

Biology of reproduction of sea carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus 1758) in the southern shores of the Caspian Sea

Mohammad Larijani¹, Ziya Kordjazi^{*2}, Rahman Patimar³, Gholamali Bandani⁴,
Zeinab Ansari⁵, Hojjatollah Jafaryan⁶

1. Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran and Inland Waters Aquatic Stocks Research Center, Iranian Fisheries Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran. E-mail: mohamadlarijani@gmail.com
2. Corresponding Author, Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: z.kordjazi@gmail.com
3. Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: rpatimar@yahoo.com
4. Inland Waters Aquatic Stocks Research Center, Iranian Fisheries Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran. E-mail: banda_gh@yahoo.com
5. Ph.D. Graduate in Marine Biology, Leningrad University, Leningrad, Russia. E-mail: zeinab6228@gmail.com
6. Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: hojat.jafaryan@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 01.01.2023
Revised: 05.08.2023
Accepted: 06.30.2023

Keywords:
Caspian Sea,
Cyprinus carpio,
Length at first maturity,
Sexual maturity,
Spawning season

ABSTRACT

Samples caught by beach seine nets in the fishing season of 2019-2021 in the southern costal zones of the Caspian Sea were used to study reproductive biology of *Cyprinus carpio*. Totally, 435 sea carp, including 237 female and 198 male were sampled, and their age and maturity stages were determined over sampling period. The results indicated that age range of the sampled *C. carpio* varied from 1 to 6 years in males, from 1 to 9 years in females, and from 1 to 9 years in combined sexes. The highest frequency of samples was in the age group of 1 for males (54.4%), 2 for females (34%), and 4 years for combined sexes (26.6%). Frequency of fish observed in the V and VI maturity stages was 45.14% and 27.17%, respectively. According to the frequency of different maturity stages and also the trend of changes in Gonado-somatic index (GSI), two spawning peaks were observed in *C. carpio*, including weak peak occurred in December-January and strong peak observed in March-April. The female mean length at sexual maturity ($L_{m50\%}$) was 27.7 cm. Absolute and relative fecundity (mean \pm SD) of *C. carpio* were 429310 ± 233479 and 668 ± 319 eggs, respectively. Since, there was an overlap between the spawning peak of *C. carpio* and beach seine fishing period for bony fish, it is proposed that fishing season to be banned at the beginning of April.

Cite this article: Larijani, Mohammad, Kordjazi, Ziya, Patimar, Rahman, Bandani, Gholamali, Ansari, Zeinab, Jafaryan, Hojjatollah. 2024. Biology of reproduction of sea carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus 1758) in the southern shores of the Caspian Sea. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 12 (4), 23-36.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/japu.2023.20941.1737

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی بیولوژی تولیدمثل ماهی کپور دریایی (*Cyprinus carpio* Linnaeus 1758) در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان

محمد لاریجانی^۱، ضیاء کردجزی^{۲*}، رحمان پاتیمار^۳، غلامعلی بندانی^۴، زینب انصاری^۵، حجت‌اله جعفریان^۶

۱. گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران و مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: mohamadlarijani@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران. رایانامه: z.kordjazi@gmail.com
۳. گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران. رایانامه: rpatimar@yahoo.com
۴. مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: banda_gh@yahoo.com
۵. دانش‌آموخته دکتری زیست‌شناسی دریا، دانشگاه فنی دولتی لنینگراد، لنینگراد، روسیه. رایانامه: zeinab6228@gmail.com
۶. گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران. رایانامه: hojat.jafaryan@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	برای بررسی بیولوژی تولیدمثل ماهی کپور، از نمونه‌های ماهی کپور دریایی (<i>Cyprinus carpio</i>)
مقاله کامل علمی- پژوهشی	صید شده در تورهای پره ساحلی، در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان در دو فصل صید ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ استفاده شد. تعداد ۴۳۵ ماهی کپور شامل ۲۳۷ ماهی ماده و ۱۹۸ ماهی نر در طول دوره نمونه‌برداری شدند. نتایج نشان داد دامنه سنی در نرها از ۱ تا ۶ سال، در ماده‌ها از ۱ تا ۹ سال، و در هر دو جنس (به‌صورت ترکیبی) از ۱ تا ۹ سال بود. بیش‌ترین فراوانی در نرها در سن یک‌ساله، در ماده‌ها در سن دوساله، و در هر دو جنس (به‌صورت ترکیبی) در سن چهارساله، به‌ترتیب به میزان ۵۴/۴، ۳۴ و ۲۶/۶ درصد مشاهده گردید. هم‌چنین، فراوانی ماهیانی که در مرحله رسیدگی جنسی ۵ و ۶ بودند به‌ترتیب ۴۵/۱۴ و ۲۷/۱۷ درصد بود. براساس فراوانی مراحل مختلف رسیدگی جنسی و هم‌چنین روند تغییرات شاخص گنادی (GSI)، اوج تخم‌ریزی ماهی کپور در دو دوره آذر- دی (اوج ضعیف) و اسفند- فروردین (اوج قوی) مشاهده شد، و میانگین طول بلوغ جنسی (Lm _{50%}) برای جنس ماده برابر با ۲۷/۷ سانتی‌متر به‌دست آمد. میانگین (± انحراف معیار) هم‌آوری مطلق و هم‌آوری نسبی (نسبت به وزن کل) ماهی کپور به‌ترتیب ۲۳۳۴۷۹ ± ۲۹۳۱۰ و ۳۱۹ ± ۶۶۸ عدد تخم محاسبه شد. با توجه به
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۱	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۹	
واژه‌های کلیدی:	دریای خزر، رسیدگی جنسی، فصل تخم‌ریزی، ماهی کپور، میانگین طول بلوغ جنسی،

این‌که اوج تخم‌ریزی ماهی کپور با اواخر دوره صید پره ماهیان استخوانی همپوشانی نشان داد
پیشنهاد می‌شود فصل صید پره در اول فروردین‌ماه پایان یابد.

