

Research Article

The Effect of Broodstock Age Composition on the Types and Extent of External Abnormalities in Silver Carp Larvae and Fry (*Hypophthalmichthys molitrix*)

Hossein Eini Deyvshali, Asgar Zhahmatekesh Komaleh, Mehran Avakh Keysami*, Babak Tizkar, Afshar Zoghi Shalmani, Mohamad Rahanandeh

Fisheries and Aquatic Research Department, Agricultural Research and Education Center and Natural Resources of Guilan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran

*Corresponding author: dr.keysami@gmail.com

Received: 15 July 2025

Accepted: 03 September 2025

DOI: 10.60833/ascij.2026.1212022

Abstract

This study was conducted to investigate the types and extent of appearance abnormalities of silver carp larvae and fry (*Hypophthalmichthys molitrix*) by crossing between the breeders in 4 different treatments. Treatment 1 (females aged 4⁺ and males 4⁺), treatment 2 (females aged 5⁺ and males 4⁺), treatment 3 (females aged 5⁺ and males 5⁺), treatment 4 (females aged 5⁺ and 4⁺ and males 4⁺ and 5⁺). Larvae and fry extracted from breeders were randomly released into 100-L plastic tanks (indoors) and cages in an earthen pond, respectively. Larvae were fed with powdered milk and fry were fed with powdered food. The types and extent of apparent abnormalities were determined in larvae (1, 3 and 5 days-old) and fry (32 days old). The highest abnormality in terms of larval age was (1.703 ± 0.336) (%) in three-day-old larvae, and the highest type of abnormality was axial body deviation (2.133 ± 0.133) (%), and its highest extent was obtained in the larval period with an average of (1.518 ± 0.759) (%) in experimental treatment 3. The most common abnormality observed in fry was caudal fin erosion, and the most frequent example of this abnormality was seen in fry of treatment 4 (25.426 ± 0.073) (%). In comparison, the lowest diversity (5.521 ± 2.435) (%) and the lowest frequency of abnormalities (3.589 ± 2.502) (%), the highest average weight gain, length and survival were obtained in the fry of experimental group 2. Considering the identical conditions created for the treatments and the results of the study, it was determined that in the crossings of different age groups, treatment 2 caused a significant reduction in defects and an increase in growth and survival. Therefore, maybe the crossing of female producers aged 5⁺ and male producers aged 4⁺ could be effective in reducing the incidence of abnormalities in the production of silver carp larvae and fry.

Keywords: Silver carp, larva, fry, abnormality, reproductive age.



مقاله پژوهشی

تأثیر ترکیب سنی مولدین بر انواع و میزان ناهنجاری‌های ظاهری لارو و بچه‌ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

حسین عینی‌دیوشلی، عسگر زحمتکش‌کومله، مهران آوخ‌کیسمی*، بابک تیزکار، افشار ذوقی‌شلمانی، محمد رهاننده

بخش تحقیقات شیلات و آبزیان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

*مسئول مکاتبات: dr.keysami@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴

DOI: 10.60833/ascij.2026.1212022

چکیده

این تحقیق جهت بررسی انواع و میزان ناهنجاری‌های ظاهری لارو و بچه‌ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) با تلاقی بین مولدین در ۴ گروه آزمایشی متفاوت شامل تیمار ۱ (مولدین ماده با سن 4^+ و نر با سن 4^+)، تیمار ۲ (مولدین ماده با سن 5^+ و نر با سن 4^+)، تیمار ۳ (مولدین ماده با سن 5^+ و نر با سن 5^+)، تیمار ۴ (مولدین ماده با سن 5^+ و نر با سن 5^+) انجام گردید. لاروها و بچه‌ماهی‌های استحصالی از مولدین به صورت تصادفی به ترتیب در مخازن پلاستیکی ۱۰۰ لیتری (داخل سالن) و قفس‌های توری در استخر خاکی رهاسازی شدند. تغذیه‌ی لاروها با شیر خشک و تغذیه‌ی بچه‌ماهی‌ها با غذای پودری انجام شد. انواع و میزان ناهنجاری‌های ظاهری در لاروها (یکروزه، سه‌روزه، و پنج‌روزه) و بچه‌ماهی‌ها (۳۲ روزه) تعیین شد. بیشترین ناهنجاری‌های کپور نقره‌ای از نظر سن لارو با میزان $0/336 \pm 1/703$ درصد در لاروهای سه‌روزه و بیشترین نوع ناهنجاری، انحراف محوری بدن، $0/133 \pm 2/133$ درصد بود و بیشترین میزان آن با میانگین $0/759 \pm 1/518$ درصد در تیمار آزمایشی ۳، در زمان لاروی به دست آمد. شایع‌ترین ناهنجاری مشاهده‌شده در بچه‌ماهی‌ها خوردگی باله دمی بود و فراوان‌ترین این نمونه از ناهنجاری در بچه‌ماهیان تیمار ۴، $0/073 \pm 25/426$ درصد دیده شد. در مقایسه کمترین تنوع، $2/435 \pm 5/521$ درصد و کمترین فراوانی ناهنجاری، $2/502 \pm 3/589$ درصد، بالاترین میانگین افزایش وزن، طول و بازماندگی در بچه‌ماهیان گروه آزمایشی ۲ به دست آمد. با توجه به شرایط یکسان ایجادشده برای تیمارها و نتایج تحقیق مشخص گردید که در تلاقی‌های گروه‌های سنی مختلف تیمار ۲ سبب کاهش معنی‌دار نواقص و افزایش رشد و بازماندگی گردید. بنابراین شاید تلاقی مولدین ماده با سن 5^+ و نر با سن 4^+ بتواند در کاهش بروز ناهنجاری در تولید لارو و بچه‌ماهی کپور نقره‌ای موثر باشد.

کلمات کلیدی: کپور نقره‌ای، لارو، بچه‌ماهی، ناهنجاری، سن مولدین

مقدمه

در میان اقشار کم درآمد بالاتر است (۱). در گسترش تولید آن همواره وضعیت ظاهری آن‌ها تحت تأثیر عوامل مختلف چون تلاقی مولدین با سنین مختلف قرارگرفته است (۲) و احتمال اینکه مسئله سن

ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) یکی از ماهی‌های پرورشی مهم در پرورش توام ماهیان گرمابی است که بدلیل قیمت پایتتر نسبت به سایر ماهیان پرورشی تولید و تقاضا برای مصرف آن

مولدین روی سلامت ظاهری لارو و بچه‌ماهیان کپورنقره‌ای تأثیرگذار باشد وجود دارد (۲، ۳). گسترش فعالیت‌های آبی‌پروری به‌ویژه تکثیر و پرورش ماهی کپورنقره‌ای در جهان و ازجمله ایران صورت گرفته است و این توسعه پیوسته تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی و پرورش‌دادن در هچری‌ها، باعث بروز عوامل جدیدی از جمله استفاده از هورمون‌های تحریک‌کننده تخم‌ریزی، تغذیه مصنوعی، نور مصنوعی، داروها، شوینده‌ها، استفاده از سازه‌های مصنوعی، دستکاری و ضربات فیزیکی و مکانیکی گردید که هر کدام از این عوامل ممکن است فشار قابل ملاحظه‌ای روی ماهی در حال رشد اعمال نماید (۱، ۴، ۵). همچنین گسترش تولید آن ممکن است تحت تأثیر عوامل حیاتی (میکروارگانیسم‌ها) و غیرحیاتی (زیست‌محیطی، تغذیه و ژنتیک) و یا آمیخته‌ای از عوامل ذکرشده قرار گرفته و درنهایت احتمال بروز انواع ناهنجاری‌های ظاهری آن‌ها را به‌مراه داشته باشد (۶). در رابطه با تأثیر شرایط محیطی در بروز ناهنجاری‌ها بر روی ماهی مطالعات زیادی انجام شده است که می‌توان به تحقیقات در خصوص تأثیر پساب صنایع بر روی لارو و بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (۷)، تأثیر درجه حرارت آب انکوباسیون تخم تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد بر ناهنجاری لارو ماهی (۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲)، تأثیر محتوای میزان پروتئین در رژیم غذایی مولدین و تأثیر آن در رشد و ناهنجاری لاروی (۴)، تأثیر ویتامین A در بروز ناهنجاری اسکلتی (۱۲) تأثیر افزایش درجه حرارت و رابطه آن با بروز بدفرمی‌های اسکلتی (۱۳)، تأثیر عوامل ژنتیکی (۶، ۱۴، ۱۵)، تأثیر رنگ تانک روی ناهنجاری لاروی ماهی (۱۶)، تأثیر آلودگی‌های فلزات سنگین در ماهی بیگ‌هد و کپور نقره‌ای (۱۷) و تأثیر روش‌های پرورش لارو روی ناهنجاری‌های لاروی در مارماهی (۱۸) اشاره نمود.

