Journal of Aquaculture Development
Vol. 19, No. 2, 2025, Pages: 22-33
DOI: 10.71901/jad-2025-2-854

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Masculinization of common carp (*Cyprinus carpio*) by oral administration and immersion of androgen

Irani, A.[1*]

1- Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: 2 August 2024 Accepted: 8 October 2024

Abstract:

Introduction: All-female fish can be produced by direct methods (feminization using hormones such as estradiol) or indirect methods (masculinization and production of xx males and mating them with normal females). In fish such as common carp (*Cyprinus carpio*), the indirect method is more suitable because in this method, there is no need for hormonal treatment of fish intended for human consumption and all offspring produced by this method are female. In this study, masculinization of common carp by oral administration (50 and 100 mg/kg of food each for 6 and 8 weeks) and immersion (1 mg/liter of water for 24, 48 and twice 48 hours) of 17-alpha methyl testosterone were investigated.

Materials and Methods: In the oral method, 17-alpha methyl testosterone hormone was dissolved in alcohol and sprayed onto commercial food. The rations were kept overnight at room temperature to evaporate the alcohol and then kept in the refrigerator. In the immersion method, the methyl testosterone and alcohol solution was dissolved in 50 liters of water and the fish were kept in it. After the treatments period, the fish were fed with common carp commercial diets during the rest of experimental period.

Results and Discussion: The results showed that 17-alpha methyl testosterone was ineffective on growth and feeding indicators, so that none of the treatments showed a statistical difference compared to the control group ($p>0.05$). Methyl testosterone did not have significant effect on sex reversal of common carp in immersion method ($p>0.05$). In contrast, the oral administration of methyl testosterone was more effective for common carp masculinization ($p<0.05$).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

Conclusion: According to the results, feeding with a dose of 100 mg of methyl testosterone per kilogram of food for 8 weeks has produced about 70% of males in common carp. Therefore, this method can be used for masculinization of common carp fingerlings (about 9 g at the start of the experiment).

Keywords: Growth performance, Masculinization, Rainbow trout, Sex reversal.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

* *Corresponding Author: a.irani@urmia.ac.ir*

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

نشریه توسعه آبزی‌پروری، سال نوزدهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۴، صفحه های ۲۲ تا ۳۳
DOI: 10.71901/jad-2025-2-854

"مقاله پژوهشی"

نرسازی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با روش تجویز خوراکی و غوطه‌وری

عبدالجبار ایرانی [1*]

۱- پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۱۷

چکیده

تغییر جنسیت به‌وسیله هورمون‌های استروئیدی برای کنترل جنسیت و تولید ماهیان تک‌جنسی در بسیاری از گونه‌های ماهیان مورداستفاده قرار می‌گیرد. در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) رشد جنس ماده بیش‌تر از جنس نر است، درنتیجه تولید و پرورش جنس ماده می‌تواند سودآوری بالاتری نسبت به پرورش نر و ماده داشته باشد. بنابراین در این پژوهش، اثرات هورمون ۱۷-آلفا متیل‌تستوسترون به صورت تجویز خوراکی (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا هرکدام به‌مدت ۶ و ۸ هفته) و غوطه‌وری (۱ میلی‌گرم در لیتر آب به‌مدت ۲۴، ۴۸ و دوبار ۴۸ ساعت)، بر شاخص‌های رشد و نرسازی کپور معمولی مورد بررسی قرارگرفت. در روش خوراکی، هورمون متیل‌تستوسترون با الکل ترکیب و بر روی غذای تجاری اسپری شد. برای تبخیر الکل، جیره‌ها یک شب در دمای اتاق قرارگرفت و سپس در یخچال نگه‌داری شد. در روش غوطه‌وری، محلول متیل‌تستوسترون و الکل در ۵۰ لیتر آب حل گردید و ماهیان در آن قرارگرفتند. ماهیان پس از تیمارهای آزمایشی تا پایان چهار ماهگی با جیره‌های معمولی تغذیه شدند. نتایج نشان داد که تجویز خوراکی و غوطه‌وری هورمون متیل‌تستوسترون بر شاخص‌های رشد و تغذیه تاثیری نداشت، به‌طوری‌که هیچ‌کدام از تیمارها نسبت به گروه شاهد اختلاف آماری نشان ندادند (p>۰/۰۵). استفاده از متیل‌تستوسترون در روش غوطه‌وری تاثیر چندانی در تغییر جنسیت نداشت (p>۰/۰۵)، اما روش خوراکی برای نر سازی موثر بود (p<۰/۰۵). به‌طوری‌که تغذیه با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم متیل‌تستوسترون در کیلوگرم غذا به‌مدت ۸ هفته باعث تولید حدود ۷۰ درصد نر در کپور معمولی شده است. بنابراین در بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (حدود ۹ گرمی) می‌توان از این روش برای نرسازی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: رشد، کپور معمولی، متیل‌تستوسترون، نرسازی