استناد: لاریجانی، محمد، کردجزی، ضیاء، پاتیمار، رحمان، بندانی، غلامعلی، انصاری، زینب، جعفریان، حجت‌اله (۱۴۰۲). بررسی بیولوژی
تولیدمثل ماهی کپور دریایی (*Cyprinus carpio* Linnaeus 1758) در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان. نشریه بهره‌برداری
و پرورش آبزیان، ۱۲ (۴)، ۳۶-۲۳.

DOI: 10.22069/japu.2023.20941.1737



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

مطالعه ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از دیدگاه بوم‌شناسی، حفاظت آبزیان، ارزیابی ذخایر و مدیریت صید اهمیت دارد. زیرا امروزه در اثر گرمایش زمین و سیاست‌های آبی انسان‌محور، اکوسیستم‌های آبی تحت تأثیر تنش‌های شدید کم‌آبی قرار دارند که می‌تواند بقاء و حفاظت ماهیان، به‌ویژه ماهیان تجاری رودکوچ که برای تخم‌ریزی به رودخانه‌ها مهاجرت می‌کنند، را با چالش روبرو سازد. بنابراین، مطالعه زیست‌شناسی و بوم‌شناسی ماهیان می‌تواند به مدیران تصمیم‌ساز شیلاتی در حفظ و بهره‌برداری ذخایر این ماهیان کمک نماید. یکی از زمینه‌های مهم در حفظ ذخایر ماهیان، تعیین وضعیت تولیدمثلی و زمان تخم‌ریزی در گونه‌های ماهی با استفاده از فراوانی مراحل مختلف جنسی و شاخص گنادی، و همچنین تعیین هم‌آوری ماهی است که نقش مهمی در زیست‌شناسی تولیدمثلی ماهی دارد (۱).

کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) یکی از گونه‌های بومی کپورماهیان درحوزه آبریز دریای خزر است (۲)، که برای تخم‌ریزی به رودخانه‌های جنوبی دریای خزر مهاجرت می‌کند (۳). از نظر اکولوژیکی این گونه در جنوب شرقی دریای خزر (استان گلستان) زیست می‌کند و از نظر اقتصادی یک گونه تجاری مهم است که بازارپسندی بالایی در استان گلستان دارد. با وجود اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی ماهی کپور، در گزارش‌های IUCN این گونه با عنوان گونه در معرض انقراض یا نزدیک به انقراض تعریف می‌شود (۴)، که علت آن را می‌توان وضعیت نامناسب زیستگاه‌های این ماهی برای رشد و تولیدمثل، و همچنین تا حدی صید بی‌رویه این ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر بیان کرد. برای نمونه، به دلیل کاهش کیفیت آب رودخانه‌ها در جنوب شرقی دریای خزر، احیاء طبیعی (ریکروت‌منت) ماهی کپور وجود

ندارد یا بسیار ناچیز است، به طوری که بقاء و صید این ماهی به رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی وابسته است. به دلیل اهمیت تجاری ماهی کپور مطالعاتی بر روی زیست‌شناسی تولیدمثلی این ماهی در جنوب شرقی دریای خزر (۳، ۵ و ۶) و همچنین در تالاب انزلی بر روی فرم وحشی کپور معمولی (۷ و ۸) انجام شده است. دوره تخم‌ریزی ماهی کپور در جنوب شرقی دریای خزر ۸ ماه از سال گزارش شد، که شاخص گنادی آن دارای دو اوج در دی‌ماه و اردیبهشت‌ماه بود (۳)، درحالی‌که زمان تخم‌ریزی متناوب چندباره ماهی کپور در تالاب انزلی از فروردین تا مهرماه بود (۸). همچنین، مطالعات نشان داد که ماهی کپور در تالاب انزلی دارای هم‌آوری بالاتری نسبت به ماهی کپور در استان گلستان بود، که بر این اساس شاخص جمعیت ماهی کپور در استان گلستان متفاوت از جمعیت ماهی کپور در تالاب انزلی تعریف شد (۷). از آنجایی‌که بر اثر کاهش شدید آب رودخانه‌ها تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در زیستگاه ماهی کپور معمولی در جنوب دریای خزر در دهه ۱۳۹۰ خورشیدی رخ داده است مطالعه زیست‌شناسی تولیدمثلی ماهی کپور در راستای حفظ ذخایر و بهره‌برداری پایدار این ماهی ضروری به نظر می‌رسد.

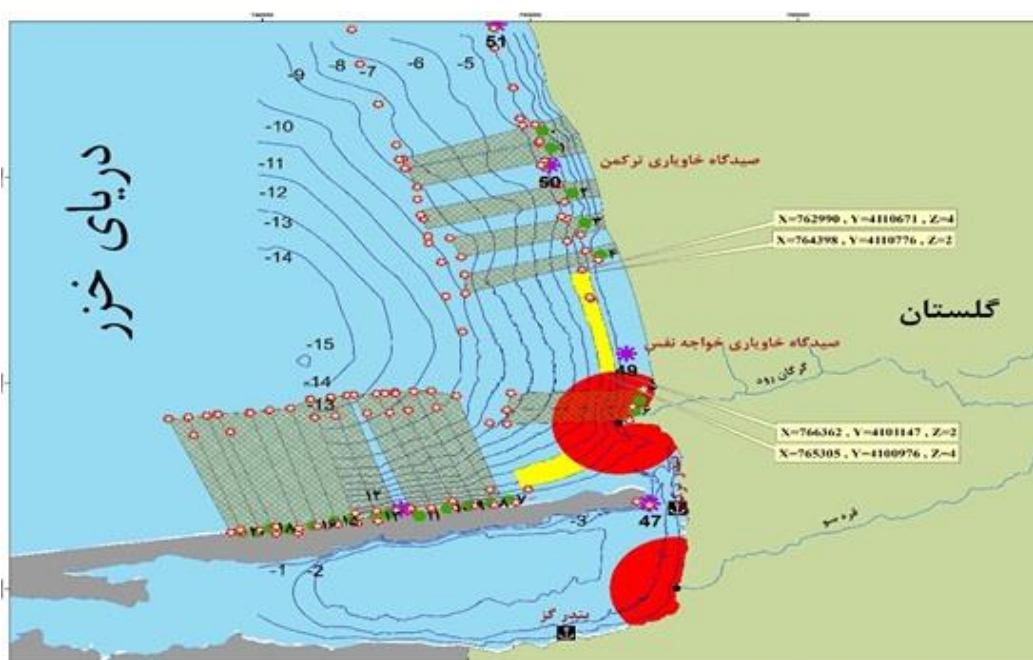
هدف پژوهش بررسی شاخص‌های تولیدمثلی (درصد فراوانی مراحل جنسی، شاخص گنادی و تعیین بلوغ جنسی و هم‌آوری) ماهی کپور در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری هفتگی از صید تور پره تعاونی‌های صیادی مستقر در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان به صورت تصادفی، زمانی و مکانی در دو فصل صید (یعنی، سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) انجام گردید (شکل ۱). برای انجام آنالیز آماری داده‌های دو سال نمونه‌برداری با هم ترکیب شدند. در هر ماه حداقل

