‌آوری سالانه به ترتیب ۱۱۳۱۲ تا ۱۲۸۰۴۶۰، ۱۶۴۷۸ تا ۱۳۷۰۰۵۵ و ۱۹۷۷۳ تا ۱۵۰۴۴۴۸ با میانگین‌های به ترتیب ۱۷۰۹۷۸، ۲۰۱۴۵۵ و ۲۲۸۹۷۸ عدد تخمک محاسبه شد. هم‌آوری مطلق فرم وحشی ماهی کپور معمولی در حوزه دریای خزر ۱۲۵۰۰۰ تا ۱۱۳۰۰۰۰ (کازانچف، ۱۹۸۱)، ۹۶۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰۰۰ (Berg, ۱۹۴۹) و ۱۸۱۰۰۰ تا ۵۲۵۰۰۰ (Nikolskii, ۱۹۶۳) گزارش شد. همچنین هم‌آوری این ماهی در حوزه جنوبی دریای خزر ۲۲۴۰۳ تا ۶۸۹۹۷۹ با میانگین ۱۳۱۰۸۳ (فضلی و همکاران، ۱۳۹۰)، در سواحل گلستان ۱۸۸۱۶ تا ۶۸۹۹۷۹ با میانگین ۱۴۳۳۰۳ (قجقی و همکاران، ۱۳۸۶)، ۷۷۴۴۷ تا ۴۳۰۷۴۵ عدد تخمک با قطر ۰/۷۵ تا ۱/۳۹ میلی‌متر (رهنما و همکاران، ۱۳۹۱) و یا ۸۵۰۰۰ تا ۴۲۳۰۰۰ با میانگین ۱۷۳۰۰۰ عدد تخمک با قطر ۰/۶۰ تا ۱/۵۵ و میانگین ۱/۲۵ میلی‌متر (Vazirzadeh et al., ۲۰۱۴) متغیر بود که میانگین هم‌آوری دستجات ۱ و ۲ بررسی حاضر (معادل شیوه گذشته تعیین هم‌آوری در ایران) تا حدی بیشتر می‌باشد. هم‌آوری مطلق ماهی کپور معمولی فرم پرورشی در ترکیه ۱۴۶۵۶ تا ۵۷۵۸۱۰ (Bircan and Erdem, ۱۹۹۷)، در استرالیا ۱۲۰۰۰۰ تا ۱۵۴۰۰۰۰ عدد تخمک ۰/۴ تا ۱/۶ میلی‌متری (Sivakumaran et al., ۲۰۰۳)، در اتیوپی ۳۶۹۵۵ تا ۳۱۸۵۸۴ با میانگین ۱۷۰۹۳۷ عدد تخمک (Hailu, ۲۰۱۳) و در ویکتوریای استرالیا در ماهیان ۲ تا ۵ ساله ۴۰۰۰۰۰ تا ۱۱۷۰۰۰۰ عدد تخمک و هم‌آوری سالانه در استرالیا ۱۲۰۰۰۰ تا ۱۵۴۰۰۰۰ عدد تخمک (Brown et al., ۲۰۰۳) گزارش شد که دامنه و میانگین نتایج هم‌آوری و قطر تخمک در بررسی حاضر، شباهت‌ها و اختلافاتی را با منابع فوق نشان داد. در دریاچه Hayq اتیوپی هم‌آوری دسته اول (تخمک‌های رسیده) در ماهیان با طول کل ۲۱ تا ۴۹ سانتی‌متر و وزن ۱۰۴