به‌طورکلی ناهنجاری‌های جنین، لارو و بچه‌ماهی یک‌معضل رایج و تکراری در آبی‌پروری ماهی محسوب می‌شود (۱۹). سطح ناهنجاری‌های طبیعی لارو به‌طور عمومی کمتر از ۱۰ درصد پیش‌بینی و در لارو ماهی باس‌دریایی (*Sparus aurata*) ۲۷ درصد و در بچه‌ماهیان این گونه ۵ درصد ملاحظه شد (۴، ۱۴). این میزان ناهنجاری با سطح تغییرات آب و هوایی و به‌طور قابل توجهی با استرس‌های محیطی مانند آلودگی‌های زیست‌محیطی افزایش می‌یابد (۴). ازاین‌رو عوامل تأثیرگذار بر سطح ناهنجاری می‌توانند به‌طور مستقیم فیزیولوژی ماهی، ماهیت فیزیکی شیمیائی آب و وضعیت ظاهری ماهی را تحت تأثیر قرار دهند و بدفرمی لارو و بچه‌ماهی را سبب شوند. ازجمله‌ی این ناهنجاری‌ها، می‌توان استسقا اطراف قلب، کیسه‌شنای غیرطبیعی و تحقیق Jezierska و همکاران (۲۰۰۹) در مورد ناهنجاری‌های اسکلتی لوردوزیس، اسکلوروزیس، کیفوزیس در کپور معمولی را نام برد (۲۰، ۲۱) ناهنجاری‌های ظاهری در نوزادان نارس و بچه‌ماهی یک واکنش طبیعی موجود به استرس‌های محیطی است که منجر به کاهش توانمندی‌های فیزیولوژیک و بیولوژیک آن می‌شود (۲۲). در نگاه‌کلی می‌توان گفت متغیرهای مختلفی در بروز ناهنجاری لارو و بچه‌ماهی در شرایط پرورش وجود دارد.

اگرچه اهمیت بروز ناهنجاری در فرایند تولید لارو و بچه‌ماهی کپور نقره‌ای به‌لحاظ تأثیر بر روی رشد و تلفات وهزینه تولید لارو و بچه‌ماهی در صنعت آبی‌پروری بسیار اهمیت دارد (۲۲) اما هیچ سابقه‌ای از تأثیر سن و ترکیب نر و ماده مولدین روی انواع و میزان ناهنجاری‌های ظاهری لارو و بچه‌ماهی وجود ندارد. بنابراین، این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر ترکیب سنی مولدین بر بروز انواع و میزان

ناهنجاری‌های ظاهری لارو و بچه‌ماهی کپورنقره‌ای
اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شرکت تعاونی ۱۲ در ۵ کیلومتری شهرستان رشت در روستای فلکده واقع در استان گیلان در بهار سال ۱۴۰۱ اجراء گردید. آب موردنیاز جهت پرورش ماهی از رودخانه سفید رود پس از عبور از توری به استخر رسوب‌گیر و با عبور از فیلتر شنی وارد استخر ذخیره گردید و از طریق سیستم پمپاژ به استخرها هدایت شد. منبع تأمین آب موردنیاز سالن تکثیر از چاه بود که پس از پمپاژ به حوضچه بتونی پس از عمل‌آوری و هوادهی از طریق پمپاژ به منبع هوایی آب و از طریق شیرفلکه‌ها و به سالن تکثیر و به زوج‌ها منتقل گردید. با مناسب شدن دمای آب (۲۴ درجه سانتی‌گراد) ماهی‌های مولد از استخرهای پرورش مولد صید شدند و با تانکر مجهز به سیستم هوادهی به سالن هجری انتقال و در حوضچه‌های آرامش نگهداری شدند. تعیین سن، اندازه‌گیری طول و وزن و علامت‌گذاری ماهی‌های مولد در یک مرحله (در زمان بیهوشی) انجام پذیرفت.

آماده‌سازی تیمارهای آزمایشی: در این تحقیق از دو رده‌ی سنی مولدین (4^+ , 5^+) برای بررسی انواع و درصد ناهنجاری لارو و بچه‌ماهی استفاده شد. ابتدا چهارگله مولد جداگانه با ترکیب سنی متفاوت شامل تیمار ۱ (مولدین ماده با سن 4^+ و نر با سن 4^+)، تیمار ۲ (مولدین ماده با سن 5^+ و نر با سن 4^+)، تیمار ۳ (مولدین ماده با سن 5^+ و نر با سن 5^+)، تیمار ۴ (مولدین ماده با سن 5^+ و 4^+ و نر با سن 5^+ و 4^+) تهیه گردید و نسبت به تلاقی بین آن‌ها اقدام گردید (جدول ۱). ضمن تغییر اثر ترکیب سنی مولدین اثر سایر فاکتورها و به عبارتی اثر شرایط

محیطی برای همه تیمارها یکسان در نظر گرفته شد. تمام تلاقی‌ها و پرورش بچه‌ماهیان در شرایط استاندارد یکسان انجام گرفت. مولدین با تزریق هورمون رسیدگی جنسی در حوضچه‌های تیمار رهاسازی شدند و تخم‌های حاصل از آن‌ها در تیمارهای جداگانه برای تفریخ و طی نمودن مراحل لاروی در مخزن‌های پلاستیکی ۱۰۰ لیتری (داخل سالن) که به‌صورت تصادفی چیدمان شده بودند به مدت ۵ روز نگهداری شدند. سپس لاروها به قفس‌های مهیا شده در استخر خاکی (هاپا) که به‌صورت تصادفی چیدمان شده بودند منتقل و به مدت ۳۲ روز در قفس‌های استخر نگهداری گردیدند.

تحریک تخم‌ریزی: برای تحریک رسیدگی جنسی ماهی‌های مولد از هورمون استروژنیک LRH-A برای وزن بروداستوکی ماده ۱۰ میکروگرم/کیلوگرم برای هر مولد ماده ۱۰ درصد در مرحله اول و ۹۰ درصد در مرحله دوم (۱۲ تا ۱۳ ساعت پس از تزریق اول) و ماهی‌های مولد نر نیز در یک مرحله نصف مقدار هورمون ماهی‌های مولد ماده ۵ میکروگرم/کیلوگرم همزمان با تزریق دوم مولدین ماده به‌عنوان دوز نهایی تزریق گردید. محلول هورمون با سرم فیزیولوژی در قسمت بافت نرم باله سینه‌ای تزریق شد و در وان رهاسازی شدند (۲۳). پس از تزریق نهایی ماهی‌های مولد تیمار با چان دستی به صورت تصادفی به حوضچه‌های گرد با ظرفیت ۸۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هر حوضچه برای رسیدگی نهائی و تخم‌ریزی انتقال داده شدند. دمای آب سالن تکثیر در زمان تزریق دوم ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد بود. پس از رهاسازی ماهی‌های مولد در حوضچه‌های گرد پس از ۸ تا ۹ ساعت از زمان تزریق دوم فعالیت‌های تولید مثلی آغاز شد. سپس مولدین همزمان با انجام فعالیت شدید، تخم و اسپرم ریزی نمودند. تخم‌ریزی در دمای آب ۰/۸۸۱ ± ۲۶/۲۳۳ درجه سانتی‌گراد شروع شد. جمع‌آوری و

انتقال تخم‌های لقاح یافته به انکوباتور شبه رومانیایی که درخارج از حوضچه‌ی گرد در یک حوضچه بتونی نصب شده بود، هدایت و جمع‌آوری شدند. تخم‌های جمع‌آوری شده در این انکوباتور توسط تشتک جمع‌آوری و با مقدار ۱۵ تا ۲۰ لیتر تخم متورم شده در حجم انکوباتور زوگ (۱۷۵ لیتر) در سالن تکثیر ذخیره‌سازی شدند و مراحل انکوباسیون را سپری نمودند.