* عهده‌دار مکاتبات: a.irani@urmia.ac.ir

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

مقدمه

تولید ماهیان تمام ماده می‌تواند به روش مستقیم (ماده‌سازی با استفاده از هورمون‌هایی مثل استرادیول) یا غیر مستقیم (نرسازی و تولید نرهای مولد xx و آمیزش آنها با ماده‌های معمولی) انجام شود. در ماهیانی مثل کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) روش غیر مستقیم مناسب‌تر است؛ زیرا در این روش، نیازی به تیمار هورمونی ماهیانی که قرار است به مصرف انسان برسد نیست و همچنین تمام نتاج تولیدشده با این روش، ماده می‌شود (Basavaraju *et al*., 2008).

تغییر جنسیت به‌وسیله هورمون‌های استروئیدی به‌عنوان یک روش رایج برای کنترل جنسیت و تولید ماهیان تک‌جنسی در بسیاری از گونه‌های ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Megbowon and Mojekwu, 2014). تجویز این استروئیدها غالباً به‌صورت ترکیب با جیره غذایی، گاها به صورت غوطه‌وری مستقیم و در موارد کمی به‌صورت تزریقی یا کاشتن در بدن و آزادسازی تدریجی آن بوده است (Pandian and Sheela, 1995). وقتی تغییر در مسیر تمایز جنسی اتفاق می‌افتد، تکامل اندام جنسی با وجود قطع شدن هورمون خارجی در مسیر جدید باقی می‌ماند. این پدیده در گونه‌های بسیاری از ماهیان نشان داده شده است (Devlin and Nagahama, 2002).

مهم‌ترین آندروژن به‌کار رفته برای نرسازی ماهیان ۱۷ آلفا – متیل‌تستوسترون بوده که در ۲۵ گونه از ماهیان باعث نرسازی شده است و در بسیاری از موارد، تجویز آندروژن‌ها برای نرسازی ماهیان بسیار موثر بوده است (Hunter and Donaldson, 1983). هرچند، بعضی محققان نتایج ضعیفی به‌دست آورده‌اند، به‌عنوان مثال، استفاده از ۱۷ آلفا – متیل تستوسترون به مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذای کپور معمولی فقط ۴۵–۵۰٪ نر تولید نموده است (Hulak *et al*., 2008; 2010). در بسیاری از گونه‌های ماهیان از قبیل تیلاپیا *Sarotheradon mossambica* (Nakamura, 1975)، گوپی *Poecilia reticulate* (Takahashi, 1975) و قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* (Solar *et al*., 1984: Solar and Donaldson 1985) استفاده از هورمون متیل تستوسترون نتیجه عکس داده و باعث ماده‌سازی شده است.

در مطالعه Nagy و همکاران (۱۹۸۱)، متیل‌تستوسترون به مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا اضافه و به مدت ۳۶ روز در سنین مختلف (۸ تا ۶۲ روز بعد از تفریخ) به لاروها داده شد. نتایج آنها نشان داد که در همه تیمارها ۹۰–۷۰ درصد ماهیان نر شدند. ماهیان نر تغییر جنسیت‌یافته پس از بالغ شدن با ماهیان ماده نرمال آمیزش داده شدند و بچه‌ماهیان تمام ماده به‌دست آمد. در مطالعه دیگر، ۱۰۰ میلی‌گرم متیل‌تستوسترون در دو زمان ۶۰ و ۷۶ روز بعد از تفریخ، به مدت ۴۰ روز در غذای کپور معمولی مورداستفاده قرار گرفت و به ترتیب ۸۵ و ۵۱ درصد نر تولید گردید (Gomelsky *et al*., 1994). نرهای تغییر جنسیت یافته در کپور معمولی برخلاف قزل‌آلای رنگین‌کمان، از نظر اندام‌های جنسی کاملا طبیعی هستند (Bye and Lincoln, 1986; Geffen and Evans, 2000).

Gomelsky و همکاران (۱۹۹۴) براساس نتایج مطالعه تاثیر هورمون بر تغییر جنسیت کپور معمولی در شرایط مختلف، پیشنهاد داده است که به‌جای سن، وزن ماهیان به‌عنوان معیار شروع هورمون‌دهی مورد استفاده قرارگیرد. از طرف دیگر، اثرگذاری تیمار هورمونی به

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]
[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

شرایط سیستم پرورش نیز بستگی داشته است (Gomelsky *et al*., 1994).

