JOMB
Journal of Marin Biology
J Marin Bio, 2025; 17(3): 58-67 Doi
https://jmb.ahvaz.iau.ir

Journal of Marin Biology

Islamic Azad university
Ahvaz Branch

Original Article

Evaluation of the Effect of 17-Alpha Methyltestosterone on Sex Reversal Induction in Guppy Fry (*Poecilia reticulata*)

Alireza Golchin Manshadi[1*], Mohammad Tarahomi[1], Aref Madadi Jaberi[1]

1. Department of Aquatic Animal Health, Kaz. C., Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

Article history:

Received: 2 August 2025
Revised: 26 October 2025
Accepted: 3 November 2025
ePublished: 3 November 2025

***Corresponding author:** Alireza Golchin Manshadi, Department of Aquatic Animal Health, Kaz. C., Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

E-mail: golchinalireza@yahoo.com

Abstract

To evaluate the effect of the androgen hormone 17α-methyl testosterone on guppy fry, breeders were initially divided into two groups of ten in two aquariums. The fry were split into five groups named A (control), B, C, D, and E, with two replicates each, and fed for 60 days as follows to allow sufficient growth and the emergence of secondary sexual characteristics: Group A (control): feed with hormone-free 0.4 pellet from Biomar, Group B: pellet immersed with 2 mg per 100 g of feed containing the hormone, Group C: pellet immersed with 4 mg per 100 g of feed containing the hormone, Group D: pellet immersed with 6 mg per 100 g of feed containing the hormone and Group E: pellet immersed with 8 mg per 100 g of feed containing the hormone. The aim was to determine growth performance and the development of secondary sexual traits in the fry over a 60-day period. he results showed that with increasing concentrations of 17α-methyl testosterone, the male population among the fry increased significantly ($P \leq 0.05$). Specifically, the proportion of males in the control group was 48.9% compared to 51.1% females, while in Group E (the highest hormone dose used) this proportion rose to 75.42% males and 24.57% females, i.e., more than three times the female population. Results regarding the effect of 17α-methyl testosterone on the survivorship of fry across the different groups indicated that this hormone did not have a significant effect on increasing or decreasing fry survivorship, and the observed changes were not statistically significant ($P > 0.05$). Morphological examination of the fry across the groups under study showed no deformities or abnormalities in any of the groups. Overall, it can be concluded that 8 mg per 100 g of feed of 17α-methyl testosterone can act as an effective factor for altering the sex ratio in guppy fish without causing particular adverse effects.

Keywords: Guppy (*Poecilia reticulata*), Sex Reversal Induction, Hormon therapy, Alpha Methyltestosterone.

Please cite this article as follows: Golchin Manshadi A., Tarahomi M., Madadi Jaberi A. Evaluation of the Effect of 17-Alpha Methyltestosterone on Sex Reversal Induction in Guppy Fry (*Poecilia reticulata*). J Mar Bio, 2025; 17(3): 58-67. DOI:

Copyright © 2025 Journal of Marin Biology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (*http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/*) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۵۸-۶۷
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقاله اصلی

بررسی اثر هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون در القای نرسازی در نوزادان ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*)

علیرضا گلچین منشادی[۱*]، محمد ترحمی[۱]، عارف مددی جابری[۱]

۱. گروه بهداشت و بیماری های آبزیان، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران.

چکیده

به منظور بررسی اثر نرزایی هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون بر روی بچه ماهیان گوپی، ابتدا مولدین به دو گروه ۱۰ تایی در دو آکواریوم تقسیم شدند. بچه ماهی ها به ۵ گروه به نام های A (شاهد)، B، C، D و E با دوبار تکرار تقسیم شده و به ترتیب گروه A با پلت ۰/۴ شرکت بیومار بدون هورمون۱۷ آلفا متیل تستوسترون ، گروه B آغشته به ۲ میلی‌گرم در صد گرم خوراک با هورمون ، گروه C آغشته به ۴ میلی‌گرم در صد گرم خوراک باهورمون، گروه D آغشته به ۶ میلی‌گرم در صد گرم خوراک با هورمون و گروه E آغشته به ۸ میلی‌گرم در صد گرم خوراک با هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون به مدت ۶۰ روز تعیین تغذیه شدند تا به اندازه کافی رشد کرده و صفات ثانویه جنسی در آن‌ها نمایان شود. نتایج نشان داد با افزایش غلظت هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون، جمعیت نر در میان بچه ماهیان بصورت معنی داری افزایش یافت ($P\leq0/05$)، بطوری که درصد جمعیت نرها در گروه شاهد نسبت به درصد جمعیت ماده ها ۴۸.۹ به ۵۱.۱ درصد بود در حالی که این درصد در گروه E به ۷۵.۴۲ در برابر ۲۴.۵۷ درصد یعنی بیش از سه برابر جمعیت ماده ها رسید. نتایج حاصل از تاثیر هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون بر بازماندگی بچه ماهیان در گروه های مختلف مورد مطالعه نشان داد این هورمون تاثیر معنی داری بر افزایش یا کاهش بازماندگی بچه ماهیان نداشت و تغییرات حاصله از نظر آماری هم معنی دار نبود ($P>0/05$). بررسی ظاهری و ریخت شناسی بچه ماهیان در گروه های مختلف مود بررسی نیز نشان داد هیچ گونه تغییر شکل و ناهنجاری ظاهری در گروه های مورد مطالعه مشاهده نشد. بطور کلی می توان گفت هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون ۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم خوراک ماهی می‌تواند به‌عنوان یک عامل مؤثر در تغییر نسبت جنسی در ماهی‌های گوپی بدون ایجاد عوارض خاصی عمل کند.

واژگان کلیدی: گوپی (*Poecilia reticulata*)، القای نرسازی، هورمون درمانی،۱۷ آلفا متیل تستوسترون.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۵/۱۱
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۴/۸/۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۸/۱۲
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۴/۸/۱۲

تمامی حقوق برای دانشگاه آزاد اهواز محفوظ است.

* نویسنده مسئول: علیرضا گلچین منشادی، گروه بهداشت و بیماری های آبزیان، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران.