تا ۱۲۳۰ گرم حدود ۱۲۰۰۰ تا ۱۲۳۰۰۰ و میانگین  $28100 \pm 17462$  (Tessema *et al.*, ۲۰۲۰) که خیلی کمتر از نتایج بررسی حاضر (هم‌آوری دسته اول ۱۱۳۱۲ تا ۱۲۸۰۴۶۰  $(170977/6 \pm 176651/3)$ ) و بررسی پژوهشگران دیگر (ارائه شده در بالا) می‌باشد که دلیل آن چندان مشخص نشد، اما اندازه کوچک‌تر جثه ماهیان، محاسبه فقط تخمک‌های رسیده (و نه دستجات دیگر تخمک) و تفاوت‌های زیستگاهی و جمعیتی ماهیان (در بررسی حاضر وحشی و در اتیوپی پرورشی) عوامل مهمی هستند. هم‌آوری مطلق در ۱۰ نمونه کپور معمولی در رودخانه Indus پاکستان، از ۱۸۲۸۰ عدد تخمک در ماهی با طول ۳۳ سانتی‌متر و وزن بدن ۴۸۶/۶ گرم تا ۳۹۰۶۰۰ عدد تخمک در ماهی با طول ۴۸/۸ سانتی‌متر و وزن بدن ۱۹۴۷ گرم متغیر بود و میانگین قطر تخمک در ماه اوج تخم‌ریزی (فوریه) حدود ۱/۱۲ میلی‌متر بود (Bakht *et al.*, ۲۰۲۰).

در بررسی حاضر، هم‌آوری با افزایش وزن، طول و سن ماده‌ها افزایش یافت که چنین افزایشی در حوزه جنوبی دریای خزر (فضلی و همکاران، ۱۳۹۰) و سواحل گلستان (قلیچی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۰۱۴; Vazirzadeh *et al.*) نیز مشاهده شده است. همچنین در بررسی حاضر، میانگین‌های هم‌آوری‌های نسبی دسته ۱، مجموع دسته ۱ و ۲ و نیز سالانه به ترتیب ۱۳۲۴۰۰، ۱۶۱۰۰۰ و ۱۸۵۴۰۰ عدد تخمک در کیلوگرم وزن بدن برآورد شد. میانگین هم‌آوری دسته (بچ) نسبی بر اساس وزن بدن ماهیان در حوزه جنوبی دریای خزر ۱۲۰۹۷۱ (فضلی و همکاران، ۱۳۹۰)، در سواحل گلستان ۱۳۵۶۰۰ (قجقی و همکاران، ۱۳۸۶)، در سواحل میانکاله ۱۳۵۴۸۳ (قلیچی و همکاران، ۱۳۸۹)، در ویکتوریای استرالیا ۱۶۳۰۰۰ (Brown *et al.*, ۲۰۰۳)، در کل آب‌های استرالیا ۱۶۲۰۰۰ (Brown *et al.*, ۲۰۰۳) و در دریاچه Amerti اتیوپی ۱۷۷۷۸۶ (Hailu, ۲۰۱۳) تعیین شد که میانگین نتایج بررسی حاضر کمی بیشتر می‌باشد. به‌طور کلی سن، اندازه جثه، اندازه بدن در اولین بلوغ جنسی، تجارب تخم‌ریزی در تخم‌ریزان مجدد، وضعیت تغذیه‌ای، طول عمر، تراکم جمعیت، دما و شرایط محیطی بر روی هم‌آوری و کیفیت تخم و لارو تأثیر دارند، تخم بزرگ‌تر لارو بزرگ‌تر تولید می‌کند که رشد سریع‌تر و نرخ بقای بهتری دارند (Morita and Takashima, ۱۹۶۳; Nikolskii, ۱۹۹۸; Marteinsdottir and Begg, ۲۰۰۲). بنابراین عوامل فوق می‌توانند علت تفاوت کم تا زیاد دامنه و میانگین هم‌آوری مطلق و نسبی در ماهی کپور معمولی در مناطق مختلف باشد. از طرفی طی نتایج بررسی حاضر، هم‌آوری مطلق و نسبی با افزایش اندازه و سن ماهی افزایش نشان داد که موافق نظر منابع معتبر (Beer *et al.*, ۲۰۱۳; Bond, ۱۹۷۹; Bakht *et al.*, ۲۰۲۰; Murawski; Kjesbu *et al.*, ۱۹۹۸) می‌باشد.