جهت تعیین سن، فلس نمونه‌ها مستقیماً از بالای خط جانبی زیر خارهای باله پشتی ماهی برداشته شد (۹)، که با شمارش حلقه‌های باریک تیره و حلقه‌های پهن روشن به کمک لوپ دیجیتال با عدسی W10X/20 و دوربین با مدل Moticam 2000 -2.0M pixel USB2.0 مشخص گردید (۱۰).

تعداد نمونه ماهی برای زیست‌سنجی ۵۰ عدد در نظر گرفته شده است، که در طول دوره نمونه‌برداری مجموعاً ۴۳۵ عدد ماهی کپور مورد بررسی قرار گرفت. جهت ثبت داده‌های زیست‌سنجی صید نمونه ماهی کپور معمولی، طول چنگالی با دقت ۱ میلی‌متر با استفاده از تخته بیومتری و وزن کل با ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- نقشه پراکنش مناطق نمونه‌برداری تعاونی‌های صید پره در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان.

جنسی (VII) ماهی تخم‌ریزی کرده است. ماهیانی که گناد آن‌ها در مرحله ۱، ۲ و ۳ جنسی قرار داشتند به‌عنوان نمونه‌های نابالغ در نظر گرفته شدند. ماهیانی که گنادهای آن‌ها رسیده بود (مرحله ۴ جنسی)، یا ماهیانی که در حال تخم‌ریزی بودند (مرحله ۵ جنسی)، و یا تخم‌ریزی کرده بودند (مرحله ۶ جنسی) به‌عنوان نمونه‌های بالغ در نظر گرفته شدند.

درصد فراوانی مراحل مختلف جنسی بر اساس ماه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، جهت تعیین همآوری تعداد سه نمونه جداگانه در وزن‌های ۰/۳۵ تا ۰/۵۳ گرم از هر تخمدان (در مرحله ۴ و ۵ رسیدگی

مراحل رسیدگی جنسی گنادها با استفاده از روش ۶ مرحله‌ای تعیین گردید (۱۱)، که این مراحل ۶ گانه با استفاده از اعداد یونانی (I, II, III, IV, V, VI) نشان داده شد. براساس این کلید شناسایی، در مرحله یک جنسی (I) هستک‌ها کروماتینی، و در مرحله دو جنسی (II) هستک‌ها کناری هستند. مرحله سه جنسی (III) زرده‌سازی انجام می‌گیرد که مرحله ویزیکول‌های زرده نامیده می‌شود. در مرحله چهار رسیدگی جنسی (IV) تخمک‌ها آماده رهاسازی هستند. درحالی‌که در مرحله پنج رسیدگی جنسی (V) ماهی در حال رهاسازی تخمک‌ها است. و در نهایت، مرحله ششم

(۱۴)، که P بیانگر نسبت بالغین بر اساس طبقه طولی، x طبقه طولی و A و B پارامترهای رگرسیون غیرخطی هستند که به روش حداقل مربعات محاسبه گردید. با محاسبه نسبت فراوانی ماهیان بالغ به تفکیک گروه‌های طولی ($Lm_{50\%}$) بر اساس معادله ذکر شده محاسبه گردید (۱۵).

نسبت جنسی نر به ماده نیز تعیین شد که برای بررسی نسبت جنسی نیز از آزمون کای اسکویر استفاده شد (۱۶). تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار اکسل و R انجام شد.

نتایج

مشخصات زیست‌سنجی ماهی کپور معمولی صید شده در آب‌های ساحلی استان گلستان در دو فصل صید سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹، به تفکیک جنس نشان داد که طول چنگالی و وزن ماهیان ماده بیش‌تر از طول چنگالی و وزن ماهیان نر بود (جدول ۱).

جنسی) ماهی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد و سپس تعداد تخمک‌ها در هر نمونه شمارش گردید. برای تعیین همآوری از فرمول $AF = \frac{C}{S} \times OW$ استفاده گردید (۲)، که در آن AF همآوری سالانه، C تعداد تخمک‌های شمارش شده در هر نمونه، S وزن هر نمونه (گرم) و OW وزن تخمدان (گرم) است. شاخص گنادی GSI (Gonadosomatic index) با استفاده از فرمول $GSI = \frac{W_g \times 100}{W}$ محاسبه گردید (۱۱)، که W وزن توده بدن ماهی (گرم) بدون احتساب وزن بافت جنسی (تخمندان یا بیضه) و W_g وزن گناد (گرم) می‌باشد.

با محاسبه نسبت فراوانی ماهیان بالغ به تفکیک گروه‌های طولی ($Lm_{50\%}$) براساس معادله ذکر شده محاسبه گردید (۱۲ و ۱۳).