مدت زمان خروج لاروها از تخم پس از تخم‌ریزی مولدین ۲۱ تا ۲۲ ساعت بطول انجامید. ۲۳ ساعت پس از عمل انتقال تخم‌ها به هچری، نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری و بررسی فعالیت لاروها با بشر و لوله آزمایش انجام گرفت و برای بررسی وضعیت ظاهری لاروها، از ذره بین استفاده شد. لاروها پس از شستشو با آب تازه به انکوباتور دیگر که حاوی آب تازه با درجه حرارت و جریان آبی مناسب بودند، انتقال داده شدند. در شرایط نگهداری یکسان، لاروهای ۳ تا ۴ روزه، ۲ تا ۳ بار با امولسیون شیرخشک دامی غذادهی شدند. بدین‌صورت لاروها به مدت ۵ روز در مخزن‌های پلاستیکی ۱۰۰ لیتری سالن تکثیر نگهداری شدند.

نمونه برداری و بررسی ناهنجاری در مراحل لاروی: برای تعیین میزان ناهنجاری لاروهای کپور نقره‌ای در تیمارها و تکرارها پس از خارج شدن لاروها از تخم نمونه‌برداری در چند مرحله، برای هر تیمار با ۳ تکرار انجام گرفت. در ابتدا آب ورودی به انکوباتور زوگ برای مدت ۳ دقیقه قطع گردید و بعد از تجمع لاروها در سطح انکوباتور زوگ نمونه‌برداری از آن‌ها بطورتصادفی با بشر انجام گرفت. سپس لاروها با محلول فرمالین ۴ درصد تثبیت و جهت شمارش و اندازه‌گیری طولی به آزمایشگاه انتقال یافته و وضعیت ظاهری آن‌ها موردبررسی قرار گرفت. شمارش و بررسی اولیه وضعیت ظاهری لاروها و

جدا سازی لاروهای ناهنجار از لاروهای سالم با کلنی‌کانتز انجام گرفت. برای دستیابی به نوع و درصد ناهنجاری‌های ظاهری در بچه‌ماهی‌ها، قفس‌هایی به ابعاد ۳×۲×۱/۵ متر با دو نوع توری با چشمه‌های متفاوت شامل توری با چشمه‌های ریز در جداره داخلی (۳۵۰ میکرون) و توری محافظ (۴ میلی‌متر) در قسمت بیرونی قفس، یکی برای نگهداری نوزادهای نارس و توری محافظ برای جلوگیری از ورود شکارچیان (مار، قورباغه و لاک پشت و سوسک آبی) ساخته شد. پس از آماده‌شدن استخر پرورش نوزاد های نارس از نظر غذای زنده، قفس‌های تیمار به‌صورت کاملاً تصادفی با فاصله ۷۰ متر دورتر از دریچه ورودی آب، درحاشیه استخر (با فاصله ۳ متری از دیواره استخر) قرار گرفتند. لاروهای تیمارها قبل از انتقال به قفس‌های پرورش، از انکوباتورهای زوگ جمع‌آوری، شستشو و به انکوباتورهای رومانیایی انتقال یافته و آب تازه نیز به منظور شستشو به مدت ۱۵ دقیقه در آن جاری شد تا مواد زائد خارج گردد. سپس لاروها زیست سنجی شدند. وزن نوزادهای نارس با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک‌صدم گرم و طول آن‌ها با دستگاه کلنی‌کانتز اندازه‌گیری شد (جدول ۲). پس از مشخص شدن وزن و طول لاروها نوزادان نارس قبل از رهاسازی با آب استخر سازگار شدند و با تراکم ۱۶۷ قطعه در متر مربع در قفس مربوطه رهاسازی گردیدند. با توجه به بسته‌بودن محیط پرورش و احتمال کمبود غذای زنده، اولین غذادهی ۲ روز پس از رهاسازی نوزادهای نارس با غذای پودری پیش آغازین و آغازین، ۲ بار در روز انجام شد (جدول ۳). دمای آب برای مراحل لاروی و عوامل فیزیکی و شیمیایی آب استخر قبل از رهاسازی و بیومتری بچه‌ماهیان اندازه‌گیری شد. دمای آب و اکسیژن اشباع و pH آب توسط دستگاه اکسیژن متر مدل (WTW OX 325) و pH سنج

دیجیتال اندازه گیری شد. هم‌زمان با زیست‌سنجی بچه‌ماهیان هر تیمار از نظر وضعیت ظاهری موردبررسی قرارگرفتند و بچه‌ماهیانی که از نظر ظاهری ناهنجار بودند از بچه‌ماهیان سالم جدا گردیدند. از رابطه‌های زیر برای محاسبه رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان آزمایشی استفاده شد (۲۴).

رابطه درصد افزایش وزن:

$$\% BWI=100 \times (BW - BW_i) / BW_i$$

رابطه درصد رشد به طول: $L_2 - L_1 / L_2 \times 100$

رابطه بازماندگی: $S.R=N_1 \times 100 / N_2$

تجزیه و تحلیل آماری: به منظور بررسی درصد تنوع و شدت ناهنجاری‌های ظاهری در لارو و بچه‌ماهی در گروه‌های آزمایشی اطلاعات به‌دست‌آمده در نرم‌افزار EXCEL ثبت گردید.

همچنین برای مقایسه میانگین‌ها بین تیمارها و تکرارها از آزمون آنالیز واریانس در نرم‌افزار SPSS۱۹ استفاده شد.

دیجیتال با مدل (WTWpH 3301) هر ده روز یک بار اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ترکیبات ازته مثل $N-NH_3$ و $N-NO_3$ از دستگاه نیتريت و نیترات سنج هانا، مدل‌های HI708 و HI733 ساخت تایوان و از دستگاه آمونیاک سنج هانا (HI93715) و اسپکتروفتومتر مدل Uv/Vis JENWAY 6105 ساخت کشور انگلستان استفاده شد. با اتمام دوره‌ی پرورش به‌منظور بررسی وضعیت ظاهری بچه‌ماهی‌های آزمایشی از نظر ناهنجاری، میزان رشد، بازماندگی، به‌تفکیک بچه‌ماهی‌های هر تیمار از قفس جمع‌آوری و به سالن تکثیر انتقال و در مخازن جداگانه رهاسازی شدند و آب تازه نیز جاری شد. بعد از شستشو و تخلیه روده‌ی بچه‌ماهیان ارتفاع آب مخازن کاهش داده‌شد و بچه‌ماهیان هر تیمار با ساچوک جمع‌آوری و پس از بی‌هوشی با عصا گل میخک (۱۰۰ میلی‌گرم/لیتر) نسبت به اندازه‌گیری طول چنگالی و وزن آن‌ها اقدام گردید (۲۴). طول چنگالی با خط‌کش معمولی و وزن بچه‌ماهی‌ها با ترازوی