کپور معمولی یکی از مهم‌ترین ماهیان پرورشی در ایران و دنیا به حساب می‌آید (Kalantari *et al*., 2020; Bakhshzad Mahmodi *et al*., 2021). در فرآیند تولید تخم و بچه‌ماهی تمام ماده آن، نتایج نرسازی به‌دست‌آمده توسط محققان مختلف، بسیار متغیر بوده است، به‌طوری که گاها درصد بالایی از ماهیان تیمارشده، عقیم بودند و یا جنسیت بینابینی داشتند. از طرف دیگر، در بسیاری از موارد، ممکن است بچه‌ماهیان با اندازه کوچک و دلخواه برای انجام نر سازی در دسترس پرورش‌دهندگان نباشد، بنابراین هدف از پژوهش حاضر، امکان‌سنجی نرسازی کپور معمولی با روش‌های تجویز خوراکی و غوطه‌وری هورمون متیل‌تستوسترون، در سن و اندازه بالاتر (حدود ۹ گرمی) بود.

مواد و روش‌ها

شرایط پژوهش و تیمارهای آزمایشی

بچه ماهیان سه ماهه کپور معمولی به تعداد حدود ۷۰۰ عدد توسط چهار کیسه پلاستیکی دولایه یک سوم آب و دو سوم اکسیژن از مرکز بازسازی ماهیان شهید کاظمی پلدشت به پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه ارومیه منتقل شدند. بچه‌ماهیان برای سپری کردن دوره سازگاری، به مدت ده روز در مخزن هزار لیتری قرار گرفتند.

پس از دوره سازگاری، بچه ماهی‌های با وزن اولیه حدود ۹ گرم بین ۲۷ مخزن ۳۰۰ لیتری با حجم آبگیری ۱۰۰ لیتر و با تراکم ۲۵ عدد در هر مخزن در قالب سه تکرار برای هر تیمار ذخیره‌سازی شدند. در هریک از این مخازن، دبی آب ۶/۳-۵/۴ لیتر در دقیقه به‌همراه هوادهی برقرار شد. ماهیان به مدت ۱۲۰ روز در این مخازن نگه‌داری شدند. طی این مدت مقادیر درجه حرارت در دامنه ۲۲/۲-۱۹/۳ درجه سانتی‌گراد (به استثنای هفته دهم که به دلیل خرابی سیستم گرمایش، دما حدود ۱۶ درجه سانتی‌گراد بود)، مقادیر pH در دامنه ۸/۰۶-۷/۴۸ و مقادیر اکسیژن محلول در دامنه ۲۱/۵۲-۶/۷ میلی‌گرم در لیتر بود.

برای القای نرسازی در بچه ماهیان کپور معمولی، متیل‌تستوسترون به صورت تجویز خوراکی و غوطه‌وری استفاده شد. در روش خوراکی، متیل‌تستوسترون موردنیاز با توجه به تیمارهای آزمایشی برای ۱۰ روز محاسبه و بر روی خوراک تجاری به‌طور یکنواختی اسپری شد (جدول ۱). بعد از خشک‌شدن در دمای اتاق به‌مدت ۱۶ ساعت، در داخل یخچال نگه‌داری شد. در روش غوطه‌وری، بچه ماهیان در داخل مخازن پرورشی در معرض دوز ۱ میلی‌گرم هورمون متیل‌تستوسترون در لیتر قرار گرفتند. تیمارها و دوزها بر اساس نتایج پژوهش‌های گذشته تنظیم شده است (Asad *et al*., 2021; Komen *et al*., 1989). پس از سپری شدن دوره تیمارهای آزمایشی، بچه ماهیان تا پایان دوره پژوهش با خوراک تجاری قزل‌آلا ساخت شرکت فرادانه تغذیه شدند.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

جدول ۱: تیمارهای هورمونی استفاده‌شده برای نرسازی کپور معمولی

Table 1: Hormone treatments used for masculinization of common carp

Treatment	Methyl testosterone (MT) level	Duration
Treatment 1	50 mg MT / kg food	6 weeks
Treatment 2	50 mg MT / kg food	8 weeks
Treatment 3	100 mg MT / kg food	6 weeks
Treatment 4	100 mg MT / kg food	8 weeks
Treatment 5	1 mg MT / l water	24 hours
Treatment 6	1 mg MT / l water	48 hours
Treatment 7	1 mg MT / l water	twice 48 hours
Control	without hormone treatment	-

فاکتورهایی فیزیکوشیمیایی شامل درجه حرارت، pH و اکسیژن محلول به‌صورت روزانه با دستگاه مالتی‌متر قابل‌حمل (WTW, Multi 3630 IDS) اندازه‌گیری شد. برای بررسی رشد و همچنین تعدیل غذادهی طی مدت آزمایش، هر ۲۰ یا ۳۰ روز یک‌بار کل ماهیان هر مخزن نمونه‌گیری و پس از بیهوش کردن با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک، توزین شدند. طی دوره تحقیق، نرخ رشد ویژه با استفاده از رابطه‌های SGR) $SGR = (\ln W_f - \ln W_i) / t$ نرخ رشد ویژه، $\ln W_f$ لگاریتم وزن نهایی، $\ln W_i$ لگاریتم وزن اولیه و t دوره زمانی موردنظر) و افزایش وزن با استفاده از WG $WG) = W_f - W_i$ افزایش وزن، W_f وزن نهایی و W_i وزن اولیه) محاسبه شد (Shen et al., 2015).