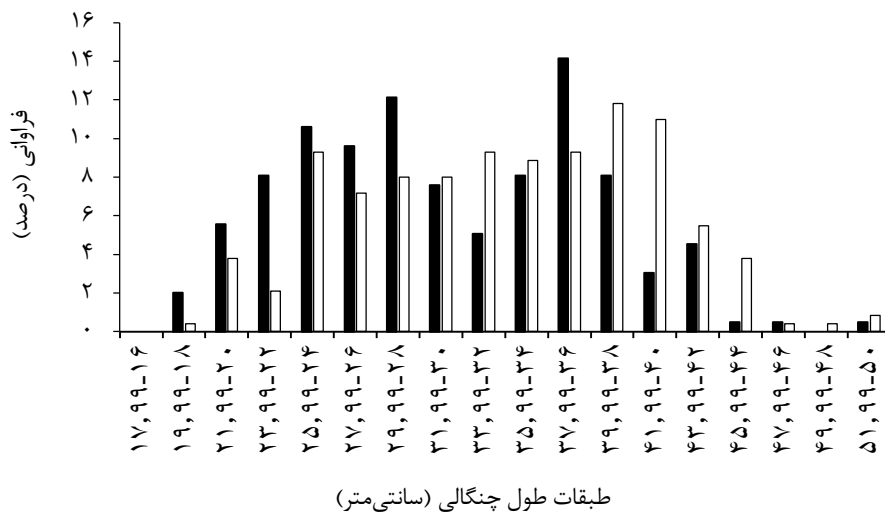
برای بررسی میانگین طول بلوغ جنسی ($Lm_{50\%}$)، معادله لوجستیک $P = \frac{1}{1 + e^{-(A+Bx)}}$ استفاده گردید

جدول ۱- مشخصات زیست‌سنجی گونه کپور معمولی در آب‌های ساحلی استان گلستان (۱۴۰۰-۱۳۹۸).

جنس	تعداد نمونه	پارامتر	بیش‌ترین	کم‌ترین	انحراف معیار + میانگین
ماده	۲۳۷	طول چنگالی	۵۰	۱۸	۳۲/۳۲+۶/۷۵
		وزن بدن	۲۵۳۰	۱۱۶	۶۴۴/۹۱+۳۸۴/۱۱
نر	۱۹۸	طول چنگالی	۴۹/۲	۱۷	۲۹/۵۳+۶/۶۷
		وزن بدن	۸۲	۱۶۰/۶	۴۹۰/۶۴+۳۱۴/۰۷

بیش‌ترین درصد فراوانی را داشتند، درحالی‌که ماده‌ها در دو طبقه طولی متوالی ۳۸ تا ۴۱/۹۹ دارای بیش‌ترین فراوانی بودند.

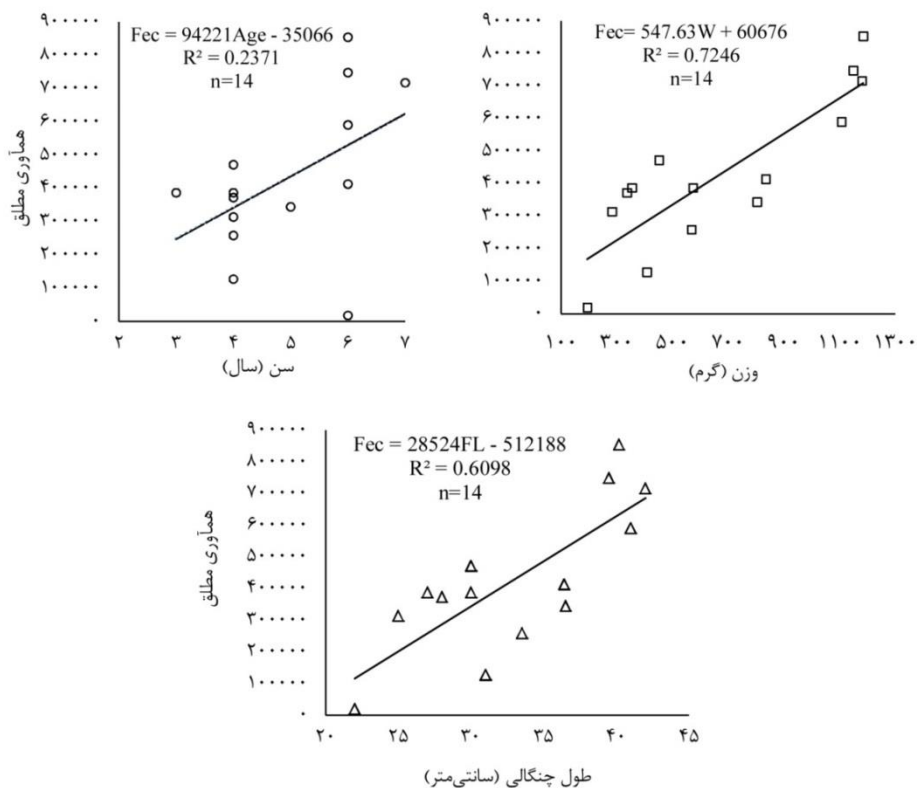
در طبقات طولی بالاتر، درصد فراوانی ماهیان ماده بیش‌تر از درصد فراوانی ماهیان نر بود (شکل ۲). ماهیان نر در دو طبقه طولی ۳۶-۳۷/۹۹ و ۲۸-۲۹/۹۹



شکل ۲- نمودار درصد فراوانی طولی جنس نر (ستون سیاه) و ماده (ستون سفید) ماهی کپور در صید پره در آب‌های ساحلی استان گلستان در دو فصل بهره‌برداری ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹.

و سن به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین همبستگی بود (شکل ۳).

رابطه هم‌آوری مطلق (عدد تخمک به‌ازای هر عدد ماهی) با سن، وزن کل و طول چنگالی ماهی ماده کپور معمولی نشان داد که هم‌آوری مطلق با وزن کل



شکل ۳- رابطه هم‌آوری مطلق (عدد تخمک به‌ازای هر عدد ماهی) با سن (دایره)، وزن کل (مربع) و طول چنگالی (مثلث) ماهی ماده کپور معمولی در آب‌های ساحلی استان گلستان در فصل‌های بهره‌برداری ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹.