جدول ۱ - مشخصات ماهی‌های مولد کپور نقره‌ای (*H. molitrix*) مورد استفاده در تیمارهای آزمایشی مختلف (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)
Table 1. Characteristics of silver carp (*H. molitrix*) broodstocks fish used in different experimental treatments (Mean $\pm$ SE)

	Male Length(cm)	Male Weight(kg)	Male age	Female age	Female Length(cm)	Female Weight(kg)	Female Abdomen(cm)
1	80.875 $\pm$ 3.358	6.275 $\pm$ 0/839	4*	4*	74.714 $\pm$ 2.212	5.486 $\pm$ 0.235	49.714 $\pm$ 1.228
2	78.285 $\pm$ 1.742	5.971 $\pm$ 0/373	4*	5*	83.285 $\pm$ 0.606	7.800 $\pm$ 0.265	56/857 $\pm$ 0/670
3	79.428 $\pm$ 1.072	6.143 $\pm$ 0.247	5*	5*	81.769 $\pm$ 0.841	6.984 $\pm$ 0.286	56.231 $\pm$ 0.691
4	79.428 $\pm$ 1.072	6.150 $\pm$ 0.247	5*,4*	5*,4*	78.307 $\pm$ 1.622	6.553 $\pm$ 0.358	53.231 $\pm$ 1.292

جدول ۲ وزن و طول لاروها (نوزادان نوری) قبل از رهاسازی به قفس‌های تیمارها (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)
(Mean $\pm$ SE) Table 2. Weight and length of larvae (newborns) before release into treatment cages

Treatment	Length(cm)	Weight(mg)
1	6.618 $\pm$ 0.016	1.918 $\pm$ 0.011
2	6.968 $\pm$ 0.187	2.670 $\pm$ 0.077
3	8.372 $\pm$ 0.650	2.558 $\pm$ 0.0702
4	6.790 $\pm$ 0.072	2.233 $\pm$ 0.021

جدول ۳ آنالیز تقریبی غذای مصرف شده و میزان مصرف غذای نوزادهای نرئس ماهی کپور نقره‌ای *H. molitrix* در طول دوره‌ی پرورش
 Table 3. Approximate analysis of food consumed and food consumption rate of *H. molitrix* silver carp fry during the rearing period

feed	Fish weight (mg)	Feed size (mm)	Feeding rate (%)	Raw protein (%)	Raw fat (%)	Raw Fiber (%)	Ash (%)	Phosphorus (%)	Moisture (%)
Pre starter	200<	0.6-0.2	10	42	11	4	10	1.2	10
Starter	200>	1.6-1	10	40	10	4.5	10	1.2	10

نتایج

عوامل فیزیکی و شیمیایی آب: نتایج اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی آب استخر خاکی که قفس‌های پرورش در آن قرار داده شدند به ترتیب شامل میانگین دمای آب ($1/11 \pm 30/71$) درجه سانتی‌گراد، اسیدیته آب ($0/14 \pm 8/15$)، اکسیژن ($0/12 \pm 6/53$) میلی‌گرم/لیتر، میزان آمونیاک ($0/01 \pm 0/04$)، نیتريت ($0/02 \pm 0/03$) و میزان فسفر ($0/03 \pm 0/08$) میلی‌گرم/لیتر به دست آمد.

انواع ناهنجاری‌های ظاهری دوره‌ی لاروی (سن لارو): در مرحله لاروی ناهنجاری‌های مختلف از جمله انحنای محوری بدن، خمیدگی ساقه‌دمی و بدفرمی ساقه‌دمی مشاهده گردید. جدول (۴) میانگین فراوانی ناهنجاری ظاهری مرحله لاروی در فواصل زمانی متفاوت و میانگین شدت کل آن‌ها در تیمارهای آزمایشی مختلف را نشان می‌دهد. در تیمار ۱ بیشترین میانگین فراوانی در لاروهای پنج روزه، $0/162 \pm 1/550$ درصد و کمترین میانگین فراوانی در لاروهای یک‌روزه، $0/716 \pm 0/746$ درصد در تیمار ۱ به دست آمد. لاروهای یک‌روزه دو تیمار ۲ و ۳ ناهنجاری بروز ندادند ولی در مقایسه درصد ناهنجاری وضعیت ظاهری لاروهای سه‌روزه، تیمار ۴ ناهنجاری ظاهری بیشتری ($0/313 \pm 2/310$) درصد نسبت به سایر تیمارها نشان داد و در مجموع بیشترین درصد شیوع ناهنجاری از نظر سنی در لاروهای سه‌روزه ($1/336 \pm 1/703$) درصد و کمترین آن مربوط به لاروهای یک‌روزه ($0/171 \pm 0/271$) درصد بود (جدول ۴). انحراف محوری بدن (Curvature of the Spine)

شایع‌ترین ناهنجاری ظاهری در زمان لاروی بود. این ناهنجاری در تمام لاروهای گروه‌های آزمایشی شیوع داشت و بیشترین میزان شیوع این نمونه از ناهنجاری ($1/402 \pm 2/280$) درصد در لاروهای تیمار ۳ و کمترین میزان شیوع آن ($0/901 \pm 1/733$) درصد در تیمار ۲ به دست آمد. بیشترین درصد ناهنجاری خمیدگی ساقه دمی (Curvature of tail) در لاروهای تیمار ۴، $0/532 \pm 2/130$ بود و کمترین درصد این ناهنجاری، $0/250 \pm 0/250$ در تیمار ۱ دیده شد. همچنین با مقایسه میانگین میزان ناهنجاری بدفرمی ساقه دمی (Deformed tail) بیشترین درصد ($0/370 \pm 0/750$) در تیمار ۱ مشاهده گردید (جدول ۵). از مقایسه میزان ناهنجاری‌های به‌دست‌آمده در پایان دوره‌ی پرورش، بالاترین ($0/759 \pm 1/518$) درصد در تیمار ۳ و کمترین آن $0/385 \pm 0/661$ درصد ناهنجاری لاروی به لحاظ سن لارو، در تیمار ۲ بود. از لحاظ تنوع ناهنجاری لارو تیمار ۴ بالاترین رتبه با $0/574 \pm 1/143$ درصد و تیمار ۲ کمترین تنوع ناهنجاری با $0/501 \pm 0/827$ درصد بروز دادند.

انواع ناهنجاری‌های ظاهری دوره‌ی ۳۲ روزه پرورش بچه‌ماهیان: ناهنجاری‌های ظاهری بعد از ۳۲ روز پرورش در بچه‌ماهیان تیمارهای آزمایشی شامل خمیدگی ساقه دمی (Curvature of tail)، دو شاخه‌ای شدن باله دمی (Branched tail) خوردگی باله دمی (Shortened tail)، ناهنجاری چشم‌ها (Eye malformation)، رنگ‌پریدگی بدن (Decolored ness)، ناهنجاری فک‌ها (Jaws malformation) بود.