ایمیل:
golchinalireza@yahoo.com

استناد: گلچین منشادی، علیرضا؛ ترحمی، محمد؛ مددی جابری، عارف. بررسی اثر هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون در القای نرسازی در نوزادان ماهی گوپی (Poecilia reticulata). مجله زیست شناسی دریا، پاییز ۱۴۰۴؛ ۱۷(۳): ۵۸-۶۷

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۵۸-۶۷
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقدمه

در دنیای امروز، صنعت آبزی‌پروری به عنوان یکی از مهم‌ترین و سریع‌ترین بخش‌های تولید غذا در جهان شناخته می‌شود (Boyd *et al.*,2022). با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به منابع غذایی پایدار، پرورش ماهی و دیگر آبزیان به یک ضرورت تبدیل شده است. این صنعت نه تنها به تأمین پروتئین حیوانی برای جمعیت رو به رشد کمک می‌کند، بلکه به ایجاد اشتغال و رونق اقتصادی در بسیاری از مناطق نیز کمک می‌نماید؛ به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، آبزی‌پروری به عنوان یک منبع مهم درآمد و معیشت برای بسیاری از خانواده‌ها محسوب می‌شود (Khan *et al.*, 2011). در این راستا، گونه‌های مختلف ماهی‌ها، به ویژه ماهیان زینتی، به دلیل زیبایی و جذابیتشان در بازارهای جهانی مورد توجه قرار گرفته‌اند. یکی از مهم‌ترین و محبوب‌ترین گونه‌های ماهی زینتی، ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) است. این ماهی به دلیل ویژگی‌هایی مانند رنگ‌های متنوع، اندازه کوچک و توانایی سازگاری با شرایط مختلف آب، به گزینه‌ای پرطرفدار برای آکواریوم‌داران تبدیل شده است (Soto *et al.*, 2024). گوپی‌ها به راحتی در شرایط خانگی پرورش می‌یابند و در میان علاقه‌مندان به آکواریوم‌داری، محبوبیت زیادی دارند. تغییر جنسیت در ماهیان زینتی، به ویژه در گونه‌هایی که جنس نر از نظر اقتصادی ارزش بیشتری دارد، یکی از موضوعات مهم پژوهشی به شمار می‌آید. در ماهی گوپی، جنس نر به دلیل باله‌های بزرگ‌تر و رنگ‌های جذاب‌تر معمولاً ارزش بیشتری دارد. از این رو، پرورش‌دهندگان در پی یافتن روش‌هایی برای افزایش نسبت نر به ماده در این گونه هستند. در ماهی و همچنین سایر مهره داران خونسرد، تغییر جنسیت می تواند به وسیله تیمارهای هورمونی و گاهی اوقات به وسیله تیمارهای محیطی القا شود (Baroiller et al.,2016). یکی از روش‌های مؤثر در این زمینه، استفاده از هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون است که برای القای نر سازی در نوزادان ماهی استفاده می‌شود (Liu *et al.*, 2023). هورمون۱۷ آلفا متیل تستوسترون به عنوان یک استروئید آنابولیک، اثرات چشمگیری بر رشد، بقا و تغییر جنسیت در ماهی‌ها دارد. این هورمون می‌تواند به صورت خوراکی یا غوطه‌وری مصرف شود و تأثیر مثبتی بر نسبت جنسی و بقاء داشته باشد. در سال‌های اخیر، تحقیقات متعددی روی اثرات این هورمون در گونه‌های مختلف انجام شده است و نتایج نشان داده‌اند که ۱۷ آلفا متیل تستوسترون می‌تواند به طور معناداری باعث بهبود بقا و تعیین جنسیت شود (Ajiboye *et al.*, 2015; Singh *et al.*, 2019; Sarker *et al.*, 2022; Berhanu *et al.*,2023; Alam *et al.*, 2023; ; Pham *et al.*, 2024)

Ajiboye و همکاران (۲۰۱۵) به منظور القای نر سازی با استفاده از هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون در ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) علاوه بر مشاهده تاثیر مثبت هورمون بر رشد و بقای ماهیان، ایجاد جمعیت نر تا ۹۰ درصد را تجربه کردند. Sarker و همکاران (۲۰۲۲) با بکارگیری هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون به نرزایی با بیش از ۹۴ درصد دست یافتند. Alam و همکاران (۲۰۱۵) حتی توانستند القاء نرزایی را با بکارگیری این هورمون در ماهی تیلاپیای نیل به بیش از ۹۸ درصد افزایش دهند. Farias و همکاران (۲۰۲۳) نیز اثر هورمون آلفا متیل تستوسترون بر روی ماهی تترای دم زرد (*Astyanax lacustris*) با دوز ۶۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم غذا را مناسب ترین دوز برای نرزایی تشخیص دادند در حالی که Singh و همکاران (۲۰۱۹) حداکثر نرزایی در ماهی دم شمشیری (*Xiphophorus helleri*) را با استفاده از دوز ۹۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم غذا مشاهده کردند. استفاده از استروئیدهای آنابولیک در پرورش ماهی، به‌ویژه در سال‌های اخیر، به‌طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. این هورمون‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر رشد، بقا و تغییر جنسیت دارند. با توجه به اهمیت اقتصادی ماهی‌های زینتی، تحقیقات در این حوزه می‌تواند باعث بهبود روش‌های پرورش و افزایش راندمان اقتصادی گردد (Magurran, 2005; Chu *et al.*, 2017). در این تحقیق، تأثیر دوزهای مختلف ۱۷ آلفا متیل تستوسترون به صورت خوراکی بر بقا و نسبت جنسی ماهی گوپی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا درک بهتری از بهینه‌سازی تولید حاصل گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام تحقیق، تعداد ۲۰ مولد ماهی گوپی در دی ماه سال ۱۴۰۳ از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی سلیمان پور (تهران- رباط کریم) تهیه و تحت شرایط مناسب به سایت محل انجام مطالعه واقع در مرکز یاد شده منتقل گردید. پس از تأمین ماهی‌های مولد، آن‌ها به دو گروه

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۵۸-۶۷
https://jmb.ahvaz.iau.ir

۱۰ تایی در دو آکواریوم شیشه ای رهاسازی شدند. با توجه به استرس وارد شده، ۲۴ ساعت از تغذیه لارو ماهیان خودداری گردید و در این مرحله نمک طعام به مقدار نیم گرم در لیتر برای تنظیم فشار اسمزی به آب آکواریوم‌ها اضافه شد. بعد از ۲۴ ساعت غذادهی به لاروها بدین ترتیب آغاز شد که روزانه حداکثر به میزان یک درصد وزن بدن لاروها و به تعداد دفعات دو بار در روز، از غذای بیومار ۱/۱ درصد فرانسه استفاده شد. ترکیب اصلی غذای بیومار استفاده شده جهت مولدین ماهی گوپی بدین شرح بود: پروتئین خام ۳۶ ٪، چربی خام ۱۸ ٪، فیبر خام ۴ ٪، رطوبت ۱۵ ٪، کلسیم ۱، فسفر ۰/۵.