۶ جنسی (مرحله تخم‌ریزی کرده) تنها در دو ماه دی و فروردین دیده شد (شکل ۷). مرحله ۲ و ۳ رسیدگی جنسی در تمام ماه‌های نمونه‌برداری دیده شده است و به ترتیب ۱۸/۶ و ۱۲/۲ درصد از کل فراوانی مراحل جنسی را به تشکیل داد. در جنس نر ماهی کپور، بیش از ۲۷/۱۷ درصد کل تعداد نمونه‌ها شامل مراحل جنسی ۴ و ۵ بود که بیش‌ترین فراوانی بین دی تا اسفند بود، که در فروردین فراوانی آن‌ها کاهش یافت (شکل ۵). بنابراین، همانند جنس ماده، اوج رسیدگی جنسی ماهی کپور جنس نر از دی تا اسفند بود. مرحله ۶ جنسی تنها در دو ماه دی و فروردین دیده شد. مرحله ۲ و ۳ رسیدگی جنسی در تمام ماه‌های نمونه‌برداری وجود داشت و به ترتیب ۱۲/۱ و ۳۳/۸ درصد از کل فراوانی مراحل جنسی را تشکیل داد.

از مجموع ۴۳۵ ماهی کپور تعیین جنسیت شده، ۲۳۷ ماهی از جنس ماده و ۱۹۸ ماهی از جنس نر بود، که نسبت جنسی کل نر به ماده ۱:۰/۰۳ به دست آمد. اختلاف معنی‌داری بین تعداد نر و ماده در طول دوره نمونه‌برداری مشاهده نشده است ($P=0/7486$, $\chi^2=0/10273$).

ماهیان ماده‌ای که در مرحله ۴ و ۵ رسیدگی جنسی قرار داشتند در تمام ماه‌های نمونه‌برداری مشاهده شدند، که به‌طور نسبی فراوانی بالایی (بیش از ۴۵/۱۴ درصد) در نمونه‌ها داشتند (شکل ۴). ماهیان ماده‌ای که در مراحل پیشرفته رسیدگی جنسی قرار داشتند با یک روند افزایشی از دی تا اسفند بیش‌ترین فراوانی را داشتند، که این روند در فروردین ماه کاهش یافت. به‌طور کلی، اوج رسیدگی جنسی گنادهای ماهی ماده کپور در ماه‌های دی تا اسفند مشاهده شد. مرحله



شکل ۴- فراوانی مراحل رسیدگی جنسی ماهی کپور جنس ماده به‌صورت ماهانه در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان در سال بهره‌برداری ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹.

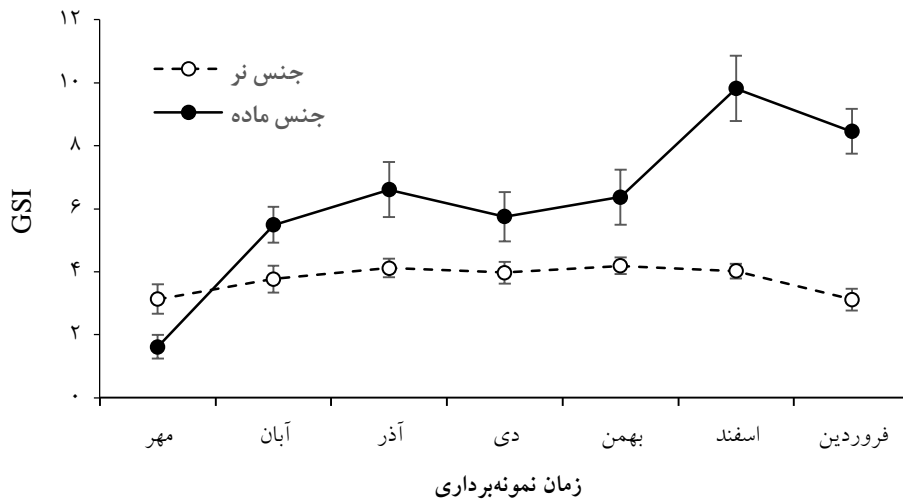


شکل ۵- فراوانی مراحل رسیدگی جنسی ماهی کپور جنس نر به صورت ماهانه در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان در سال بهره‌برداری ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹.

به میزان ۶/۶ رسید. پس از آن، مقدار این شاخص در دی‌ماه کاهش یافت که با افزایش مجدد در اسفندماه به حداکثر مقدار خود (۹/۸) رسید. این روند افزایشی دوباره در فروردین‌ماه روند کاهشی یافت (شکل ۶). در واقع، روند تغییرات شاخص گنادی جنس ماده دارای دو شکست در آذر- دی و اسفند- فرودین می‌باشد. روند تغییرات ماهانه شاخص گنادی جنس نر نیز همانند جنس ماده دارای یک روند افزایشی از مهرماه تا آذرماه بود. این شاخص از آذر تا اسفندماه نسبتاً ثابت بود که در فروردین دوباره کاهش یافت (شکل ۶).

کم‌ترین و بیش‌ترین هم‌آوری مطلق به ترتیب ۱۹۷۴۱ و ۲۳۴۲۵۴ عدد با میانگین (انحراف معیار) 233479 ± 429310 عدد تخم ثبت شد، که به ترتیب مربوط به ماهیان با سن ۳ و ۸ سال و طول چنگالی ۲۶/۵ و ۴۵ سانتی‌متر بود. هم‌چنین، کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار هم‌آوری نسبی (نسبت به وزن کل) به ترتیب ۱۰۲ و ۱۱۱۳ عدد و مقدار میانگین 319 ± 68 عدد تخم محاسبه شد.