در پایان دوره پژوهش (۱۲۰ روز) به‌منظور بررسی وضعیت تمایز اندام‌های جنسی و میزان اثرگذاری تیمارهای آزمایشی، تعداد ۳۰ ماهی (۱۰ عدد از هر تکرار) نمونه‌گیری و پس از زیست‌سنجی، اندام جنسی آن‌ها با روش رنگ‌آمیزی استوکارمن موردبررسی قرار گرفت (Menu et al., 2005).

تجزیه‌وتحلیل آماری

برای تجزیه‌وتحلیل‌های آماری از برنامه SPSS 22 استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها، آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و درصورت وجود اختلاف معنی‌دار، برای تفکیک گروه‌ها از یکدیگر، تست تعقیبی دانکن استفاده شد. تمامی بررسی‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد و داده‌ها به‌صورت میانگین±خطای استاندارد گزارش شدند.

نتایج

در تیمارهای آزمایشی، مقادیر میانگین وزن نهایی، افزایش وزن، رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در کل دوره پرورش چهارماهه به ترتیب در دامنه ۴۹/۵۷–۴۶/۵۱ گرم، ۴۰/۴۴–۳۷/۵۸ گرم، ۱/۴۱–۱/۳۸ درصد در روز و ۱/۵۳–۱/۴۳ بود. بین تیمارهای مختلف از نظر شاخص‌های اشاره‌شده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵) (جدول ۲).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

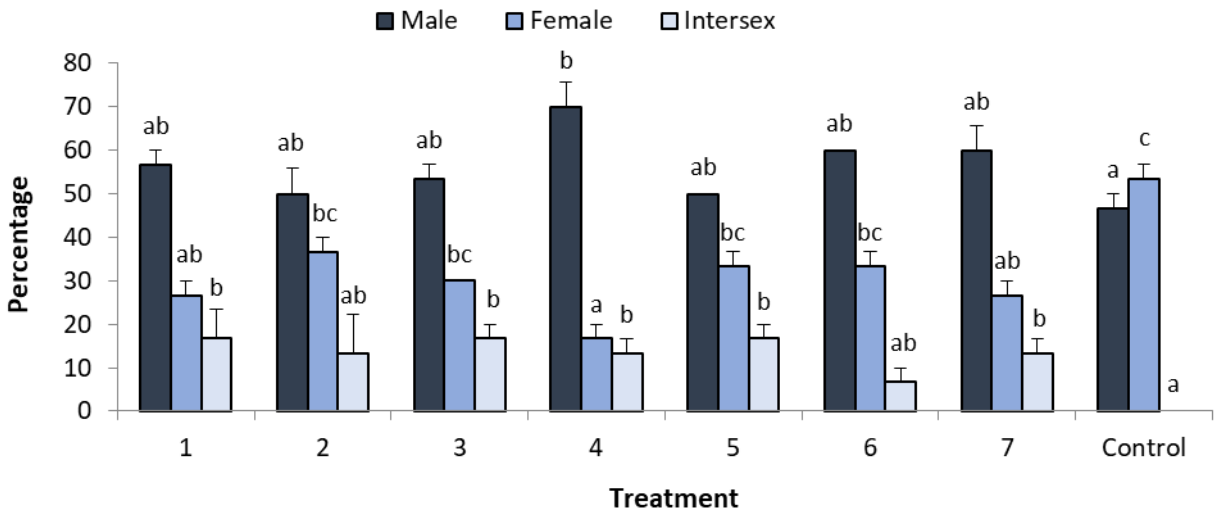
جدول ۲: مقادیر وزن نهایی، افزایش وزن، رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) کپور معمولی*

Table 2: Values of final weight, weight gain, specific growth rate (SGR), and feed conversion ratio (FCR) in common carp

Treatment	final weight (g)	weight gain (g)	SGR (%/day)	FCR
Treatment 1	46.51±0.86	37.58±1.34	1.38±0.06	1.53±0.05
Treatment 2	46.89±1.01	37.96±0.75	1.38±0.01	1.53±0.04
Treatment 3	48.44±3.20	39.44±3.31	1.40±0.07	1.48±0.12
Treatment 4	49.57±2.55	40.44±2.70	1.41±0.06	1.44±0.09
Treatment 5	49.22±2.79	39.96±2.35	1.39±0.02	1.45±0.09
Treatment 6	49.32±0.92	40.12±0.91	1.40±0.04	1.43±0.03
Treatment 7	49.26±2.31	40.06±1.96	1.40±0.03	1.45±0.07
Control	48.06±0.75	39.12±0.61	1.40±0.03	1.47±0.02

* The values are mean ± SE

بررسی‌های اندام‌های جنسی در پایان ۱۲۰ روز پرورش نشان داد که بیش‌ترین درصد ماهیان نر (۷۰/۰ درصد) و کم‌ترین درصد ماهیان ماده (۱۶/۶۷ درصد) مربوط به تیمار ۴ بود که نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). بالاترین درصد ماهیان با جنسیت بینابینی (ماهیانی که هم‌زمان دارای تخمدان و بیضه هستند) در تیمارهای ۱ و ۵ (هردو ۱۶/۶۷ درصد) مشاهده شد (شکل ۱). همچنین نمونه‌هایی از وضعیت اندام‌های جنسی ماهیان نر و ماده و بافت تخمدان و بیضه کپور معمولی در شکل‌های ۲ و ۳ قابل مشاهده است.