در مقایسه ناهنجاری‌های مشاهده‌شده در بچه‌ماهیان تیمارهای آزمایشی خمیدگی ساقه دمی ($0/014 \pm$) ($0/437$) درصد در تیمار ۱ بود و سه تیمار ۲، ۳ و ۴ ناهنجاری خمیدگی ساقه‌دمی را نشان ندادند و در مورد دو شاخه ای شدن باله‌دمی، بیشترین ($0/251$) $0/150 \pm$ درصد در تیمار ۱ و کمترین ($0/152$) $0/800 \pm$ درصد در تیمار ۳ بود و دو تیمار ۲ و ۴ در رتبه‌های بعدی بودند. در خصوص ناهنجاری خوردگی باله دمی بالاترین ($0/073 \pm 25/426$) درصد در تیمار ۴ و کمترین میزان ($0/075 \pm 24/140$) درصد آن در بچه‌ماهیان تیمار ۱ مشاهده گردید و دو تیمار ۱ و ۳ با مقداری تفاوت در مراتب بعدی بودند. در مورد ناهنجاری چشم‌ها، بیشترین ($0/008$) $0/693 \pm$ درصد در تیمار ۴ و دو تیمار ۱ و ۲ در مرتبه بعدی این ناهنجاری قرارگرفتند و در تیمار ۳ این نمونه از ناهنجاری دیده نشد. در مورد رنگ‌پریدگی بدن، بالاترین ($0/025 \pm 3/360$) درصد در تیمار ۳ و سپس ($0/015 \pm 0/670$) درصد در تیمار ۴ بود و دو تیمار ۱ و ۲ به‌ترتیب با ($0/152 \pm 1/073$) درصد و ($0/021 \pm 0/853$) درصد در رتبه‌های بعدی بودند. بیشترین ناهنجاری فک‌ها ($0/152 \pm 0/230$) درصد در تیمار ۱ و در دو تیمار ۳ و ۴ این نمونه از ناهنجاری مشاهده نگردید. فراوان‌ترین درصد تنوع ناهنجاری در بچه‌ماهیان ($0/167 \pm 25/132$)، مربوط به خوردگی باله‌دمی بود. دو شاخه ای شدن باله دمی با فراوانی ($0/108 \pm 6/982$) درصد در درجه دوم و سهم ناهنجاری رنگ‌پریدگی بدن ($0/683 \pm 1/542$) درصد در رتبه سوم و به ترتیب ناهنجاری چشم‌ها ($0/167 \pm 0/385$) درصد، ناهنجاری فکی ($0/107 \pm 0/621$) درصد، ناهنجاری بدفرمی ساقه دمی ($0/107 \pm 0/107$) درصد در رتبه های بعدی از ناهنجاری‌های مطالعه شده در بچه‌ماهی را به خود اختصاص دادند (جدول ۶).

در یک جمع بندی کلی بالاترین میانگین درصد تنوع ناهنجاری‌های ظاهری دوره لاروی ماهی کپورنقره‌ای، $0/321 \pm 1/518$ درصد در تیمار ۳ بود و کمترین درصد شیوع ناهنجاری ($0/661 \pm 0/759$) درصد بود که در تیمار ۲ مشاهده گردید و در تیمار ۴ میزان $0/425 \pm 1/443$ درصد و در تیمار ۱ میزان $0/559 \pm 1/087$ درصد دیده شد. میانگین شدت کل ناهنجاری‌های ظاهری دوره لاروی ماهی کپورنقره‌ای (*H. Molitrix*) بعد از اتمام دوره‌ی لاروی میزان $0/127 \pm 0/759$ درصد کمترین در تیمار ۲، $0/759 \pm 1/143$ درصد، بیشترین در تیمار ۴ و در دو تیمار ۳ و ۱ به ترتیب $0/759 \pm 1/014$ و $0/759 \pm 1/083$ درصد بود (جدول ۷). میانگین درصد تنوع ناهنجاری‌های ظاهری بچه‌ماهی کپور نقره‌ای (*H. molitrix*) بعد از اتمام دوره‌ی زمانی پرورش در بچه‌ماهیان تیمارهای آزمایشی بالاترین درصد تنوع ناهنجاری ($0/67 \pm 6/091$) درصد در تیمار ۱ بود و کمترین درصد شیوع ناهنجاری ($0/66 \pm 5/521$) درصد در تیمار ۲ مشاهده گردید و همچنین در تیمار ۳ میزان $3/109 \pm 5/752$ درصد و در تیمار ۴ میزان $3/940 \pm 5/525$ درصد دیده شد. میانگین شدت کل ناهنجاری‌های ظاهری بچه‌ماهی کپور نقره‌ای (*H. molitrix*) بعد از اتمام دوره‌ی پرورش به‌میزان $2/502 \pm 3/589$ درصد در تیمار ۱، میزان $2/435 \pm 3/521$ درصد در تیمار ۳ و در دو تیمار ۲ و ۴ به ترتیب کمترین، $2/435 \pm 3/096$ درصد در تیمار ۲ و بیشترین میزان، $2/154 \pm 3/597$ درصد در تیمار ۴ مشاهده گردید (جدول ۷). بالاترین میانگین افزایش وزن $316/97 \pm 675/28$ میلی‌گرم در بچه‌ماهیان تیمار آزمایشی ۲، کمترین افزایش وزن $131/46 \pm 303/765$ میلی‌گرم در بچه‌ماهیان تیمار ۴ مشاهده گردید. بالاترین میزان رشد طول، $9/180 \pm 34/359$ میلی‌متر در بچه‌ماهیان تیمار آزمایشی ۲ و کمترین

افزایش در رشد طولی، $14/149 \pm 3/920$ میلی‌متر در پرورش‌یافته در قفس (هاپا) $72/46 \pm 0/00$ درصد در بچه‌ماهیان تولیدشده از ماهی‌های مولد تیمار ۴ مشاهده شد. بالاترین بازماندگی نهایی بچه‌ماهیان تیمار ۲ و کمترین میزان بازماندگی ($46/11 \pm 0/00$) درصد در تیمار ۴ و ۱ به دست آمد (جدول ۷).

جدول ۴- میانگین درصد ناهنجاری‌های دوره‌ی لاروی (سن لارو) ماهی کپور نقره‌ای *H. molitrix* (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)

Table 4- Average percentage of larval stage abnormalities (larval age) of the silver carp fish *H. molitrix* (Mean $\pm$ SE)

Treatment	larval age		
	Day 1	Day 3	Day 5
1	0.746 $\pm$ 0.716	0.996 $\pm$ 0.746	1.550 $\pm$ 0.162
2	0.000 $\pm$ 0.000	1.260 $\pm$ 0.911	0.723 $\pm$ 0.723
3	0.000 $\pm$ 0.000	2.246 $\pm$ 1.296	1.283 $\pm$ 1.283
4	0.370 $\pm$ 0.370	2.310 $\pm$ 0.313	2.750 $\pm$ 0.562
Total Mean	0.271 $\pm$ 0.171	1.703 $\pm$ 0.336	1.076 $\pm$ 0.203

جدول ۵- میانگین درصد تنوع ناهنجاری‌های دوره‌ی لاروی ماهی کپور نقره‌ای *H. molitrix* (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)

Table 5- Average percentage of variation in larval stage abnormalities of the silver carp fish *H. molitrix*(Mean $\pm$ SE)

abnormalities	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Total Mean
Curvature of tail	0.250 $\pm$ 0.250	0.250 $\pm$ 0.250	0.750 $\pm$ 0.750	0.793 $\pm$ 0.793	0.510 $\pm$ 0.510
Deformed tail	0.750 $\pm$ 0.532	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000	0.370 $\pm$ 0.370	0.280 $\pm$ 0.150
Curvature of the Spine	2.250 $\pm$ 0.000	1.733 $\pm$ 0.901	2.280 $\pm$ 1.402	2.266 $\pm$ 1.313	2.132 $\pm$ 0.133

جدول ۶- میانگین درصد فراوانی ناهنجاری‌های مشاهده شده در بچه‌ماهیان کپورنقره‌ای *H. molitrix* (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)

Table 6- Average percentage frequency of abnormalities observed in silver carp fry *H. molitrix*(Mean $\pm$ SE)

Abnormalities	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
Curvature of tail	0.437 $\pm$ 0.014	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000
Branched tail	9.150 $\pm$ 0.251	6.560 $\pm$ 0.105	4.800 $\pm$ 0.152	7.347 $\pm$ 0.009
Shortened tail	24.140 $\pm$ 0.075	25.376 $\pm$ 0.156	24.873 $\pm$ 0.118	25.426 $\pm$ 0.073
Eye malformation	0.667 $\pm$ 0.012	0.237 $\pm$ 0.022	0.000 $\pm$ 0.000	0.693 $\pm$ 0.008
Decolored ness	0.853 $\pm$ 0.021	1.073 $\pm$ 0.152	3.360 $\pm$ 0.025	0.670 $\pm$ 0.015
Jaws malformation	0.213 $\pm$ 0.012	1.230 $\pm$ 0.152	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000