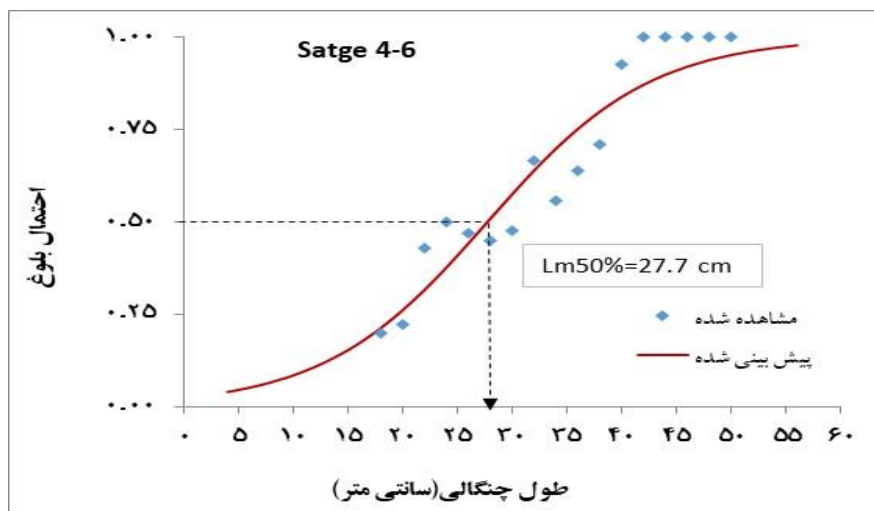
در این پژوهش که در فصل صید (مهر تا فروردین) انجام شد، با شروع فصل صید در ماه مهر (نیمه دوم) مقدار شاخص گنادی جنس ماده ماهی کپور روند افزایشی به خود گرفت و در ماه آذر



شکل ۶- روند تغییرات شاخص گنادی ماهی کپور جنس نر و ماده در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان در سال بهره‌برداری ۱۴۰۰-۱۳۹۸.

به‌دست آمده است که دارای توان تولیدمثلی در جمعیت می‌باشند (شکل ۷). محاسبه فراوانی ماهیان نابالغ ماهی کپور بر اساس درصد فراوانی ماهیان کوچک‌تر از اندازه میانگین طول بلوغ جنسی (۲۷/۷ سانتی‌متر) و ماهیان بالغ بر اساس درصد فراوانی ماهیان مساوی یا بزرگ‌تر از اندازه میانگین طول بلوغ جنسی در ترکیب صید در طی دوره مورد بررسی انجام گرفت.

براساس داده‌های فراوانی، ماهیانی که در مراحل جنسی ۴ تا ۶ بودند به عنوان ماهی کپور ماده بالغ در نظر گرفته شدند. هم‌چنین، تمام نمونه‌های ماهی کپور جنس ماده که طول چنگالی آن‌ها کوچک‌تر از ۲۰ سانتی‌متر بود ماهی نابالغ بودند. بنابراین، ماهی کپور با طول چنگالی ۲۰ سانتی‌متر به بالا به عنوان ماهی بالغ در نظر گرفته شده است. میانگین طول بلوغ جنسی ($Lm_{50\%}$)، برای جنس ماده برابر با ۲۷/۷ سانتی‌متر طول چنگالی در سواحل ایرانی دریای خزر



شکل ۷- میانگین طول بلوغ جنسی ماهی کپور جنس ماده در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان ۱۴۰۰-۱۳۹۸.

بحث

مطالعه زیست‌شناسی تولیدمثل ماهیان کپور صید شده در تور پره در محدوده آب‌های ساحلی استان گلستان در طی دوره صید ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ نشان داد اگرچه ماهی کپور توان تولیدمثل را در بازه شش‌ماهه دوره صید داشت، دو اوج تخم‌ریزی در این بازه مشاهده شد، که اوج تخم‌ریزی قوی ماهی کپور به‌طور نسبی عقب‌تر آمد، و در انتهای زمستان و اوایل بهار مشاهده شد. در نهایت، میانگین طول بلوغ جنسی (Lm50%) جنس ماده ماهی کپور نیز به‌طور نسبی کاهش یافت و به ۲۷/۷ رسید.

نسبت جنسی نر به ماده در ماهی کپور در ماه‌های مختلف سال (۵) و در سنین مختلف ماهی (۸) می‌تواند متفاوت باشد. اما با این وجود، مطالعات نشان داد که نسبت جنسی نر و ماده کپور به هم نزدیک بوده و اختلاف معنی‌دار با نسبت استاندارد ۱:۱ نداشت (۵ و ۸). در این مطالعه نیز نسبت جنسی نر به ماده برای ماهی کپور ۱:۱/۰۳ محاسبه شد که اختلاف معنی‌داری بین تعداد نر و ماده در میان جمعیت این گونه مشاهده نشده است ($P > 0/05$). همچنین، در بین یک گونه خاص در مراحل اولیه زندگی نسبت نرها می‌تواند بیشتر از ماده‌ها باشد (۱۷). برای نمونه، مطالعات نشان داد که نسبت جنسی نر بالغ به ماده بالغ ماهی کپور وحشی در تالاب انزلی تا ۳ سالگی بیشتر از یک، و در سن بیش از ۶ سالگی کمتر از یک، و در بازه سنی ۴ تا ۶ سالگی متعادل (نزدیک به یک) بود (۸). به‌علاوه، نسبت جنسی نر به ماده آبان ۱۳۸۴ تا تیر ۱۳۸۵ نیز نشان داد که این نسبت تنها در دو ماه اسفند و اردیبهشت بیشتر از یک بود، که هم‌زمان با اوج رسیدگی جنسی نرها بود (۵).

ماهی کپور تخمک‌های خود را به‌طور هم‌زمان رهاسازی نمی‌کند، بنابراین در تمام طول سال توان

تولیدمثل دارد. در مطالعه حاضر ماده‌هایی که در مراحل رسیدگی جنسی (مرحله ۴ و ۵) بودند در تمام ماه‌های نمونه‌برداری درصد فراوانی بالایی در جمعیت داشتند. با این وجود، ماهیان ماده‌ای که در مراحل جنسی پیشرفته بودند از ماه دی تا اسفند بیش‌ترین درصد فراوانی را نشان دادند. برخلاف مطالعه حاضر، مطالعاتی که در دهه گذشته در جنوب شرقی دریای خزر (استان گلستان) انجام شد نشان داد که بیش‌تر تخمک‌های کپور از مهر تا دی در مرحله ۲ تا ۴ رسیدگی جنسی، و به‌طور ویژه از فروردین تا اردیبهشت در مرحله ۵ تا ۶ جنسی قرار داشتند، به‌طوری‌که تخمک‌ها به‌طور غیرهم‌زمان در بازه اسفند تا اردیبهشت رهاسازی شدند (۵).