به‌طور کلی بررسی حاضر نشان داد که ماهی کپور معمولی یک ماهی فرصت‌طلب بوده و سازش‌های خوبی را با شرایط تالاب انزلی پیدا نموده است به‌طوری‌که در دهه اخیر بیشترین میزان صید (و احتمالاً بیشترین ذخیره) را در تالاب انزلی به خود اختصاص داده است. این سازش‌ها عمدتاً شامل طیف وسیع زمان تخم‌ریزی (عمدتاً فروردین تا شهریور و به‌طور پراکنده در چند ماه دیگر پاییز و زمستان) و افزایش هم‌آوری با اتخاذ رشد ناهمگون دستجات تخمک می‌باشد، اما سن بلوغ نرها و ماده‌ها مشابه سایر مناطق جنوب دریای خزر می‌باشد. با توجه به نتایج بررسی حاضر، می‌توان از ماهیان ماده بالای ۶۰۰ گرم (طول چنگالی بیشتر از ۳۳ سانتی‌متر)، که بیش از ۹۰ درصد آن‌ها بالغ هستند، در پاییز و اوایل بهار جهت تهیه مولدین به‌منظور بازسازی ذخایر و یا کارهای پژوهشی استفاده نمود.

## سپاسگزاری

از مسئولان و همکاران پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی کشور (بندر انزلی) به‌ویژه آقایان مهندس مرادی، نیک پور، زحمتکش و صیاد رحیم به دلیل مساعدت در زیست‌سنجی و تعیین سن ماهیان قدردانی می‌گردد.