جدول ۷- برآیند کل میانگین درصد تنوع ناهنجاری‌های ظاهری، میانگین شدت کل ناهنجاری‌های ظاهری، رشد و بازماندگی مشاهده شده در لارو بچه‌ماهیان کپور نقره‌ای *H. molitrix* (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)

Table 7- Total mean percentage of variation of external abnormalities, mean severity of total external abnormalities, growth and survival observed in juvenile silver carp larvae *H. molitrix* (Mean $\pm$ SE)

Abnormalities	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
variation in appearance abnormalities of fry (%)	6.091 $\pm$ 4.076 ^a	5.521 $\pm$ 4.064 ^b	5.752 $\pm$ 3.109 ^a	5.525 $\pm$ 3.940 ^a
variation in appearance abnormalities of larvae (%)	1.087 $\pm$ 0.559 ^a	0.661 $\pm$ 0.759 ^b	1.518 $\pm$ 0.321 ^a	1.443 $\pm$ 0.425 ^a
total frequency of appearance abnormalities of fry (%)	3.589 $\pm$ 2.502 ^a	3.096 $\pm$ 2.435 ^b	3.521 $\pm$ 2.435 ^a	3.597 $\pm$ 2.154 ^a
total frequency of appearance	1.083 $\pm$ 0.759 ^a	0.127 $\pm$ 0.759 ^b	1.014 $\pm$ 0.759 ^a	1.143 $\pm$ 0.759 ^a

abnormalities of larvae (%)				
Fry weight gain (mg)	615.27 ± 211.11 ^b	675.28 ± 316.97 ^a	446.6 ± 215.32 ^b	303.765 ± 131.46 ^b
Increase in length of fry (cm)	30.219 ± 4.610 ^b	34.359 ± 4.180 ^a	28.129 ± 3.720 ^b	14.149 ± 3.920 ^b
Survival (%)	46.11 ± 2.00 ^b	72.46 ± 0.00 ^a	47.91 ± 1.00 ^b	52.27 ± 1.00 ^b

حروف غیر همسان لاتین در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$)

Non-identical Latin letters in each row indicate significant differences ($p < 0.05$)

بحث

انکار نکرده‌اند (۲۶). ناهنجاری‌های مشاهده‌شده و فراوانی نسبی آن‌ها در تخم و لارو می‌تواند ناشی از هورمون‌های تحریک‌کننده تخم‌ریزی باشد که برای رسیدگی جنسی به‌ویژه در مولدین ماده مصرف می‌گردد (۲۷). همچنین ناهنجاری مشاهده‌شده در لاروها می‌تواند ناشی از نگهداری و عدم تغذیه مناسب مولدین در زمان مولد سازی باشد (۲۸). از طرفی تنوع و شدت ناهنجاری لاروی می‌تواند ناشی از سیستم تکثیر، تغذیه نامناسب لارو (۲۷)، عوامل زیست‌محیطی چون ضربه‌های مکانیکی و فیزیکی باشد (۱۳، ۲۱). اگرچه احتمال انحراف تقسیم سلولی تخم و انحراف محوری بدن ناشی از شرایط اعمال‌شده در تحقیق حاضر وجود داشت که با تفریح و پیشرفت مراحل لاروی ناهنجاری‌ها را نشان داده‌اند اما این شرایط برای همه تیمارها یکسان بود. همچنین مسئله نگهداری و تغذیه لارو در شادابی و بروز ناهنجاری لارو نیز مهم است چون‌که با افزایش سن لارو نیازهای غذایی آن متنوع‌تر است و احتمال اینکه نشده باشد وجود داشت که لاروها ناهنجاری ظاهری را بروز دادند. (۱۴). از طرف دیگر ناهنجاری‌های اسکلتی بچه‌ماهیان معمولاً مشکل مراحل سنی بالاتر است (۲۸). نتایج و مقایسه تنوع، فراوانی و شدت ناهنجاری در بچه‌ماهیان آزمایشی نشان داد که ناهنجاری خوردگی باله دمی در بچه‌ماهیان تیمارهای آزمایشی، ازجمله فراوان‌ترین ناهنجاری‌های دوره‌ی

نتایج این تحقیق نشان داد که در تلاقی‌های گروه‌های سنی مختلف تلاقی مولدین ماده با سن ۵⁺ و نر با سن ۴⁺ باعث کاهش بروز ناهنجاری در تولید لارو و بچه‌ماهی کپور نقره‌ای گردید. از آنجاکه در این تحقیق تعداد گروه‌های آزمایشی محدود و برخی عوامل تأثیرگذار در بروز ناهنجاری‌ها غیرقابل کنترل بود ازاین‌رو همواره رشد لارو و بچه‌ماهی تحت تأثیر عوامل مختلف قرارگرفته است و عوامل مختلف نیز می‌توانند به‌تنهایی و یا ترکیبی از عوامل دیگر سبب ناهنجاری در لارو و یا بچه‌ماهی شده باشند. گرچه شرایط زیست‌محیطی و تغذیه تحت کنترل و برای همه تیمارها بدون تغییر معنی‌دار بود اما ناهنجاری‌های مشاهده‌شده در لاروها نمی‌تواند فقط به عامل سن مولدین ربط داشته باشد. گزارشهای زیادی در خصوص تأثیر سن مولدین روی تنوع و شدت بروز ناهنجاری‌های ظاهری لارو و بچه‌ماهی وجود ندارد. در این مورد تنها می‌توان به تحقیقی که تأثیر سن مولدین ماهی کپور معمولی را روی شاخص‌های مورفولوژیک و تولیدمثلی انجام داد، اشاره نمود که در مقایسه ۲ گروه از مولدین ماده ۲ و ۳ ساله، ماهیان ۳ ساله میانگین وزن، میزان هم‌آوری کاری، مقدار تخمک استحصال با کیفیت بالاتری را نسبت به ماهیان ۲ ساله نشان دادند (۲۵). اما تحقیقات زیادی در مورد تأثیر سنی مولدین روی ناهنجاری‌های نوزادان دام و طیور وجود دارد و تأثیر ترکیب سنی مولدین در بروز ناهنجاری در لارو و بچه‌ماهی را

پرورش بچه‌ماهی بود. از آنجا که این ناهنجاری در گروه‌های آزمایشی فاقد اختلاف معنی‌دار بود می‌تواند ناشی از آلودگی آب استخر به بیماری‌های قارچی و یا باکتریایی و غیره باشد. مشاهده نشدن ناهنجاری انحراف محوری بدن در بچه‌ماهیان می‌تواند به دلیل انتخاب لاروهای سالم و رهاسازی در قفس باشد و این روش تا حدود زیادی در بهبود نسبی ناهنجاری‌های زمان لاروی به‌ویژه انحراف محوری بدن موثر است (۲۹). بعضی از ناهنجاری‌های شناسایی‌شده در تحقیق حاضر مانند ناهنجاری فک‌ها در ماهی پرورشی پیش‌از این نیز گزارش گردیده بود (۳۰، ۳۱). برخی تحقیقات تأثیر بعضی از سموم و درجه حرارت آب بر روی بازماندگی تخم و لارو در کپور نقره‌ای را گزارش نموده‌اند (۹) در گزارش Wasif و همکاران (۲۰۲۴) تأثیر غلظت‌های مختلف سموم و فلزات سنگین بر روی تخم و لارو ماهیان منجر به بدشکلی ستون فقرات و ساقه دمی، کاهش وزن و طول و رشد نوزادان گردید (۳۲). در تحقیق Aydin و همکاران (۲۰۲۲) در اثر تلاقی بین نمونه‌های هم‌خون و هیبریدگیری، تولید ماهیان دیپلوئید و تتراپلوئید را در لاروهای تازه هچ شده و بچه‌ماهی‌ها ناهنجاری‌هایی نظیر سر بزرگ، بدن کم‌مانی شکل، دم‌کوتاه شده مشاهده شد و بعد از یک ماه لاروها تا ۵ درصد ناهنجاری داشتند که شدت ناهنجاری‌ها را به مسائل محیطی و مدیریت تکثیر مرتبط گردید (۶). در معرض آلودگی فلزات سنگین لاروها، درصد هچ پایین‌تر و رایج‌ترین ناهنجاری (۸۰ درصد) بدفرمی ستون فقراتی پیدا می‌کنند (۱۳). حالت خروج لارو از تخم می‌تواند به‌عنوان یک فاکتور برای محاسبه کیفیت تخم‌ها و لاروها مورد استفاده قرار گیرد. لاروهایی که از ناحیه سر از تخم خارج می‌شوند در مقایسه با لاروهای گونه‌های دیگر که از ناحیه دم از تخم خارج می‌شوند