هم‌چنین، روند شاخص گنادی ماده‌ها نشان داد که منحنی این شاخص در فصل صید در دو دوره زمانی بین آذر-دی و اسفند-فروردین ماه دارای شکست می‌باشد، که مقدار این شکست در دوره زمانی دوم (اسفند-فروردین) بیش‌تر از دوره اول (آذر-دی) است. برعکس، مطالعاتی که یک‌دهه قبل در جنوب شرقی دریای خزر (صیدگاه میانکاله) انجام شد نشان داد که مقدار منحنی شاخص گنادی ماهی کپور در دو دوره ماه دی (اوج ضعیف) و ماه اردیبهشت (اوج قوی) دارای شکست بود، به‌طوری‌که ماهی کپور تخمک‌های خود را اسفند تا اردیبهشت رهاسازی می‌کرد (۳ و ۵). هم‌چنین، مطالعه شاخص گنادی ماهی کپور در تالاب انزلی نشان داد این شاخص دارای سه اوج (پیک) در اسفند، اردیبهشت و مرداد بود که بیش‌ترین اوج در اسفند دیده شد (۸) که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. با توجه به این‌که اوج شاخص گنادی ماهی کپور در جنوب شرقی دریای خزر (مطالعه حاضر) و تالاب انزلی (۸) در ماه اسفند مشاهده شد می‌توان بیان کرد که در زمان اوج تخم‌ریزی قوی ماهی کپور تغییراتی پدید آمده است.

کیفیت تغذیه ماهی اثر مثبت داشت، که سبب افزایش هم‌آوری مطلق ماهی کپور شد.

در مطالعه حاضر میانگین طول بلوغ جنسی (Lm50%) جنس ماده ماهی کپور کاهش یافت. در حالی که، طول بلوغ جنسی ماده در سواحل جنوبی دریای خزر ۳۱/۵ سانتی‌متر (۱۹)، در ساحل گلستان ۳۱/۶ سانتی‌متر (۵)، در تالاب انزلی ۳۵/۲ سانتی‌متر (۸) گزارش شد، در مطالعه حاضر طول بلوغ جنسی به ۲۷/۷ سانتی‌متر کاهش یافت. کاهش طول بلوغ جنسی احتمالاً به دلیل تغییر در ساختار جمعیت این گونه و حذف ژنوتیپ‌های با رشد سریع از جمعیت در اثر فشار صیادی بیش از حد بر ذخایر و نیز فقر خزانه ژنی این گونه بر اثر فعالیت‌های تکثیر و رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی می‌تواند باشد (۲۰).

معمولاً انتهای فصل صید ماهیان استخوانی در آب‌های ساحلی استان گلستان هم‌زمان با اوج دوره تخم‌ریزی (اسفند- فرودین) ماهی کپور می‌باشد، که این امر خود سبب صید بخش عمده‌ای از جمعیت مولد می‌گردد که حتی یکبار فرصت تخم‌ریزی پیدا نکرده‌اند. از طرفی، در حدود ۱۵ سال گذشته طول بلوغ جنسی ماهی کپور ۵ سانتی‌متر کاهش یافته است، که براساس آن سن بلوغ جنسی نیز در ماهی کپور از ۴ سال به ۳ سال کاهش نشان داده است. کاهش طول بلوغ جنسی را می‌توان به افزایش فشار صیادی بر ذخایر ماهی کپور دانست که موجب تغییر در ساختار جمعیت این گونه گردیده است و شرایط برای افزایش جمعیت ژنوتیپ‌های با رشد کند مهیا کرده است. بنابراین، به دلیل همپوشانی فصل صید ماهیان استخوانی با دوره اوج تخم‌ریزی ماهی کپور، پیشنهاد می‌گردد در صورت امکان فصل صید تعاونی‌های پره در اول فروردین‌ماه پایان یابد. هم‌چنین، انتظار می‌رود صید غیرمجاز، استفاده از اندازه چشمه غیراستاندارد تور پره و فشار صیادی بر جمعیت ماهیان سبب کوچک‌تر

بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش، لازم است زمان آغاز دوره ممنوعیت فصل صید ماهی کپور معمولی در منطقه مورد بازبینی قرار گیرد.

در پژوهش حاضر، هم‌آوری با سن، وزن و طول چنگالی رابطه مستقیم داشت، که با یافته مطالعات انجام شده در سواحل گلستان (۲ و ۳) و در تالاب انزلی (۸) مشابه بود. هم‌چنین هم‌آوری بیش‌ترین همبستگی را به ترتیب با وزن بدن، طول و سپس سن داشت، که مشابه یافته‌های مطالعات انجام شده بر روی ماهی کپور در تالاب انزلی بود (۷). دلیل بالاتر بودن همبستگی بین هم‌آوری و وزن بدن، یکسان بودن معیار سنجش وزن بدن و تخمدان است که سه بعدی (یعنی وزنی یا حجمی) است، در حالی که واحد سنجش طول یا سن با وزن متفاوت است.