## منابع

- اداره کل شیلات استان گیلان، ۱۳۹۶. آمارنامه‌های صید ماهیان استخوانی، خاویاری و کیلکا ماهیان سواحل استان گیلان از سال ۱۳۰۶ تاکنون. انتشارات معاونت صید. اداره تولید آمار و اقتصاد صید. بندر انزلی، ۲۵۰ ص.
- پرافکنده، ف.، ۱۳۸۷. تعیین سن در آبزبان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ۱۳۹ ص.
- رهنما، س.، یلقی، س. و شجیعی، ه.، ۱۳۹۱. بررسی برخی شاخص‌های زیستی مولدین ماهی کپور دریایی (*Cyprinus carpio*) در مرکز تکثیر سیجوال، بندر ترکمن. مجله شیلات، ۶ (۳): صفحات ۱۲۰-۱۱۱.
- طالبی حقیقی، د.، ولی پور، ع. و خداپرست، ح.، ۱۳۷۶. گزارش دوسالانه بررسی ماهیان تالاب انزلی (ساختار صید، میزان برداشت و خصوصیات زیستی آن‌ها در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴). مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، بندر انزلی، ۱۱۹ ص.
- عباسی، ک.، ۱۳۹۶. ماهیان گیلان. چاپ اول، دانشنامه فرهنگ و تمدن گیلان (ایلیا)، رشت، ۲۰۸ ص.
- عباسی، ک.، مرادی، م. و میرزاجانی، ع.، ۱۳۹۷. ماهیان حوضه تالاب انزلی. انتشارات کتاب‌های سبز شمال، لاهیجان، ۱۴۴ ص.
- عبدالملکی، ش. و غنی نژاد، د.، ۱۳۹۴. ماهیان استخوانی دریای خزر (زیست‌شناسی، پراکنش، صید و صیادی، بازسازی ذخایر، نقاط ضعف و قوت). چاپ اول، انتشارات موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران، تهران، ۴۰۹ ص.
- عبدلی، ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. چاپ اول، انتشارات علمی آبزبان، تهران، ۲۴۲ ص.
- فضلی، ح.، عبدالملکی، ش.، افرایی، م. ع.، بندانی، غ.، غنی نژاد، د.، جانباز، ع. ا.، کیمرام، ف. و پرافکنده، ف.، ۱۳۹۰. گزارش نهایی طرح بررسی بیولوژی ماهیان استخوانی (کیلکا ماهیان، ماهی سفید، کفال طلایی، ماهی کپور، شاه کولی، سیاه کولی، سوف، کفال پوزه‌باریک) در حوزه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، شماره فروست ۸۹/۱۳۹۰، ۹۱ ص.
- قجقی، ف.، اکرمی، ر. و بندانی، غ. ع.، ۱۳۸۶. تعیین زمان رسیدگی و تولیدمثل ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سواحل استان گلستان. مجله شیلات، ۱ (۴): صفحه ۹.
- قلی‌اف، د. ب. ا.، ۱۹۹۷. کپور ماهیان و سوف ماهیان حوزه جنوبی و میانی دریای خزر (ساختار جمعیت‌ها، اکولوژی، پراکنش و تدابیری جهت بازسازی ذخایر). ترجمه عادل، ی.، فروردین ۱۳۷۷. مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان، بندرانزلی، ۴۴ ص.
- قلیچی، ا.، اکرمی، ر.، بندانی، غ. و جرجانی، س.، ۱۳۸۹. زیست‌شناسی تولیدمثل مولدین ماده کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در جنوب شرق دریای خزر (صیدگاه میانکاله). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۳ (۳): صفحات ۱۹۷-۲۰۸.
- کازانچف، آن.، ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوضه آبریز آن. ترجمه و تألیف: مهندس ابوالقاسم شریعتی، چاپ اول، ۱۳۸۳. انتشارات نقش مهر، ۲۰۵ ص.
- کیوانی، ی.، نصری، م.، عباسی، ک. و عبدلی، ا.، ۱۳۹۵. اطلس ماهیان آب‌های داخلی ایران (فارسی و انگلیسی). چاپ اول، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ۱۸۶ ص.
- موسوی گلسفید، ع.، ۱۳۸۰. بررسی جمعیتی کپور وحشی (*Cyprinus carpio*) در تالاب انزلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شرق گیلان (لاهیجان)، ۱۰۸ ص.

Agarwal, B., ۱۹۹۹. Fishes Reproduction. Translated by: Kamali, I., Valinesab, T. (۲۰۰۴). Iranian fisheries research سازمان, Tehran, Iran. ۲۵۸ p.

Alikunhi, K. H., ۱۹۶۶. Synopsis of Biological Data on Common Carp *Cyprinus carpio* Linnaeus, ۱۷۵۸ (Asia and the Far East). Rome, FAO, ۱۷ p.

Alonso-Fernández, A., Domínguez-Petit, R., Bao, M., Rivas, C. and Saborido-Rey, F., ۲۰۰۸. Spawning pattern and reproductive strategy of female pouting *Trisopterus luscus* (Gadidae) on the Galician shelf of north-western Spain. Aquatic Living Resources, ۲۱: ۳۸۳-۳۹۳.

Attal, M., Attou, F., Baha, M. and Arab, A., ۲۰۱۷. Impact of abiotic factors on some biological indices of *Cyprinus carpio* (L., ۱۷۵۸) in Ghrib dam lake, (Algeria). African Journal of Ecology, John Wiley & Sons Ltd (open access article), ۱۰ p. Doi: ۱۰.۱۱۱۱/aje.۱۲۴۱۷.

Beer, N. A. and Wing, S. R., ۲۰۱۳. Trophic ecology drives spatial variability in growth among subpopulations of an exploited temperate reef fish. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, ۴۷(۱): ۷۳-۸۹.