شکل ۱: درصد ماهیان نر، ماده و با جنسیت بینابینی کپور معمولی در تیمارهای مختلف

* مقادیر بر اساس میانگین و خطای استاندارد هستند. حروف متفاوت نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف است.

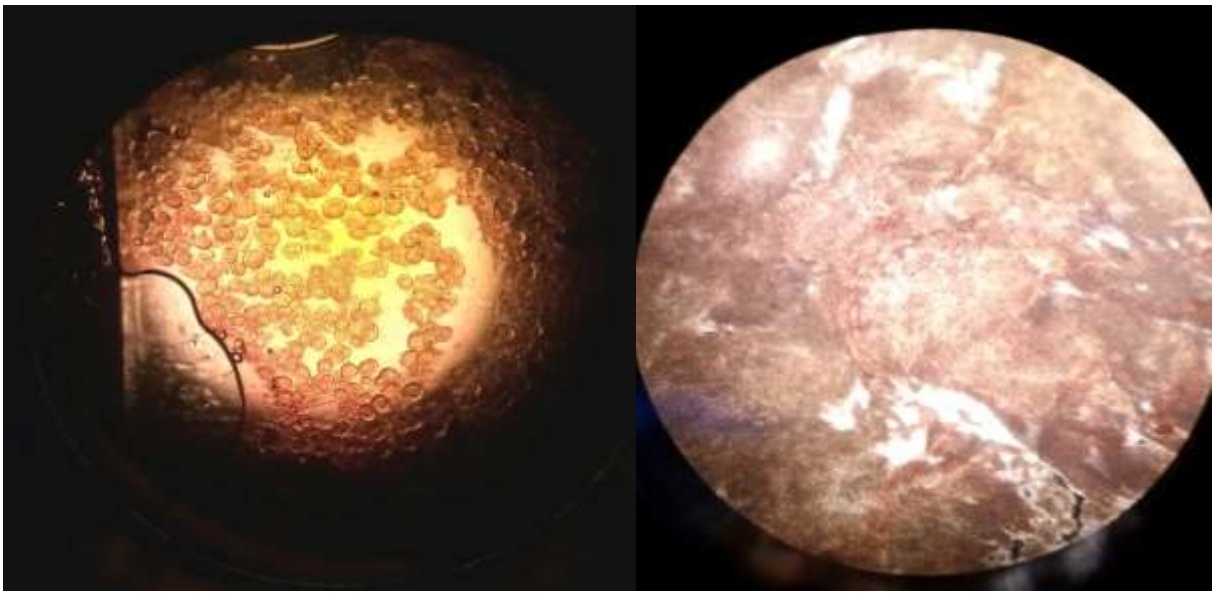
Figuer 1: Percentage of the male, female and intersex of common carp in the different treatments. The values are mean±SE.

*The different superscript letters indicate significant different amongst the treatments.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

شکل ۲: وضعیت اندام‌های جنسی نر (سمت راست) و ماده (سمت چپ) کپور معمولی در سن هفت ماهگی
Figure 2: gonad of female (left) and male (right) common carp in the age of seven months.



شکل ۳: بافت اندام‌های جنسی نر (سمت راست) و ماده (سمت چپ) کپور معمولی در سن هفت ماهگی تهیه‌شده با روش استوکارمن.
Figure 3: gonad histology of female (left) and male (right) common carp using Aceto-Carmine squash method in the age of seven months.

بحث

به‌خاطر مزایایی زیادی که پرورش ماهیان تک‌جنسی دارد، هورمون‌های استروئیدی (آندروژن‌ها و استروژن‌ها) برای تغییر جنسیت ماهیان استفاده می‌شود (Hoga *et al*., 2018; Singh, 2013) و از بین آندروژن‌ها، ۱۷-آلفا متیل‌تستوسترون رایج‌ترین هورمون استفاده‌شده برای نرسازی ماهیانی مثل کپور معمولی و قزل‌آلای رنگین‌کمان بوده است (Piferrer, 2001).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]
[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