میانگین میزان هم‌آوری مطلق برای ماهی کپور برابر 233479 ± 29310 عدد تخمک ($n=14$) و برای هم‌آوری نسبی 319 ± 668 عدد به دست آمده است. در حالی که، در مطالعات گذشته میانگین هم‌آوری مطلق کپور در جنوب شرقی دریای خزر 143303 عدد تخمک (۳ و ۵) و در تالاب انزلی 185400 عدد تخمک گزارش شد (۷)، به طوری که میانگین هم‌آوری مطلق کپور در تالاب انزلی بیش‌تر از هم‌آوری به دست آمده در مطالعات انجام شده بر روی ماهی کپور در دهه ۱۳۸۰ در استان گلستان بود. اما نتایج مطالعات حاضر نشان داد هم‌آوری ماهی کپور در آب‌های استان گلستان نیز افزایش یافته است. عوامل مختلفی مانند جثه ماهی، تراکم جمعیت، دمای آب، کیفیت تغذیه قبل از تخم‌ریزی می‌تواند در افزایش هم‌آوری مطلق ماهی کپور مؤثر باشد. برای نمونه، افزایش اندازه ماهی روی هم‌آوری اثر مثبت می‌گذارد (۱۸) که سبب تولید تخم‌های بزرگ‌تر می‌شود (۱۴). هم‌چنین، احتمالاً رخداد سیل در گرگان‌رود و قره‌سو در بهار ۱۳۹۸ روی کمیت و کیفیت آب و در نتیجه روی

تشکر و قدردانی

از همه دست‌اندرکاران مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان گرگان، خانم مهندس محمد شفیق و خانم دکتر یازرلو که در فعالیتهای آزمایشگاهی و میدانی این مطالعه همکاری داشتند تشکر می‌نمایم.

شدن اندازه‌های طولی ماهیان گردد، که در نهایت کاهش طول بلوغ جنسی را به‌همراه داشته است. اصلاح چشمه تور موجود در مطالعات آینده به‌همراه به‌کارگیری سطح تلاش صیادی بهینه به‌دست آمده جهت احیاء ذخایر و دستیابی به صید مسئولانه ضروری می‌باشد.

منابع

1. Biswas, S. P. (1993). Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers Dibrugh University Dibrugarch, pp. 60-90.
2. Vazirzadeh, A., Mojazi Amiri, B., Yelghi, S., Hajimoradloo, A., Nematollahi, M. A., & Ylonas, C. C. (2011). Comparison of the effects of different methods of mammalian and salmon GnRH administration on spawning performance in wild caught female carp (*Cyprinus carpio*) from the Caspian Sea. *Aquaculture*. 320, 12.
3. Ghelichi, A., Akrami, R., Bandani, G. A., & Jorjani, S. (2010). (Reproduction biology of female common carp (*Cyprinus carpio*) in southeast of the Caspian Sea (Miankale Fishing Station). *Journal of Fisheries, Iranian Journal of Natural Resources*. 63 (3), 197-208.
4. Fishbase.ir: <https://www.fishbase.se/summary/13451>.
5. Ghojoghi, F., Akrami, R., & Bandani, Gh. A. (2007). Spawning season and reproduction of common carp (*Cyprinus carpio*) in Golestan province shores. *Journal of Fisheries*, 1, 4.
6. Rahnema, S., Yalqi, S., & Shajiei, H. (2013). Investigating some biological indicators of sea (*Cyprinus carpio*) spawners in Sijwal breeding center, Turkmen port. *Fisheries Journal, Islamic Azad University, Wahad Azad Shahr*, 6 (3), 111-120.
7. Abbasi, K., Esmaili Fereidoni, A., Sayyad Bourani, M., & Rahmani, H. (2019). Fecundity of wild common carp, *Cyprinus carpio*, in Anzali Wetland. *JAD*, 13 (1), 103-119. URL: <http://aquadev.liau.ac.ir/article-1-569-fa.html>.
8. Abbasi, K., Esmaili Fereidoni, A., Sayyad Bourani, M., & Rahmani, H. (2022). Study on main reproductive characteristics of wild common carp, *Cyprinus carpio*, in Anzali Lagoon. *Wetland Ecobiology*, 13 (1), 61-80. URL: <http://jweb.ahvaz.iau.ir/article-1-945-fa.html>.
9. Jearld, A. J. (1983). Age determination. In: Nielsen and D. L. Johnson (eds.), *Fisheries techniques*: 301-324. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
10. ICES. (1997). Report by correspondence of Baltic Herring Age Reading Study Group. September 1997. ICES CM 1997/J: 537.
11. Billard, R., Cosson, J. L., & Crim, W. (1993). Mortality of fresh and aged halibut sperm. *Aquatic Living Resources*. 6, 67-75.
12. Haddon, M. (2011). *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*, 2nd Edition. Chapman & Hall, CRC Press. P. 452.
13. King, M. (2007). *Fisheries biology, assessment and management*. Oxford, fishing news books. 341p.
14. Marteinsdottir, G., & Begg, G. A. (2002). Essential relationships incorporating the influence of age, size and condition on variables required for estimation of reproductive potential in Atlantic cod *Gadus morhua*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 235, 235-256.
15. Irodriguez-Cabello, C., Velasco, F., & Olaso, I. (1998). Reproductive biology of lesser spotted dog fish, *Scyliorhinus canicula* (L., 1758), in the Cantabrian Sea. *Sci. Mar.* 62 (3), 187-191.

16. Bhattacharya, G. K., & Johnson, R. A. (1977). Statistical Concepts and Methods. The second volume, translated by: Morteza Ibnshahrashob and Fattah Mikaili. Academic Publishing Center, Tehran.
17. Nikolsky, G. V. (1963). The ecology of fishes. Academic Press, New York, pp. 352.
18. 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, [http:// dx.doi.org/ 10.1080/00288330.2013.789440](http://dx.doi.org/10.1080/00288330.2013.789440).
19. Bandani, G., Abdol-Malki, S., Yalqi, S., Ghasemi, S., Qurbani, R., Tawakli, M., Prafkande, P., Daryanbard, R., Larijani, M., Nahrer, M., Kar, A., Khemmati, K., & Taleshian. (2015). Research on the biology (age, growth, diet and reproduction of carp (*Cyprinus carpio*) in the southern shores of the Caspian Sea, final report of the Inland Water Aquatic Resources Research Center-Gorgan, 55 p.
20. Daryanabard, *et al.* (2017). Investigating the reproductive characteristics of white fish and golden mullet in the Iranian coasts of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Caspian Sea Research Institute. 63.