- Bakht, Z., Narejo, N. T., Kalhoro, H., Chandio, M. H., Khan, P. and Dastagir, G., ۲۰۲۰.** Studies on the Gonadosomatic Index and fecundity of *Cyprinus carpio* from Indus River near Jamshoro. Sindh, Pakistan. Sindh University Research Journal (Sci. Ser.), ۵۲ (۰۱): ۱۵-۲۰.
- Beer, N. A., Wing S. R. and Carbines, G., ۲۰۱۳.** First estimates of batch fecundity for *Paraperis colias*, a commercially important temperate reef fish. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, ۴۷(۴): ۵۸۷-۵۹۴.
- Balon, E. K., ۱۹۹۵.** The common carp, *Cyprinus carpio*: its wild origin, domestication in aquaculture and selection as colour nishikigoi. Guelph Ichthyology Reviews, ۳:۱-۵۵.
- Bond, C. E., ۱۹۷۹.** Biology of fishes. Saunders college publishing Halt, Rinehart and winston. U.S.A, ۵۱۴ P.
- Berg, L.S., ۱۹۴۹.** Freshwater fishes of U.S.S.R and adjacent countries. Vol ۲, Trady Institute acad, Nauk U.S.S.R, ۵۰۴ p.
- Bircan, R. and Erdem, M., ۱۹۹۷.** Investigation on the reproduction characters of the common carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus in the Altinkaya Dam Lake. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, ۲۱(۳):۲۵۵-۲۶۱.
- Biswas, S. P., ۱۹۹۳.** Manual of methods in fish biology. South Asian publishers put Ltd. ۳۶ Nejati subhosh mary. Daryagam, New Delhi, ۱۱۰۰۰۲. India, ۱۵۷p.
- Britton, J. R., Boar, R. R., Grey, J., Foster, J. and Lugonzo, J. and Harper, D. M., ۲۰۰۷.** From introduction to fishery dominance: the initial impacts of the invasive carp, *Cyprinus carpio*, in Lake Naivasha, Kenya, ۱۹۹۹ to ۲۰۰۶. Journal of Fish Biology, ۷۱:۲۳۹-۲۵۷.
- Brown, P., Sivakumaran, K. P., Stoessel, D., Giles, A., Green, C. and Walker, T., ۲۰۰۳.** Carp Population Biology in Victoria. Report ۵۶, February. ۲۰۲p. Marine and Freshwater Resources Institute, Department of Primary Industries, Snobs Creek. Victoria.
- Brown, P., Sivakumaran, K. P., Stoessel, D. and Giles, A., ۲۰۰۵.** Population biology of carp (*Cyprinus carpio* L.) in the mid-Murray River and Barmah Forest Wetlands, Australia. Marine and Freshwater Resources Institute, ۵۶:۱۱۵۱-۱۱۶۴.
- Crivelli A.J., ۱۹۸۱.** The biology of the common carp, *Cyprinus carpio* L. in the Camargue, southern France. Journal of Fish Biology, ۱۸:۲۷۱-۲۹۰.
- Cubillos, L. A. and Claramunt, G., ۲۰۰۹.** Length-structured analysis of the reproductive season of anchovy and common sardine off central southern Chile. Marine Biology, ۱۵۶:۱۶۷۳-۱۶۸۰.
- Fernandez-Delgado, C., ۱۹۹۰.** Life history patterns of the common carp, *Cyprinus carpio*, in the estuary of the Guadalquivir River in south-west Spain. Hydrobiologia, ۲۰۶:۱۹-۲۸.
- Froese, R. and Pauly, D., (Ed.), ۲۰۲۰.** FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, Version (۶/۲۰۲۰).
- Guha, D. and Mukherjee, D., ۱۹۹۱.** Seasonal cyclical changes in the gonadal activity of common carp, *Cyprinus carpio* Linn. Indian Journal of Fisheries, ۳۸:۲۱۸-۲۲۳.
- Hailu, M., ۲۰۱۳.** Reproductive aspects of common carp (*Cyprinus carpio* L., ۱۷۵۸) in a tropical reservoir (Amerti: Ethiopia). Journal of Ecology and the Natural Environment, ۵(۹):۲۶۰-۲۶۴.
- Horvath, L., ۱۹۸۵.** Egg development (Oogenesis) in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). In: J. F. Muir and R. J. Roberts (Ed.), Recent Advances in Aquaculture, ۲: ۳۲-۷۷. Croom Helm, London, UK.
- Hume, D. J., Fletcher, A. R. and Morison, A. K., ۱۹۸۳.** Carp Program, Final Report. Arthur Rylah Institute for Environmental Research Report ۱۰. Victoria: Fisheries and Wildlife Division, Ministry for Conservation. Victoria, Australia.
- Humphries, P., Serafini, L. G. and King, A. I., ۲۰۰۲.** River regulation and fish larvae: Variation through space and time. Freshwater Biology, ۴۷:۱۳۰۷-۱۳۳۱.
- Inversen, E. S., ۱۹۹۶.** Living marine resource (their utilization & Management). Chapman and Hall, ۴۰۳ p.
- King, M., ۱۹۹۵.** Fisheries biology assessment and management. Fishing News Book, London, ۳۴۰ p.
- Kjesbu, O. S., Witthames, P. R., Solemdal, P. and Greer Walker, M., ۱۹۹۸.** Temporal variations in the fecundity of Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua*) in response to natural changes in food and temperature. Journal of Sea Research, ۴۰: ۳۰۳-۳۲۱.