استفاده از هورمون‌ها ممکن است تاثیر منفی بر رشد ماهی داشته باشد. Shen و همکارن (۲۰۱۵) در نر سازی گربه‌ماهی زرد (*Pelteobagrus fulvidraco*) با استفاده از متیل‌تستوسترون گزارش کردند که استفاده از این هورمون باعث کاهش رشد این ماهی شده است. اما در مطالعه حاضر، شاخص‌های رشد ماهی کپور معمولی طی دوره تغذیه با جیره‌های آزمایشی، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر هورمون متیل‌تستوسترون قرارنگرفت. در ماهی تیلاپیای قرمز (*Oreochromis* spp.) نیز دوز ۶۰ میلی‌گرم متیل‌تستوسترون در کیلوگرم غذا تاثیری بر رشد این گونه نداشته است (Betancur *et al.*, 2014). این یافته‌ها نشان می‌دهند که دوزهای مختلف هورمون‌های استروئیدی می‌توانند در گونه‌های مختلف ماهیان تاثیر متفاوتی بر رشد داشته باشند که احتمالا ناشی از تفاوت در ویژگی‌های وابسته به گونه می‌باشد.

در مطالعه حاضر، تجویز متیل‌تستوسترون به روش غوطه‌وری در نرسازی کپور معمولی تاثیری نداشت، در صورتی‌که برخی محققان تاثیر مثبت این هورمون را گزارش کردند (Asad *et al.*, 2021)، به‌طوری‌که این محققان با غوطه‌وری تخم‌های چشم‌زده کپور معمولی در ۶۰۰-۴۵۰ میکروگرم در لیتر به مدت ۷۲ ساعت توانستند ۹۵ درصد نر تولید کنند. این تفاوت آشکار در نتایج نرسازی می‌تواند ناشی از زمان به‌کارگیری هورمون به روش غوطه‌وری باشد. چراکه در پژوهش حاضر بچه ماهیان حدود ۹ گرمی مورد استفاده قرارگرفت. اما در مطالعه اشاره شده تخم‌های لقاح یافته استفاده شده است. از آنجاکه در کپور معمولی زمان شروع تمایز جنسی نسبت به ماهیانی مثل قزل‌آلای رنگین‌کمان بسیار دیرتر است (Devlin and Nagahama, 2002)، با وجود آن، جواب‌دهی بهتر روش غوطه‌وری در زمان جنینی کپور معمولی، مسئله کاملا بحث برانگیز است و نیازمند مطالعات بیش‌تر می‌باشد.

در مطالعه حاضر، بهترین نتیجه نرسازی در تجویز خوراکی متیل‌تستوسترون با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا به‌مدت ۸ هفته به دست آمد که حدود ۷۰ درصد بود. Nagy و همکاران (۱۹۸۱) اولین گزارش تغییر جنسیت موفق کپور معمولی با هورمون آندروژن را ارائه دادند. در مطالعه آنها، تجویز خوراکی متیل‌تستوسترون به مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به غذا به مدت ۳۶ روز در سنین مختلف (۸ تا ۶۲ روز بعد از تفریخ) نشان داد که ۹۰-۷۰ درصد ماهیان نر شدند. در مطالعه دیگر، ۱۰۰ میلی‌گرم میتل‌تستوسترون به مدت ۴۰ روز در دو زمان ۶۰ و ۷۶ روز بعد از تفریخ کپور معمولی مورداستفاده قرار گرفت و به ترتیب ۸۵ و ۵۱ درصد نر تولید گردید (Gomelsky *et al.*,, 1995). بعضی محققین نتایج ضعیفی به‌دست آورده‌اند، به‌عنوان مثال، استفاده از ۱۷ آلفا – متیل تستوسترون به مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذای کپور معمولی فقط ۵۰-۴۵٪ نر تولید نموده است (Hulak *et al.*, 2008 and 2010).

Komen و همکاران (۱۹۸۹)، تاثیر ۳۵ روز تجویز خوراکی متیل‌تستوسترون به مقدار ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا را بر تغییر جنسیت کپور معمولی بررسی کردند. بهترین نتیجه (۹۲/۷ درصد نر) در گروهی مشاهده شد که بچه ماهیان در ۶ هفته بعد از تفریخ با ۵۰ میلی‌گرم متیل‌تستوسترون به مدت ۳۵ روز تغذیه شدند. کاهش یا افزایش زمان شروع تجویز هورمون باعث افزایش درصد ماهیان عقیم شده است. با توجه به یافته‌های محققان گذشته و نتایج مطالعه حاضر

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]
[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

به نظر می‌رسد که سن و اندازه ماهی تاثیر زیادی در نرسازی دارد، روی این اصل، Shelton و همکاران (۱۹۹۵) برای کپور معمولی یک مدل مفهومی پیشنهاد دادند که در آن، ارتباط سن و اندازه بدن با تمایز جنسی موردتوجه قرار گرفته است. براساس این مدل، موفقیت تغییر جنسیت، تحت‌تاثیر تجویز مقدار مناسب هورمون طی دوره تمایز جنسی که خود متاثر از سن و اندازه ماهی است، می‌باشد.