در طول ۳۰ روز ، از هر ماهی مولد ماده حداقل ۴۰ قطعه نوزاد نورس (early life) به صورت زنده‌زایی به دست آمد. این نوزادان به عنوان نمونه‌های تحقیقاتی برای مراحل بعدی استفاده گردید. تعداد ۱۰۰۰ قطعه بچه ماهی نورس پس از زنده‌زایی، به دقت شمارش و به گروه‌های ۱۰۰ تایی در پنج گروه آکواریوم شیشه ای A، B، C، D و E به صورت دو تکرار (جمعاً ۱۰ آکواریوم) ۱۰ با حداقل گنجایش ۶۰ لیتر تقسیم و رهاسازی شدند. این تقسیم‌بندی به منظور کاهش رقابت و ایجاد شرایط مناسب برای رشد هر گروه انجام شد. لاروها روزانه به میزان ۵ درصد وزن بدن و به تعداد دفعات دو بار در روز، با غذای بیومار ۰/۸ درصد فرانسه تغذیه شدند. به جهت ایجاد شرایط یکسان و مناسب پرورشی با قرار دادن یک بخاری با توان ۱۰۰ وات در این محفظه و با توجه به گردش آب در کل آکواریوم امکان یکسان‌سازی دما در حدود ۱±۲۷ درجه سانتی‌گراد فراهم شد. از فیلترهای اسفنجی و سنگ‌های هوا جهت تهویه و تصفیه آب استفاده گردید. هر آکواریوم مجهز به یک دماسنج الکلی و دو دماسنج برچسبی بود و نوردهی توسط مهتابی ۱۵۰۰ لوکس انجام گرفت. آکواریوم ها تحت شرایط یکسانی از نظر دما، pH و اکسیژن قرار گرفتند. به منظور اکسیژن‌رسانی مناسب، از پمپ مرکزی و سنگ هوا به تعداد کافی استفاده شد. برای کنترل میزان آمونیاک و دفع ضایعات مواد غذایی مصرفی، سیفون روزانه انجام و تلفات احتمالی جمع آوری گردید. طول دوره انجام تحقیق، به مدت ۶۰ روز تعیین گردید تا بچه ماهی‌ها به اندازه کافی رشد کرده و صفات ثانویه جنسی در آن‌ها نمایان شود. برای آماده‌سازی محلول هورمون۱۷ آلفا متیل تستوسترون (محصول شرکت سیگما آلدریچ آمریکا)، ۶۰ میلی‌گرم ماده مؤثره هورمون در ۱۲۰ میلی‌لیتر الکل اتانول ۹۵ درجه به کمک میکسر با دور کند به مدت یک دقیقه حل و در دمای مناسب و دور از نور مستقیم خورشید نگهداری گردید. برای ایجاد گروه‌های B، C، D و E به ترتیب مقدار۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ سی‌سی از محلول و به صورت اسپری به ۱۰۰ گرم خوراک به دقت اضافه شد تا تمام هورمون با ذرات خوراک به طور یکنواخت آغشته شود (Deacon *et al*., 2016; Casas *et al*., 2021; Gisbert and Williot, 1997 Canosa *et al*., 2023).

گروه‌های مختلف مطالعه به شرح زیر تقسیم‌بندی شدند:

گروه A (شاهد): این گروه تحت شرایط عادی و بدون هورمون قرار گرفت و غذا دهی با پلت شماره ۰/۴ شرکت بیومار فرانسه دو بار در روز انجام شد. این گروه به عنوان معیار برای مقایسه با سایر گروه‌ها در نظر گرفته شد.

گروه B (پژوهش اول): در این گروه، غذا دهی با پلت شماره ۰/۴ شرکت بیومار آغشته به ۲ میلی‌گرم در صد گرم خوراک با هورمون۱۷ آلفا متیل تستوسترون دو بار در روز انجام شد. این گروه به عنوان اولین گروه آزمایشی انتخاب شد تا اثرات کمترین دوز هورمون بررسی شود.

گروه C (پژوهش دوم): در این گروه، غذا دهی با پلت شماره ۰/۴ شرکت بیومار آغشته به ۴ میلی‌گرم در صد گرم خوراک با هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون دو بار در روز انجام شد. این گروه به منظور بررسی اثرات دوز متوسط هورمون انتخاب شد.

گروه D (پژوهش سوم): در این گروه، غذا دهی با پلت شماره ۰/۴ شرکت بیومار آغشته به ۶ میلی‌گرم در صد گرم خوراک با هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون دو بار در روز انجام شد. این گروه به بررسی اثرات دوز بالاتر هورمون اختصاص داشت.

گروه E (پژوهش چهارم): در این گروه، غذا دهی با پلت شماره ۰/۴ شرکت بیومار آغشته به ۸ میلی‌گرم در صد گرم خوراک با هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون دو بار در روز انجام شد. این گروه به عنوان بالاترین دوز آزمایش مورد بررسی قرار گرفت (Yostawonkul *et al*., 2023).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