ناهنجاری‌های ستون فقرات و خمیدگی‌های ثانویه نخاع پیدا نمودند (۳۳). در تکثیر ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در شرایط کارگاه تکثیر مشخص گردید که تکثیر ماهی در شرایط نامساعد و محیط آلوده هچری سبب بدفرمی‌های اسکلتی شامل انحراف ستون فقرات، لاغری سرپوش برانشی و بدفرمی مجموعه‌ای می‌شود و شدت ناهنجاری‌ها به سن لارو بستگی دارد (۷، ۲۹). آلودگی نفتی محیط‌زیست بر روی ماهی‌های ساحلی برزیل باعث بدشکلی اسکلتی، بدفرمی‌های چشمی و آرواره‌ای شده است (۳۴). آلودگی‌های محیط زیست مولدین به علف‌کش‌های پالاتیون، مالاتیون، دیازینون، کارباریل و فوسفامیدون روی جنین‌های مختلف ماهیان منجر به شیوع بدفرمی ستون فقرات، خمیدگی دم، بدشکلی نواحی سر، استسقا اطراف قلب، رشد کم کروماتوفورهای رنگ‌دانه چشمی در لاروهای حاصله گردید (۳۴). در بررسی تأثیر شرایط محیطی و وضعیت مولدین در بروز ناهنجاری لارو نظیر ستون فقرات، بدشکلی‌های سر و غیره در ماهی کپور معمولی مشخص گردید که عوامل محیطی و تأثیر آن‌ها بر روی وضعیت مولدین در بروز ناهنجاری نامشخص است و شدت نور، تحریک تخم‌ریزی با هورمون‌ها به‌طور بالقوه یک تأثیر منفی روی کیفیت تخم دارد و می‌تواند منجر به ناهنجاری‌های لاروی و یا مرگ‌ومیر آن‌ها شود (۴، ۳۵). تأثیر رژیم غذایی با میزان پروتئین پایین‌تر در ماهی مولد Sea bass منجر به ناهنجاری‌های ظاهری بالاتری گردید (۳۶). در بررسی بدفرمی اسکلتی ناشی از عوامل درجه حرارت، کمبود کلسیم، فسفر، واکسیناسیون، مواد محرک رشد، ویتامین‌ها و سایر مواد افزودنی که به‌ظاهر بی‌خطر محسوب می‌شوند مشخص گردید که با به حداقل رسانیدن عامل تحریک‌کننده رشد مانند درجه حرارت و نیز استفاده از رژیم غذایی مطلوب، جلوگیری از تخلیه فسفر در

شده باشند اما این شرایط آب برای همه تیمارهای آزمایشی یکسان بود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق تلاقی مولدین ماده با سن 5^+ و نر با سن 4^+ باعث کاهش بروز ناهنجاری در تولید لارو و بچه‌ماهی کپور نقره‌ای گردید. بنابراین انتخاب مولدین با سن مناسب به همراه ایجاد شرایط مناسب برای تولید و پرورش لارو می‌تواند باعث افزایش بازده تولید لارو و بچه‌ماهی کپور نقره‌ای گردد.

تشکر و قدردانی

در انجام این تحقیق از همکاری و مساعدت مدیریت و کارکنان مزرعه تکثیر و پرورش ماهیان گرم آبی شرکت تعاونی ۱۲ رشت و مرکز آموزش عالی علوم و صنایع شیلاتی میرزاکوکچک‌خان، گیلان بهره‌مند گردیده ایم که بدین‌وسیله قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Miao X, Guo H, Song Y, Du C, Feng J, Tao Y, Xu H, Li Y. Improvement of flesh quality of farmed silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) by short-term stocked in natural water. *Fishes*. 2023;8(3):142.
2. George AE, Chapman DC. Aspects of embryonic and larval development in bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* and silver carp *Hypophthalmichthys molitrix*. *PloS one*. 2013;8(8):e73829.
3. Kamilov BG. Age and growth of the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* val.) in Tudakul reservoir, Uzbekistan. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*. 2014;72(1): 12-16.
4. Eissa AE, Abu-Seida AM, Ismail MM, Abu-Elala NM, Abdelsalam M. A comprehensive overview of the most common skeletal deformities in fish. *Aquac Res*. 2021;52(6):2391-2402.

مزارع پرورش ماهی مشکلات اسکلتی کاهش پیدا می‌کند (۲۲). همچنین در بررسی ناهنجاری‌های اسکلتی در لارو و بچه‌ماهی *Sparus aurata* در شرایط کارگاه تکثیر گزارش گردید که بدفرمی اسکلتی می‌تواند ژنتیکی باشد که بعد از تفریح تخم در شرایط نگهداری در هجری و دوره پرورش بروز نماید (۱۴). تفاوت رشد بچه‌ماهیان در پایان دوره‌ی پرورش و بروز ناهنجاری به یکی از عوامل مؤثر در رشد، فسفر در رژیم غذایی ماهی مرتبط است (۲۲). میزان $0/2$ تا $0/5$ میلی‌گرم/لیتر آب استخر فسفر باید همواره به شکل فعال وجود داشته باشد (۲) و این میزان فسفر برای رشد توده غذای زنده برای تغذیه بچه‌ماهیان موردنیاز است و در صورت کافی نبودن برای رشد پلانکتونی، ماهی دچار رشد کم و بدفرمی اسکلتی می‌شود (۲۲). در این تحقیق میزان فسفر در آب استخر از حد متعارف کمتر ($0/08 \pm 0/03$) میلی‌گرم/لیتر به دست آمد و این کمبود فسفر ممکن است در آب استخر عاملی برای کاهش رشد در بچه‌ماهیان، شده باشد که البته این کمیت فسفر برای همه تیمارها یکسان بود. تفاوت در میزان بازماندگی در بچه‌ماهیان تولیدی از مولدین گروه‌های آزمایشی معنی‌دار بود. این تفاوت در بازماندگی بچه‌ماهیان آزمایشی به چند دلیل قابل‌بحث است. میزان درجه حرارت مناسب آب برای رهاسازی و پرورش کپور نقره‌ای ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد است (۲). همچنین غلظت آمونیاک تا پائین‌تر از $0/05$ میلی‌گرم/لیتر می‌تواند روی رشد و بازماندگی بچه‌ماهی تأثیر گزار باشد (۲، ۳). در این تحقیق درجه حرارت آب استخر ($30/71 \pm 1/11$) درجه سانتی‌گراد و غلظت آمونیاک $0/01 \pm 0/04$ میلی‌گرم/لیتر به دست آمد و شاید این دو عامل سبب تلفات تعدادی از لاروهای حساس و کوچک در تیمارهای آزمایشی در همان مراحل اولیه