تحقیقات مختلف نشان داده است که در ماهیانی که تحت تیمار هورمونی قرار گرفته‌اند معمولاً تغییر جنسیت ناقص هم به‌وجود می‌آید، به‌طوری‌که تکامل هم‌زمان بیضه و تخمدان در یک ماهی اتفاق می‌افتد (Jalabert *et al*., 1975; Chevassus *et al*., 1988; Liu and Yao, 1995) که می تواند ناشی از ناکافی بودن تیمار هورمونی (دوز، طول مدت و یا زمان هورمون‌دهی) یا به‌خاطر ویژگی‌های مختص گونه باشد. در مطالعه حاضر، علاوه‌بر تولید ماهیان نر، بخشی از ماهیان جنسیت بینابینی داشتند، یعنی بافت تخمدان و بیضه را هم‌زمان در اندام‌های جنسی دارا بودند. با توجه به درصد جنسیت بینابینی می توان اظهار کرد که با تغییرات اندکی در دوز، مدت زمان هورمون‌دهی و یا زمان مناسب هورمون تراپی و ... می‌توان به درصد بالاتری از ماهیان نر فنوتیپی رسید.

نتیجه گیری

به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تجویز هورمون متیل‌تستوسترون هم به‌صورت خوراکی و هم غوطه‌وری بر شاخص‌های رشد و تغذیه کپور معمولی تاثیری نداشت. همچنین استفاده از متیل‌تستوسترون در روش غوطه‌وری تاثیر چندانی در تغییر جنسیت نداشت. اما تغذیه با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم متیل‌تستوسترون در کیلوگرم غذا به‌مدت ۸ هفته باعث تولید حدود ۷۰ درصد نر در کپور معمولی شده است. بنابراین در بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (حدود ۹ گرمی) می‌توان از این روش برای نرسازی استفاده کرد.

سپاسگزاری

از پرسنل پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه ارومیه به‌ویژه آقای سعید حاجی نژاد که در اجرای این پژوهش یاری رساندند سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1. Asad, F., Qamer, S., Ashraf, A., Ali, T., Shaheen, Z., Akhter, S., Nisar, A., Parveen, A., Cheema, N. and Mustafa, G., 2021. Masculinization in common carp (*Cyprinus carpio*) by androgen immersion: The interaction effect of hormone concentration and immersion time. *Brazilian Journal of Biology, 81*(2), pp.285-290. DOI:10.1590/1519-6984.224681
2. Bakhshzad Mahmodi, A., Farokhrouz lashiedani, M., Zamini, A., Shenavar masole, A. and Tehranifard, A., 2021. Effects of *Lactococcus lactis* and *Weissella cibaria* as probiotic on growth performance, intestinal bacterial flora, digestive enzymes and intestinal histology in common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Development, 15*(3), pp.13-29. DOI:10.52547/aqudev.15.3.13 [In Persian]
3. Basavaraju, Y., Mohan Kumar, H.M., Pradeep Kumar, S., Umesha, D., Srivastava, P.P., Penman, D.J. and Mair, G.C., 2008. Production of Genetically Female Common Carp, Cyprinus carpio, through Sex Reversal and Progeny Testing. *Asian Fisheries Science, 21*(3), pp.355-368. DOI: 10.33997/j.afs.2008.21.3.009