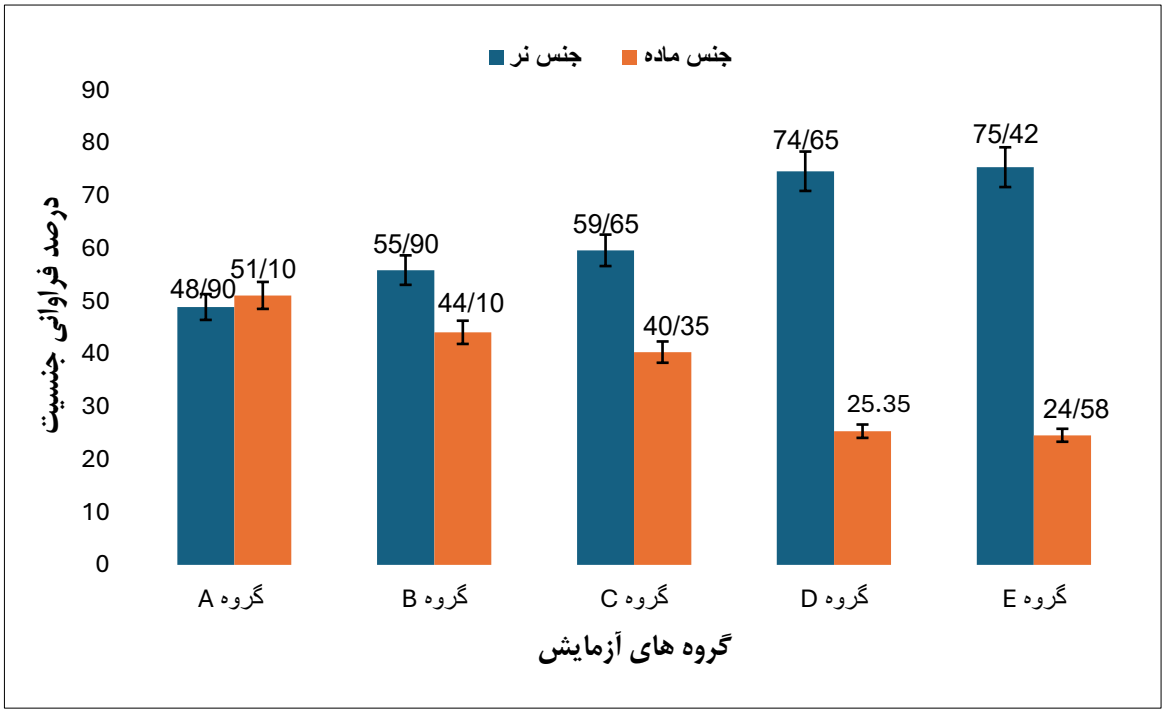
JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۵۸-۶۷
https://jmb.ahvaz.iau.ir

تمامی آکواریوم‌ها از نظر شرایط فیزیکی و شیمیایی مانند دما، سختی و pH کاملاً یکسان بودند. این شرایط به منظور کاهش متغیرهای محیطی و افزایش دقت نتایج پژوهش کنترل شد. pH آب به طور مداوم اندازه‌گیری و در محدوده مناسب برای ماهی‌ها نگهداری شد. ترکیب اصلی غذای بیومار استفاده شده جهت لارو گوپی بدین شرح بود: پروتئین خام ۵۰٪، چربی خام ۱۲٪، فیبر خام ۳ ٪، رطوبت ۱۰ ٪، کلسیم ۱/۲، فسفر ۱

جهت بررسی تأثیر هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون بر نرزایی از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) با ضریب اطمینان ۹۵ ٪ و جهت بررسی معنی دار بودن تفاوت میان داده ها ها از آزمون دانکن (Duncan Test) در سطح اختلاف معنی دار (P≤۰/۰۵) با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۸ بهره گرفته شد.

نتایج

نتایج نشان داد با افزایش غلظت هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون در جیره غذایی درصد تبدیل بچه ماهیان به جنس نر بیشتر گردید. مطابق شکل ۱ در گروه شاهد مشاهده می شود که میانگین درصد جنس نر حتی کمتر از جنس ماده و ۱/۳۳± ۴۸/۹ درصد بود. میانگین درصد جنس نر در گروه B ۰/۸۹± ۵۵/۹ درصد، در گروه C ۲/۰۳± ۵۹/۶۵ درصد، در گروه D ۱/۴۳± ۷۴/۶۵ درصد و نهایتا در گروه E به۰/۸۳± ۷۵/۴۲ درصد رسید. بدین ترتیب نرخ جمعیت جنس نر در گروه E نسبت به گروه شاهد بیش از ۵۰ درصد افزایش یافت که نشان می دهد هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون می‌تواند به‌عنوان یک عامل مؤثر در تغییر نسبت جنسیتی عمل کند. نتایج آماری نشان داد افزایش جنس نر در همه گروه ها بجز گروه شاهد بصورت معنی دار افزایش یافت (P<0/05). همچنین بررسی اختلاف میان گروه های مختلف مورد آزمایش با آزمون دانکن نشان داد اختلاف میان گروه ها دارای اختلاف معنی داری بود (P<0/05). بررسی ظاهری و ریخت شناسی بچه ماهیان در گروه های مختلف مورد بررسی نیز نشان داد هیچ گونه تغییر شکل و ناهنجاری ظاهری در گروه های مورد مطالعه مشاهده نشد.



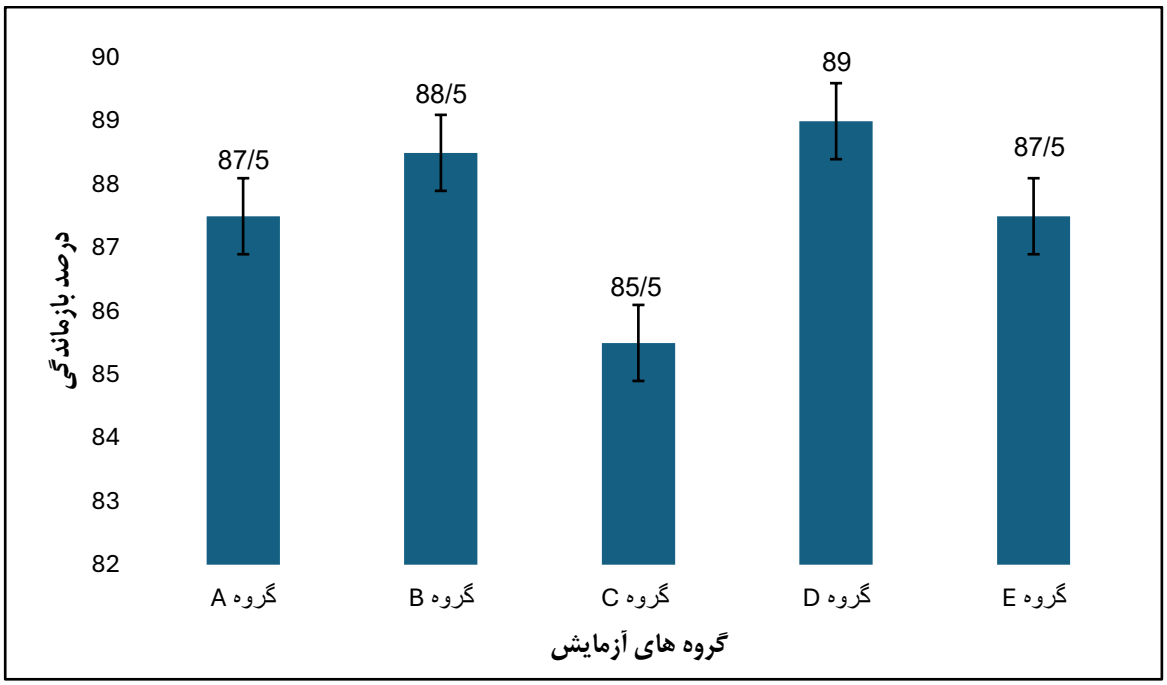
شکل ۱. میانگین درصد جنسیت بچه ماهیان گوپی در گروه شاهد و ٤ گروه دیگر تغذیه شده با هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون

مطابق شکل ۲ نتایج حاصل از تاثیر هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون بر بازماندگی بچه ماهیان در گروه های مختلف مورد مطالعه نشان داد، میانگین درصد بازماندگی در گروه شاهد۲/۰۳± ۸۷/۵ درصد، در گروه B ۰/۶۷ ±۸۸/۵ درصد، در گروه C ۱/۳۵± ۸۵/۵ درصد، در گروه D ۰/۹۷

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۵۸-۶۷
https://jmb.ahvaz.iau.ir

۸۹± درصد و نهایتا در گروه E ۱/۵۵ ±۸۷/۵ درصد بود که نشان می دهد بازماندگی در گروه D بالاتر از سایر گروه های مورد مطالعه بود اما بطور کلی این هورمون تاثیر قابل توجهی بر افزایش یا کاهش بازماندگی بچه ماهیان نداشت و تغییرات حاصله از نظر آماری هم معنی دار نبود (P>0/05).



شکل ۲. میانگین درصد بازماندگی بچه ماهیان گوپی در گروه شاهد و ٤ گروه دیگر تغذیه شده با هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون

بحث و نتیجه‌گیری

با بهینه‌سازی نسبت جنسی، پرورش‌دهندگان می‌توانند به تولید مثل مؤثرتر و بهبود ویژگی‌های مطلوب در نسل‌های جدید دست یابند. این به معنای افزایش تنوع ژنتیکی و بهبود صفات مطلوب مانند رنگ، اندازه و رفتار است که می‌تواند به افزایش جذابیت ماهی‌های زینتی در بازار کمک کند (Uusi-Heikkilä, 2020). با این حال، باید توجه داشت که تأثیرات بلندمدت هورمون‌ها بر روی سلامت و رفتار ماهی‌ها هنوز به‌طور کامل بررسی نشده است. برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده مداوم از هورمون‌ها ممکن است به مشکلاتی مانند کاهش ایمنی، اختلالات رفتاری و حتی کاهش طول عمر در جمعیت‌های پرورشی منجر شود (Brown-Borg, 2007). بنابراین، در هنگام استفاده از هورمون‌ها باید احتیاط‌های لازم رعایت شود و تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام گیرد. علاوه بر این، تأثیرات محیطی و شرایط زیستی نیز باید در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال، دما، کیفیت آب و تغذیه می‌توانند تأثیرات قابل توجهی بر پاسخ ماهی‌ها به هورمون‌ها داشته باشند. این عوامل می‌توانند بر روی متابولیسم و فرآیندهای بیوشیمیایی تأثیر بگذارند و در نتیجه، نتایج متفاوتی را به دنبال داشته باشند (Deane and Woo, 2009). بنابراین، ترکیب هورمون‌درمانی با مدیریت صحیح محیط زیستی می‌تواند به بهبود نتایج کمک کند.

در نتایج این بررسی، تأثیر قابل توجه هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون بر نسبت جنسی ماهی‌های گوپی مشاهده شد به طوری که با افزایش دوز هورمون، نسبت نر به ماده به‌طور معنی داری افزایش یافت. این یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهند که هورمون‌ها می‌توانند به عنوان عوامل مؤثر در تغییر جنسیت عمل کنند و بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ماهی‌ها تأثیر بگذارند. به طور خاص، هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون به عنوان یک آندروژن، می‌تواند به تحریک توسعه ویژگی‌های جنسی نر کمک کند و این موضوع می‌تواند به بهبود نسبت جنسی در جمعیت‌های پرورشی منجر شود (Pandian and Kirankumar, 2003). از سوی دیگر، افزایش نسبت نر به ماده می‌تواند به بهبود کیفیت نسل‌های جدید و افزایش تولید مثل کمک کند. این موضوع به‌ویژه در صنعت آبزی‌پروری و پرورش ماهی‌های زینتی که تقاضای بالایی دارند، اهمیت دارد

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۵۸-۶۷
https://jmb.ahvaz.iau.ir