- (*Sparus aurata*) Juveniles, Effects on Growth, Skeletal Anomalies, Bone Molecular Markers, and Histological Morphology. Aquac Nutr. 2023;2023(1):5788432.
13. Taslima K, Al-Emran M, Rahman MS, Hasan J, Ferdous Z, Rohani MF, Shahjahan M. Impacts of heavy metals on early development, growth and reproduction of fish—A review. Toxicol Repo. 2022; 9:858-68.
 14. Cobcroft JM, Battaglene SC. Skeletal malformations in Australian marine finfish hatcheries. Aquaculture. 2013; 396:51-58.
 15. Germanguz I, Gitelman I. All four twist genes of zebrafish have partially redundant, but essential, roles in patterning the craniofacial skeleton. J Appl Ichthyol. 2012; 28(3):364-371.
 16. Cobcroft JM, Shu-Chien AC, Kuah MK, Jaya-Ram A, Battaglene SC. The effects of tank colour, live food enrichment and greenwater on the early onset of jaw malformation in striped trumpeter larvae. Aquaculture. 2012; 356:61-72.
 17. Naz S, Mustafa Chatha AM, Rani B, Fatima A, Abbas G, Alrefaei AF, Almutairi MH, Gul S, Naz S. Survival potential and assessment of deformities in embryo and larvae of Chinese carps (*Hypophthalmichthys molitrix* and *Ctenopharyngodon idella*) under acute exposure of cadmium and nickel. J Appl Anim Res. 2023;51(1):695-702.
 18. Roo FJ, Hernández-Cruz CM, Socorro JA, Fernández-Palacios H, Izquierdo MS. Occurrence of skeletal deformities and osteological development in red porgy *Pagrus pagrus* larvae cultured under different rearing techniques. J Fish Biol. 2010; 77(6):1309-24.
 19. Koumoundouros G. Morpho-anatomical abnormalities in Mediterranean marine aquaculture. Recent Adv Aquac Res. 2010; 661(2):125-148.
 20. Yi Y, Yang Z, Zhang S. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower
 5. Keysami MA, Zoughi Shalmani A, Zahmatkesh Kumleh A, Karimi A. Screening of bacterial flora isolated from the gastrointestinal tract of silver carp broodstocks (*Hypophthalmichthys molitrix*) as probiotics. J Anim Environ. 2022;14(1): 285-292. (In Persian)
 6. Aydin İ, Öztürk RÇ, Terzi Y, Küçük E, Polat H, Altinok I. Skeletal development and malformations in the early life stage of diploid and triploid turbot (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture. 2022;550:737886.
 7. SanJuan-Reyes N, Gómez-Oliván LM, Borja RP, Luja-Mondragón M, Orozco-Hernández JM, Heredia-García G, Islas-Flores H, Galar-Martínez M, Escobar-Huérffano F. Survival and malformation rate in oocytes and larvae of *Cyprinus carpio* by exposure to an industrial effluent. Environ Res. 2020;182:108992.
 8. Ashaf-Ud-Doula M, Islam SM, Zahangir MM, Islam MS, Brown C, Shahjahan M. Increased water temperature interrupts embryonic and larval development of Indian major carp rohu *Labeo rohita*. Aquac Int. 2021; 29(2):711-722.
 9. Georgakopoulou E, Katharios P, Divanach P, Koumoundouros G. Effect of temperature on the development of skeletal deformities in Gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758). Aquaculture. 2010; 308(1-2):13-19.
 10. Dionísio G, Campos C, Valente LM, Conceição LE, Cancela ML, Gavaia PJ. Effect of egg incubation temperature on the occurrence of skeletal deformities in *Solea senegalensis*. J Appl Ichthyol. 2012;28(3): 471-476.
 11. Jawad LA. Vertebral abnormalities in the oriental sole *Brachirus orientalis* (Bloch & Schneider, 1801) (*Teleostei, Heterosomata*) collected from the coasts of Muscat City on the Sea of Oman. Boll. Mus. Civ. Stor. Nat. Verona. 2014; 38:193-6.
 12. Dominguez D, Montero D, Zamorano MJ, Castro PL, Da Silva J, Fontanillas R, Izquierdo M. High Levels of Vitamin A in Plant-Based Diets for Gilthead Seabream

- morphometric analysis. J Fish Dis. 2011; 34(1):21-30.
30. Ma Z, Zheng P, Guo H, Zhang N, Jiang S, Zhang D, Qin JG. Jaw malformation of hatchery reared golden pompano *Trachinotus ovatus* (Linnaeus 1758) larvae. Aquac Res. 2016;47(4):1141-1149.
31. Cobcroft JM, Battaglene SC. Jaw malformation in striped trumpeter *Latris lineata* larvae linked to walling behaviour and tank colour. Aquaculture. 2009;289(3-4):274-282.
32. Wasif Z, Saqlain M, Hayat S, Mahmood S, Suleman S. Effects of heavy metals on fishes. J Life Soc Sci. 2024;2024(1): 24-34.
33. Ługowska K, Sarnowski P. Heads or tails—fish hatching. Acta Ichthyologica et Piscatoria. 2011;41:13-17.
34. de Souza CS, Junior PD, de Kikuchi RK, Dominguez JM. Assessment of the Brazilian Coast Oil Spill Impact in the fish eggs and larvae development from the Tropical Continental Shelf. Reg Stud Mar Sci. 2022; 56:102635.
35. Morthorst JE, Brande-Lavridsen N, Korsgaard B, Bjerregaard P. 17β-estradiol causes abnormal development in embryos of the viviparous eelpout. Environ Sci Technol. 2014;48(24):14668-14676.
36. Cahu C, Infante JZ, Takeuchi T. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. Aquaculture. 2003;227(1-4):245-258.
- reaches of the Yangtze River basin. Environ Pollut. 2011;159(10):2575-2585.
21. Jezierska B, Ługowska K, Witeska M. The effects of heavy metals on embryonic development of fish (a review). Fish Physiol Biochem. 2009;35(4):625-640.
22. Chandra G, Saini VP, Kumar S, Fopp-Bayat D. Deformities in fish: A barrier for responsible aquaculture and sustainable fisheries. Rev Aquac. 2024;16(2):872-891.
23. Gulab R, Syed U, Said M. Comparison of Relative Fecundity and Early Survival of *Ctenopharyngodon idella* and *Hypophthalmichthys molitrix* through Induced Breeding. Open Access Pub Health & Health Admin Rev. 2025;4(1):99-116.
24. Avakh Keysami M, Avakh Keysami M, Zoughi Shalmani A, Rahanandeh M. The effect of mercuric chloride (HgCl₂) on growth indices, survival rate, some blood indices and immunity of common carp fry. J Aqua Eco. 2025;15(2):54-67 (In Persian).
25. Ghafari T, Falahatkar B. The effect of age on reproductive indices of common carp (*Cyprinus carpio*). J Aquac Dev. 2014;9(1):67-79. (In Persian)
26. Boglione C, Pulcini D, Scardi M, Palamara E, Russo T, Cataudella S. Skeletal anomaly monitoring in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) reared under different conditions. PLoS One. 2014;9(5):e96983.
27. Brix KV, Baken S, Poland CA, Blust R, Pope LJ, Tyler CR. Challenges and Recommendations in Assessing Potential Endocrine-Disrupting Properties of Metals in Aquatic Organisms. Environ Toxicol Chem. 2023;42(12): 2564-2579.
28. Fjelldal PG, Hansen T, Breck O, Ørnsrud R, Lock EJ, Waagbø R, Wargelius A, Eckhard Witten P. Vertebral deformities in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)—etiology and pathology. J Appl Ichthyol. 2012;28(3):433-440.
29. Beraldo P, Canavese B. Recovery of opercular anomalies in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L.: morphological and