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

4. Betancur, J.J., Quintero, J.C., Ostos, H., Barreiro-Sanchez, F. and Olivera-Angel, M., 2014. Effectiveness of the aromatase (P450 Arom) inhibitors Letrozole and Exemestane for masculinization of red tilapia (*Oreochromis* spp.). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 27*(1), pp.47-53. DOI: 10.17533/udea.rccp.324878
5. Bye, V.J. and Lincoln, R.F., 1986. Commercial methods for the control of sexual maturation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture, 57*(1-4), pp.299–309. DOI:10.1016/0044-8486(86)90208-5
6. Chevassus, B., Devaux, A., Chourrout, D. and Jalabert, B., 1988. Production of YY rainbow trout males by self-fertilization of induced hermaphrodites. *The Journal of Heredity, 79*(2), pp.89–92. DOI: 10.1093/oxfordjournals.jhered.a110478
7. Devlin, R.H. and Nagahama, Y., 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture, 208*(3-4), pp.191-364. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00057-1
8. Geffen, A.J. and Evans, J.P., 2000. Sperm traits and fertilization success of male and sex-reversed female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture, 182*(1), pp.61–72. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00248-3
9. Gomelsky, B.I., Cherfas, N.B., Peretz, Y., Ben-Dom, N. and Hulata, G., 1994. Hormonal sex inversion in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture, 126*(3-4), pp. 265-270. DOI:10.1016/0044-8486(94)90042-6
10. Hoga, C.A., Almeida, F.L. and Reyes, F.G.R., 2018. A review on the use of hormones in fish farming: Analytical methods to determine their residues. *CYTA–Journal of Food, 16*(1), pp.679-691.DOI:10.1080/19476337.2018.1475423
11. Hulak, M., Rodina, M., Gela, D., Kocour, M. and Linhart, O., 2008. Sex control strategies for the masculinization of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and tench (*Tinca tinca*). *Cybium, 32*(2), pp.100-101. DOI:10.26028/cybium/2008-322SP-043
12. Hulak, M., Psenicka, M., Gela, D., Rodina, M. and Linhart, O., 2010. Morphological sex change upon treatment by endocrine modulators in meiogyngenetic tench (*Tinca tinca* L.). *Aquaculture Research, 41*(2), pp.233-239. DOI:10.1111/j.1365-2109.2009.02325.x
13. Hunter, G.A. and Donaldson, E.M., 1983. 5 Hormonal sex control and its application to fish culture. *Fish Physiology, 9*(B), pp.223–303. DOI: 10.1016/S1546-5098(08)60305-2
14. Jalabert, B., Billard, R. and Chevassus, B., 1975. Preliminary experiments on sex control in trout: production of sterile fishes and self fertilization of hermaphrodites. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique, 15*(1), pp.19–28. DOI: 10.1051/rnd:19750103
15. Kalantari, F., Yeganeh, S. and Ouraji, H., 2020. The effect of dietary kiwi (*Actinidia* sp.) fruit peel powder on growth performance, carcass composition and digestibility in Common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Development, 14*(2), pp.111-125 [In Persian]
16. Komen, J., Lodder, P.A.J., Huskens, F., Richter, C.J.J. and Huisman, E.A., 1989. Effects of oral administration of 17a-methyltestosterone and 17bestradiol on gonadal development in common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture and Fisheries, 78*, pp.349–363.
17. Liu, S. and Yao, Z., 1995. Self-fertilization of hermaphrodites of the teleost Clarias lazerea after oral administration of 17-alpha-methyltestosterone and their offspring. *Journal of Experimental Zoology, 273*(6), pp.527–532. DOI: 10.1002/JEZ.1402730609

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]

18. Megbowon, I. and Mojekwu, T.O., 2014. Tilapia sex reversal using methyl testosterone (MT) and its effect on fish, man and environment. *Biotechnology, 13*(5), pp.213-216. DOI: 10.3923/biotech.2014.213.216
19. Menu, B., Peruzzi, S., Vergnet, A., Vidal, M.O. and Chatain, B., 2005. A shortcut method for sexing juvenile European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture Research, 36*(1), pp.41-44. DOI:10.1111/j.1365-2109.2004.01181.x
20. Nagy, A., Bercsenyi, M. and Csanyi, V., 1981. Sex reversal in carp (*Cyprinus carpio*) by oral administration of methyltestosterone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 38*(6), pp.725–728. DOI:10.1139/f81-096
21. Nakamura, M., 1975. Dosage dependent changes in the effect of oral administration of methyhestosterone on gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica*. *Bulletin of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 26*(2), pp.99-108.
22. Pandian, T.J. and Sheela, S.G., 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture, 138*(1), pp.1–22. DOI:10.1016/0044-8486(95)01075-0
23. Shelton, W.L., Wanniasingham, V. and Hiott, A.E., 1995. Ovarian differentiation in common carp (*Cyprinus carpio*) in relation to growth rate. *Aquaculture, 137*(1), pp.203–211. DOI:10.1016/0044-8486(95)01094-7
24. Shen, Z.G., Fan, Q.X., Yang, W., Zhang, Y.L. and Wang, H.P., 2015. Effects of 17-methyltestosterone and aromatase inhibitor letrozole on sex reversal, gonadal structure, and growth in Yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco*. *Biological Bulletin, 228*(2), pp.108–117. DOI:10.1086/BBLv228n2p108
25. Singh, A.K., 2013. Introduction of modern endocrine techniques for the production of monosex population of fishes. *General and Comparative Endocrinology, 181*, pp.146–155. DOI: 10.1016/j.ygcen.2012.08.027
26. Solar, I. and Donaldson, E.M., 1985. Studies on genetic and hormonal sex control in domesticated rainbow trout. I1. Use of methyhestosterone for masculinization and sterilization in cultured rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson*). Canadian Technical Reports of Fisheries and Aquatic Sciences, 1380*, 1-9.
27. Solar, I., Donaldson, E.M. and Hunter, G.A., 1984. Optimization of treatment regimes for controlled sex differentiation and sterilization in wild rainbow trout (*Sahno gairdneri* Richardson) by oral administration of 17-α methyhestosterone. *Aquaculture, 42*, pp.129- 139.
28. Takahashi, H., 1975. Masculinization of the gonad of juvenile guppy, Poecilia reticulata, induced by 11-keto-testosterone. *Bulletin of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 26*, pp.223– 234.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-12-09]

[DOI: 10.71901/jad-2025-2-854]