(Torsabo et al., 2022). در ماهی و همچنین سایر مهره داران خونسرد، تغییر جنسیت می تواند به وسیله تیمارهای هورمونی و گاهی اوقات به وسیله تیمارهای محیطی القا شود (Baroiller and D'Cotta, 2016). در این راستا هر گونه تمهیداتی که موجب افزایش درصد نرزایی در تکثیر یک گونه گردد، توجیه اقتصادی آن گونه را موجب می شود. بدین ترتیب روش های متفاوت برای تغییر جنسیت در ماهیان زینتی وجود دارد که یکی از این روش ها، روش تغییر جنسی از طریق مصرف هورمون است (Mart and Gross, 1996). متداول ترین آندروژنی که در مطالعات تغییر جنسیت به کار برده می شود ۱۷ آلفا متیل تستوسترون است که در بیش از ۲۵ گونه آزمایش شده موثر بوده است (Gale *et al.*, 1999). Yanong و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند مصرف خوراکی ۶۰ میلی گرم هورمون ۱۷ آلفامتیل تستوسترون در هر کیلوگرم غذای ماهی دم شمشیری (*Xiphophorus helleri*) به مدت ۲۸ روز، ۸۰ درصد جمعیت نر را به وجود آورد.. مطالعه مشابهی توسط Sarker و همکاران (۲۰۲۲) بر روی تیلاپیای نیل در یک دوره ۹۰ روزه نیز نشان داد بیشترین درصد نرزایی(۹۴/۴۴ ٪) در دوز ۶۰ میلی گرم آلفا متیل تستوسترون در یک کیلوگرم خوراک حاصل شد. Berhanu و همکاران (۲۰۲۳) نیز در بررسی اثر ۱۷ آلفامتیل تستوسترون بر تیلاپیای نیل در دوره ۳۰ روزه بالاترین درصد نرزایی (۹۳/۶۰٪) را در گروهی مشاهده کردند که ۶۰ میلی گرم هورمون در هر کیلوگرم غذا دریافت کرده بودند ضمن اینکه بالاترین میانگین وزن ماهیان نیز در همین گروه مشاهده گردید. Farias و همکاران (۲۰۲۳) نیز بر روی اثر هورمون آلفا متیل تستوسترون بر روی ماهی تترای دم زرد (*Astyanax lacustris*) به نتایج مشابهی رسیدند، بطوری که همه تیمارها قادر به نرزایی بودند اما تیمار با غلظت ۶۰ میلی گرم هورمون ۱۷ آلفامتیل تستوسترون در هر کیلوگرم غذا بیشترین درصد نر را تولید کرد. این در حالی است که Alam و همکاران (۲۰۲۳) در بررسی اثر این هورمون بر بقای لارو ماهی تیلاپیای نیل در چهار تیمار شاهد، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم غذا، بالاترین درصد نرزایی (۹۸/۳۳٪) را در گروهی که ۱۰۰ میلی گرم هورمون در هر کیلوگرم غذا دریافت کرده بود مشاهده کردند. Pham و همکاران (۲۰۲۴) در بررسی اثر این هورمون به صورت غوطه وری بر تیلاپیای نیل در یک دوره ۶۰ روزه نشان دادند اثر این هورمون به صورت معنی داری منجر به افزایش درصد نرزایی در جمعیت ماهیان گردید. البته حاجی بگلو و همکاران (۱۴۰۱) در بررسی تأثیر این هورمون بر تولید جمعیت تمام نر در ماهی دم شمشیری (*Xiphophorus helleri*) دریافتند به منظور القای نرسازی در ماهی دم شمشیری در مجموع با توجه به درصد نرسازی و درصد مولدین ماده تغییر جنسیت یافته به نر گرچه استفاده از هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون تاثیرات مثبتی بر ایجاد جمعیت نر داشت اما استفاده از ترکیب آروماسین گزینه مناسب تری بوده و توانست جایگزینی برای هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون باشد. Pham و همکاران (۲۰۲۴) در بررسی اثر این هورمون بر تیلاپیای نیل نشان دادند میانگین وزن و طول ماهیان در مواجهه با این هورمون به صورت غوطه وری در گروه های مختلف از گروه شاهد بیشتر بود. صحافی زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز افزایش معنی دار رشد لاروهایی که تحت تغذیه با هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون قرار گرفته بودند همگام با افزایش این هورمون در جیره غذایی مشاهده کردند. با این حال، تجویز این هورمون به میزان ۱۰-۵ میلی گرم در هر کیلوگرم غذای گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) به مدت ۱۲ هفته کاهش میزان رشد و بقا را به دنبال داشته است (Simone, 1990). Alam و همکاران (۲۰۲۳) نیز در بررسی اثر این هورمون بر بقای لارو ماهی تیلاپیای نیل در چهار تیمار شاهد، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم غذا، بالاترین درصد بقای لاروها را در گروه شاهد مشاهده کردند. Mousavi-Sabet و همکاران (۲۰۱۲) نیز در نتایج بدست آمده در مطالعه ای، تأثیر قابل توجه هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون بر تغییر نسبت جنسی و ایجاد نرزایی در ماهی گوپی را تایید نموده، اما علی رغم ایجاد نرزایی مطلوب، تأثیر قابل توجه و معنی داری بر بقا و ماندگاری بچه ماهیان مشاهده نکردند. بدین ترتیب مشاهده می شود در مطالعات صورت گرفته علیرغم این که وحدت نظری در خصوص اثرات مثبت استفاده از هورمون۱۷ آلفا متیل تستوسترون در ایجاد نرزایی وجود دارد اما در خصوص تأثیر این هورمون بر فاکتورهای رشد و بازماندگی اختلاف نظر وجود دارد. در مطالعه حاضر نیز اختلاف بین بالاترین و پایین ترین درصد بازماندگی ۳/۵ درصد بود که اختلاف ناچیزی بوده و از نظر آماری هم این اختلاف معنی دار نبود (P>0/05). بدین ترتیب این مطالعه از این منظر با مطالعات Simone, 1990 ، Alam و همکاران (۲۰۲۳) و Mousavi-Sabet و همکاران (۲۰۱۲) همسویی دارد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۵۸-۶۷
https://jmb.ahvaz.iau.ir

از طرفی در خصوص اثرات این هورمون در ایجاد تغییرات و دفرمیتی های ظاهری نیز اختلاف نظرهایی وجود دارد. حسین زاده صحافی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی وضعیت ریخت شناسی ماهیان که از اهمیت خاصی در ماهیان زینتی برخوردار است و بنابر نتایج حاصل از اثر هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون در گروه های مختلف مورد مطالعه دریافتند که در لاروهای تحت بررسی علاوه بر نتایج مثبت حاصل از تاثیر هورمون بر شاخص های رشد و تغییر جنسیت به لحاظ ریخت شناسی و ظاهری نیز تاثیر منفی وجود نداشت در حالی که در مطالعه به عمل آمده توسط قاسم نژاد (۱۳۸۷)، تاثیر هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون روی ماهی گوپی با تجویز ۳۰۰ میلی گرم برغم ایجاد نرسازی، درصدی تغییرات در شکل بدن و انحنای ستون فقرات در نمونه ها مشاهده شد. در مطالعه حاضر در تمام جمعیت های مورد بررسی ، نواقص ظاهری از جمله بدشکلی بدنی یا انحنای ستون فقرات مشاهده نشد که از این جهت با نتایج بدست آمده از مطالعه حسین زاده صحافی و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی دارد. در انتها لازم به ذکر است استفاده نادرست از هورمون های جنسی می تواند منجر به ایجاد بقایای هورمونی در گوشت ماهی شود. بنابراین در خصوص ماهیانی که مصرف انسانی دارند مصرف ماهی آلوده در چنین غلظت‌هایی ممکن است خطرات سلامتی زیادی را در انسان، به ویژه در کودکان، ایجاد کند. بنابراین، این مهم یک واقعیت نگران‌کننده جدیدی را آشکار می‌کند که لازم است سیستم های نظارتی و بهداشتی در اسرع وقت برای این نگرانی چاره اندیشی کنند (Khatun *et al*., 2024).

تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که هورمون‌های استروئیدی و آندروژن‌ها می‌توانند تأثیرات قابل توجهی بر نسبت جنسی و بقا در گونه‌های مختلف ماهی داشته باشند. نتایج این تحقیق با یافته‌های بسیاری از مطالعات قبلی همخوانی دارد و نشان‌دهنده این است که هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر در مدیریت جمعیت‌های ماهی، به‌ویژه در صنعت آبزی‌پروری و پرورش ماهی‌های زینتی، مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده این است که هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون می‌تواند به‌عنوان یک عامل مؤثر در تغییر نسبت جنسی در ماهی‌های گوپی عمل کند. این یافته‌ها می‌توانند به پرورش‌دهندگان کمک کنند تا با استفاده از هورمون‌ها، به مدیریت بهتر جمعیت‌های خود بپردازند و به بهینه‌سازی تولیدات آبزی‌پروری دست یابند. این امر به‌ویژه در صنعت آبزی‌پروری و پرورش ماهی‌های زینتی که تقاضای بالایی دارند، اهمیت دارد.

References

۱. **حاجی بگلو، ع.، حسینی فر، ح.، علایی، ک.،** جعفری، و.، **جافر، ع.، ۱۴۰۲.** تأثیر هورمون ۱۷ آلفا- متیل تستوسترون، آروماسین و تابش نور سبز بر تولید جمعیت تمام نر در ماهی دم شمشیری (*Xiphophorus helleri*)، نشریه بهره برداری و پرورش آبزیان،۱۲(۱) ، ۲۵-۱۵. DOI: 10.22069/japu.2022.20195.1653

۲. **حسین زاده صحافی، ه.، اشجع اردلان، آ.، سیفی، ج.، ۱۳۹۲.** تاثیرهورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون بر تغییر جنسیت ماهی کالیکو (*Labeotropheous foellobroni*) مجله علمی شیلات ایران، ۲۲(۱): ۲۷-۳۶. DOI:۲۰۱۷.۱۱۰۱۰۰isfj./۱۰.۲۲۰۹۲

۳. **قاسم نژاد، ح.، ۱۳۸۷.** بررسی امکان ایجاد جمعیت تک جنسی نر با تجویز خوراکی هورمون ۱۷- آلفا متیل تستوسترون در دوران جنینی و بچه ماهی گوپی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۹۰ صفحه.

4. **Ajiboye, O. O., Okonji, V. A., Yakubu, A. F. J. F., 2015.** Journal A. Effect of testosterone-induced sex reversal on the sex ratio, growth enhancement and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed coppens and farm produced feed in a semi flow-through culture system, 6(2):2-7. DOI: 10.4172/2150-3508.1000123
5. **Alam, M. S., Roy, A., Shathi, S. B., Deb, S., Alam, M. S., Mondal, M. N., 2023.** Dose optimization of 17 α-methyltestosterone to maximize sex reversal of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Research in Agriculture Livestock and Fisheries 9(3), 377-384.
6. **Baroiller, J.F. and D'Cotta, H., 2016.** The Reversible Sex of Gonochoristic Fish: Insights and Consequences, Sexual development. 10(5-6): 242-266. DOI: 10.1159/000452362

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

7. **Berhanu, B., Workagegn, K. B., Pavanasam, N., 2023.** Effect of 17α-methyl testosterone on sex reversal and growth performance of Nile tilapia, Oreochromis niloticus , East African Journal of Biophysical and Computational Sciences(East Afr. J. Biophys. Comput. Sci.), 4(2), 31- 42. DOI:10.4314/eajbcs.v4i2.3S
8. **Boyd, C. E., McNevin, A. A., Davis, R. P., 2022.** The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply. Food security,14(3):805-27. DOI: ۱۰.۱۰۰۷/s۹-۰۱۲۴۶-۰۲۱-۱۲۵۷۱
9. **Brown-Borg, H. M., 2007.** Hormonal regulation of longevity in mammals. Ageing research reviews, 6(1):28-45. DOI: ۱۰.۱۰۱۶/j.arr.۲۰۰۷.۰۲.۰۰۵
10. **Canosa ,L. F. and Bertucci, J. I., 2023.** The effect of environmental stressors on growth in fish and its endocrine control. Frontiers in endocrinology, 14:1109461. DOI: ۱۰.۳۳۸۹/fendo.۲۰۲۳.۱۱۰۹۴۶۱
11. **Casas, L., Saborido-Rey, F., 2021.** Environmental Cues and Mechanisms Underpinning Sex Change in Fish. Sexual development : genetics, molecular biology, evolution, endocrinology, embryology, and pathology of sex determination and differentiation. 2021;15(1-3):108-21. DOI: ۰۰۰۵۱۵۲۷۴/۱۰.۱۱۵۹
12. **Chu, E. W., Karr, J. R., 2017.** Environmental Impact: Concept, Consequences, Measurement: Reference Module in Life Sciences, B978-0-12-809633-8.02380-3. DOI: 10.1016/B978-0-12-809633-8.02380-3.
13. **Deane, E. E., Woo, N. Y. J. R., 2009.** Fisheries. Modulation of fish growth hormone levels by salinity, temperature, pollutants and aquaculture related stress: a review, 19:97-120. DOI:۱۰.۱۰۰۷/s-۹۰۹۱-۰۰۸-۱۱۱۶۰ .
14. **Deacon, A. E., Magurran, A .E .J .B., 2016.** behaviour a. How behaviour contributes to the success of an invasive poeciliid fish: the Trinidadian guppy (*Poecilia reticulata*) as a Invasive Speciesspecies. In book: Biological Invasions and Animal Behaviour. Cambridge University Press, pp.266-290. DOI:۱۰.۱۰۱۷/CBO۹۷۸۱۱۳۹۹۳۹۴۹۲.۰۱۶
15. **Farias, R. S., Oliveira, K. R. S., Souza, M. E., Ferreira, D. A., Silva, A. A. N., Silva Júnior, V. A., Dunham, R., Coimbra, M. R. M., 2023.** Effect of dosage of orally administered 17α-methyltestosterone on sex reversion of the yellowtail tetra Astyanax lacustris (Lütken, 1875). Animal Reproduction, 20(1):e20220080. DOI: 10.1590/1984-3143-AR2022-0080
16. **Gale, D., Fitzpatrick, E., Lucero, I., Contreras Sánchez, S., 1999.** Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens.Acuaculture, 178 (33-4): 349-357. DOI:10.1016/S0044-8486(99)00136-2
17. **Gisbert E. and Williot P.1997.** Larval behavior and effect of timing of initial on growth and surviva of Siberian sturgeon larvae under small scale hatchery production. Aquaculture, 156(1-2): 63-76. DOI:۱۰.۱۰۱۶/S۰۰۴۴-۸۴۸۶(۹۷)۰۰۰۸۶-۰
18. **Hutchinson, T. H., Ankley, G. T., Segner, H., Tyler, C. R.,2006.** Screening and testing for endocrine disruption in fish-biomarkers as "signposts," not "traffic lights," in risk assessment. Environmental health perspectives,114 Suppl 1(Suppl 1):106-14. DOI: ۱۰.۳۳۸۹/fendo.۲۰۲۰.۶۱۹۳۶۱
19. **Khan, M., Khan, S., Miyan, K. J. B., 2011.** medicine. Aquaculture as a food production system: A review. Biology and Medicine, 3(2): 291-302.
20. **Khatun, P., Saha, P., Islam, M. Z., Islam, A., Islam, M. A., Islam, P. 2024.** The reality of the use of growth hormones in fish Rui (*Labeo rohita*), Catla (*Catla catla*), and Monosex Tilapia (*Oreochromis niloticus*) production. Current research in food science, 8(23):100709100709. DOI:. ۱۰.۱۰۱۶/j.crfs.۲۰۲۴.۱۰۰۷۰۹