**Linhart, O., Kudo, S., Billard, R., Slechta, V. and Mikodina, E. V., ۱۹۹۵.** Morphology, composition and fertilization of carp eggs: a review. *Aquaculture*, ۱۲۹:۷۵-۹۳.

**Maiztegui, T., Baigún C. R. M., Garcia de Souza, J. R., Weyl, O. L. F. and Colautti, D. C., ۲۰۱۹.** Population responses of common carp *Cyprinus carpio* to floods and droughts in the Pampean wetlands of South America. *NeoBiota* ۴۸: ۲۵-۴۴. <https://doi.org/10.3897/neobiota.48.34800>.

**Marteinsdottir, G. and Begg, G. A., ۲۰۰۲.** Essential relationships incorporating the influence of age, size and condition on variables required for estimation of reproductive potential in Atlantic cod *Gadus morhua*. *Marine Ecology Progress Series*, ۲۳۵: ۲۳۵-۲۵۶.

**McCrimmon HR, ۱۹۶۸.** Carp in Canada. Fisheries Research Board of Canada Bulletin, ۱۶۵:۱-۸۹.

**Morita, K. and Takashima, Y., ۱۹۹۸.** Effect of female size on fecundity and egg size in white-spotted charr: comparison between sea-run and resident forms. *Journal of Fish Biology*, ۵۳: ۱۱۴۰-۱۱۴۲.

**Murawski, S. A., Rago, P. J. and Trippel, E. A., ۲۰۰۱.** Impacts of demographic variation in spawning characteristics on reference points for fishery management. *ICES Journal of Marine Science*, ۵۸: ۱۰۰۲-۱۰۱۴.

**Mutethya, E., Yongo, E., Laurent, C., Waithaka, E. and Lomodei, E., ۲۰۲۰.** Population biology of common carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, ۱۷۵۸), in Lake Naivasha, Kenya. *Lakes & Reserv.* ۲۰۲۰;۰۰:۱-۸. <https://doi.org/10.1111/lre.۱۲۳۲۲>.

**Nikolskii, G. V., ۱۹۶۳.** The ecology of fishes. Moskova. Gorudarstvennoe izdatelstov, sovetskayanaaka. Translated to English, ۵۳۸ P.

**Oliveira, C. L. C., Fialho, C. B. and Malabarba, L. R., ۲۰۱۰.** Reproductive period, fecundity and histology of gonads of two cheirodontines (Ostariophysi: Characidae) with different reproductive strategies - insemination and external fertilization. *Neotropical Ichthyology*, ۸(۲): ۳۵۱-۳۶۰.