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

21. **Lal, J., Biswas, P., Singh, S. K., Debbarma, R., Deb, S., Yadav, N. K., 2023.** Effects of dietary aromatase inhibitors on masculinization of rosy barb (*Pethia conchonius*): Evidence from growth, coloration and gonado-physiological changes. PLoS One, 3;18(11):e0287934. DOI: 10.1371/journal.pone.0287934

22. **Liu, S., Chen, Y., Li, T., Qiao, L., Yang, Q., Rong, W., 2023.** Effects of 17α-Methyltestosterone on the Transcriptome and Sex Hormones in the Brain of Gobiocypris rarus. International journal of molecular sciences, 10:24 (4):3571.DOI: 10.3390/ijms24043571

23. **Magurran, A. E., 2005.** Evolutionary ecology: the Trinidadian guppy: Oxford University Press, USA. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780198527855.001.0001

24. **Mart, S., Gross, G., 1996.** Alternative reproductive strategies and tactics, Hormonal control of brood care and social status in a cichlid fish with brood care helpers.Trends in ecolog and evolution, 11(2): 92-98. DOI: ۰۱۶۹-۵۳۴۷/۱۰.۱۰۱۶(۹۶)۸۱۰۵۰-۰

25. **Mousavi-Sabet, H., Langroudi, H. F., RohaniRad, M. J. P. R., 2012.** Sex reversal, mortality rate and growth of guppy (Poecilia reticulata) affected by 17-alpha methyltestosterone. Poeciliid Research, 2(1):1-8.

26. **Pandian, T., Kirankumar, S. J. J. A., 2003.** Recent advances in hormonal induction of sex-reversal in fish, Journal of Applied Aquaculture, 13(3):205-230. DOI:۱۰.۱۳۰۰/J۰۲۸v۱۳n۰۳_۰۲

27. **Pham, T. M., Nguyen, L. N., Tran, M. V., Nguyen, H. N., Nguyen, T.T., Nguyen, T. C. P., 2024.** Evaluating the effects of 17 α-Methyltestosterone and nano chitosan on masculinization rate and growth performance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using the immersion method. The Journal of Agriculture and Development, 23(Special Issue 2):76-84 DOI:10.52997/jad.SI2.07.2024

28. **Sarker, B., Das, B., Chakraborty, S., Hossain, M. A., Alam, M. M. M., Mian, S., 2022.** Optimization of 17α-methyltestosterone dose to produce quality mono-sex Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Heliyon, 8(12):e12252. DOI:۱۰.۱۰۱۶/j.heliyon.۲۰۲۲.e۱۲۲۵۲

29. **Simone, D. A., 1990.** The effects of Synthetic steroid 17-α methyl testosterone on the growth and organ morphology of the channel catfish (*I. punctatus*). Aquaculture, 84: 81-93. DOI:10.1016/0044-8486(90)90302-4

30. **Singh, R., Chauhan, R. S., Singh, T. P. P. 2019.** Comparative efficacy of 17-α methyl testosterone on swordtail (Xiphophorus helleri) fry via oral feed administration. Journal of Entomology and Zoology Studies, 7(2), 505-508.

31. **Soto, E., LaFrentz, B. R., Yun, S., Megarani, D., Henderson, E., Piewbang, C., 2024.** Diagnosis, isolation and description of a novel amnoonvirus recovered from diseased fancy guppies, *Poecilia reticulata*. Journal of fish diseases, 47(6):e13937. DOI:.۱۰.۱۱۱۱ /jfd.۱۳۹۳۷

32. **Torsabo, D., Ishak, S. D., Noordin, N. M., Koh, I. C. C., Abduh, M. Y., Iber, B. T., 2022.** Enhancing Reproductive Performance of Freshwater Finfish Species through Dietary Lipids. Aquaculture nutrition, 28:7138012. DOI: ۷۱۳۸۰۱۲/۲۰۲۲/۱۰.۱۱۵۵

33. **Uusi-Heikkilä, S., 2020.** Implications of size-selective fisheries on sexual selection. Evolutionary applications, 13(6):1487-1500. DOI:۱۰.۱۱۱۱/eva.۱۲۹۸۸

34. **Yanong, R. P. E., Hill, J. E., Crag, C. J. D., Watson, A., 2006.** Efficacy of 17- α. methyltestosterone for expression of male secondary sexual characteristics in the green swordtail (*Xiphophorus hellerii*). North American Journal of Aquaculture, 68(3): 224-229. DOI:10.1577/A05-061.1

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

35. Yostawonkul, J., Kitiyodom, S., Supchukun, K., Thumrongsiri, N., Saengkrit, N., Pinpimai K., 2023. Masculinization of Red Tilapia (*Oreochromis* spp.) Using 17α-Methyltestosterone-Loaded Alkyl Polyglucosides Integrated into Nanostructured Lipid Carriers. Animals : an open access journal from MDPI, 13(8):1364. DOI: ۱۰.۳۳۹۰/ani۱۳۰۸۱۳۶۴

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]