**Potts, G. W. and Wootton, R. J., ۱۹۸۹.** Fish reproduction. Strategies and Tactics. Academic press limited. ۳<sup>rd</sup> Ed. printed in Great Britain, ۴۱۰ P.

**Rahman, M. M., Hossain, M. Y., Tumpa, A. S., Hossain, M. I. and Billah, M. M. Ohtomi, J., ۲۰۱۸.** Size at sexual maturity and fecundity of the mola carplet, *Amblypharyngodon mola* (Hamilton ۱۸۲۲) (Cyprinidae) in the Ganges River, Bangladesh. *Zoology Ecology*, ۲۸: ۴۲۹-۴۳۶.

**Sivakumaran, K. P., Brown, P., Stoessel, D. and Giles, A., ۲۰۰۳.** Maturation and reproductive biology of female wild carp, *Cyprinus carpio*, in Victoria, Australia. *Environmental Biology of Fishes*, ۶۸: ۳۲۱-۳۳۲.

**Smith, B. B., ۱۹۹۹.** Observations on the early life history of carp, *Cyprinus carpio*: fecundity, spawning and tolerance of eggs to dehydration and salinity. BSc (Hons) thesis, Department of Environmental Biology, University of Adelaide.

**Smith, B. B., ۲۰۰۴.** Carp (*Cyprinus carpio*) Spawning dynamics and early growth in the lower River Murray, South Australia. Ph.D "thesis by publication" submitted to The University of Adelaide for degree of Doctor of Philosophy, ۱۲۵ p.

**Smith, B. B. and Walker, K. F., ۲۰۰۴.** Spawning dynamics of common carp in the River Murray, South Australia, shown by macroscopic and histological staging of gonads. *Journal of Fish Biology*, ۶۴: ۳۳۶-۳۵۴.

**Swee, U. B. and McCrimmon, H. R., ۱۹۶۶.** Reproductive biology of the carp, *Cyprinus carpio* L., in Lake St Lawrence, Ontario. *Transactions of the American Fisheries Society*, ۹۵: ۳۷۲-۳۸۰.

**Tempero, G. W., Ling, N., Hicks, B. J. and Osborne, M. W., ۲۰۰۶.** Age composition, growth, and reproduction of koi carp (*Cyprinus carpio*) in the lower Waikato region, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, ۴۰: ۵۷۱-۵۸۳.

**Tessema, A., Getahun, A., Mengistou, S., Fetahi, T. and Dejen, E. ۲۰۲۰.** Reproductive biology of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, ۱۷۵۸) in Lake Hayq, Ethiopia. *Fisheries and Aquatic Sciences* ۲۳(۱۶):۱-۱۰. <https://doi.org/10.1186/s41224-020-0162-x>

**Tomita, M., Ivahashi, M. and Suzuki, R., ۱۹۸۰.** Number of spawned eggs and ovarian eggs and eggs diameter and percent eyed eggs with reference to the female carp. *Bulletin of Japan Society of Fisheries*, ۴۶: ۱۰۷۷-۱۰۸۱.

**Vazirzadeh, A., Mojazi Amiri, B. and Fostier, A., ۲۰۱۴.** Ovarian development and related changes in steroid hormones in female wild common carp (*Cyprinus carpio carpio*), from the south-eastern Caspian Sea. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, ۹۸:۱۰۶۰-۱۰۶۷.

**Wootton, R. J., ۱۹۹۰.** Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, USA, ۱st ed., ۴۰۴ P.

**Wootton, R. J., ۱۹۹۲.** Fish ecology. Translated by Esteki, A. A. ۱۹۹۴. IFRO publication. Tehran. Iran, ۲۴۴ p.

**Zar, J. H., ۲۰۱۰.** Biostatistical Analysis. ۴<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, ۹۴۶ p.