"مقاله پژوهشی"

تثبیت اثر رنگ‌پذیری بر سیچلاید آلانکارا (*Pseudotropheus estherae*) با جیره-غذایی دارای رنگدانه با استفاده از مواد آنابولیک استروئیدی

ایمان کامیار[1]، مهرداد فتح اللهی*[1]، محمد شادخواست[1]

۱.گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهر کرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۷

چکیده

در این مطالعه تأثیر سه دوز مختلف از مواد آنابولیک استروئیدی (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) نسبت به تیمار شاهد (بدون هورمون) در رنگ‌پذیری و تثبیت رنگ القاشده به ماهیان سیچلاید آلانکارا (*Pseudotropheus estherae*) که با افزودنی آستاگزانتین (... میلی‌گرم به کیلوگرم غذا) بررسی گردید. ۱۲۰ قطعه از ماهیان تقریبا هم وزن و طول (گرم ۰/۰۱±۴/۴۳ و میلی‌متر ۰/۰۲±۳۹/۴) به مدت ۸ هفته در ۱۲ آکواریوم ۶۰ لیتری مورد آزمایش قرارگرفتند. با توجه به سنجش فیزیکی رنگ ماهی درخلال و پایان آزمایش، بهترین رنگ ماهی در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم هورمون بر کیلوگرم خوراک به‌دست آمد. افزایش رنگ ماهیان با افزایش دوزهای هورمونی در خوراک افزایش یافت و افزایش آن در تیمار هورمونی ۲۰۰ میلی‌گرم نسبت به گروه‌های دیگر و گروه شاهد معنی‌دار بود ($P<0/05$) و در پایان آزمایش تثبیت رنگ اهمیت ویژه‌ای داشت. نهایتا، در همه گروه‌های آزمایشی، با به کارگیری محرکها تفاوت معنی‌دار در تغییرات رنگ حاصل شد و تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم هورمون به‌طور معنی‌دار بیش از سایر تیمارها تجمع میزان کاروتنوئید را در ماهی القا نمود. پارامتر قرمزی رنگ (a) در دوز شاهد و ۵۰ میلی‌گرم کم‌تر از سایر تیمارها و بیش‌تر به سمت زرد متمایل بود. در دوز ۱۰۰ میلی‌گرم اختلاف معنی‌دار با دو گروه قبل معنی دار نبود، اما رنگ قرمز با بزرگی بیشتری مشاهده شد. در دوز ۲۰۰ میلی‌گرم میزان روشنایی بدن با افزایش قرمزی رنگ بدن ماهیان کاهش یافت.

واژگان کلیدی: مواد آنابولیک، سیچلاید آلانکارا (*Pseudotropheus estherae*)، رنگ‌پذیری، تثبیت

* عهده‌دار مکاتبات (✉). mehrdadfattollahi@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

مقدمه

رنگ در ماهیان زینتی از معیارهای مهم در انتخاب و نیز بازار پسندی آن‌ها است و معمولاً رشد و اندازه آن‌ها معیاری ویژه برای پسند در بازار فروش نیست. هنر هر پرورش‌دهنده که با استفاده از انتخاب مولدین صورت می‌گیرد تنها هنگامی نشان داده خواهد شد که پرورش-دهنده موفق شود تا رنگ مورد نظر بازار را فراهم نماید و در غیر این‌صورت درآمد مورد نیار و توجیه اقتصادی محصول زیاد نخواهد بود (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶).

برای فراهم کردن رنگ در ماهی دو عامل ایجاد رنگ و تثبیت و دوام رنگ بر بدن ماهی شرط اصلی توفیق در کار است. رنگ‌آمیزی ماهیان با استفاده از رنگدانه های طبیعی و یا سنتتیک با تغذیه در اختیار ماهیان قرار می-گیرد (شاهقلیان و فتح اللهی، ۱۳۹۵). معمول‌ترین رنگدانه‌های مصنوعی در ایران برای رنگ دادن به بافت-های مورد نظر پرورش‌دهندگان آستاگزانتین و لوکانتین می‌باشند و برای رنگ‌دهی توسط خوراک به مرغ، تخم مرغ و حتی پرنده نیز انجام می‌گیرد (شاهقلیان و فتح اللهی، ۱۳۹۵؛ جعفری و همکاران، ۱۳۹۶). برای ماهیان زینتی هدف در رنگ‌دهی به اندام‌های ظاهری مانند پوست، بالهها و سرپوش آبشش‌ها است (غیاثوند و شاپوری، ۱۳۸۱). بدیهی است که در مدیریت تغذیه یا پرورش رنگ‌دهی به ماهیان حفظ و تثبیت رنگ به‌وجود آمده در موفقیت اهمیت زیادی دارد.

در این تحقیق با به‌کارگیری هورمون‌های جنسی نر به عنوان جنسیتی با رنگ بیشتر و واکنش دهنده به زادآوری با تغییر رنگ بدن، نسبت به جنسیت ماده در اغلب ماهیان، تثبیت رنگ در ماهیان سیچلاید آلانکارا (*Pseudotropheus estherae*) به آزمایش گذاشته شد. استفاده از آندرول به‌عنوان یک آنالوگ هورمون جنسی نر و متیل تستوسترون یک هورمونی جنسی و مورد استفاده برای تغییر جنسیت در صنعت پرورش آزادماهیان، برای درک تثبیت، دوام، رشد و پارامترهای بافت‌شناسی، صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

محل انجام و طراحی سیستم آزمایشی

تحقیق در آزمایشگاه مجموعا یازده ماه با پرورش یک گله ۲۰۰ عددی از ماهیان سیچلاید آلانکارا (*Pseudotropheus estherae*) شروع شد و ۱۲۰ قطعه از ماهیان تقریبا هم وزن و هم طول (گرم ۰/۰۱± ۴/۴۳) به مدت ۸ هفته بدون در نظر گرفتن جنسیت (با توجه به عدم بلوغ و کم سن بودن ماهیان) با تیمارهای آزمایشی انتخاب و تغذیه شدند. این آزمایش در ۱۲ آکواریوم ۶۰ لیتری با سه تیمار و یک شاهد با سه تکرار انجام شد. اکسیژن، و دما به طور روزانه و pH به‌طور هفتگی کنترل و ثبت و حجم و ارتفاع آب در تمامی آکواریوم‌ها یکسان بود. در هر آکواریوم اکسیژن‌دهی توسط پمپ هوا و در شبانه روز صورت می‌گرفت، تصفیه آب نیز به‌صورت دستی (با سیفون کردن فضولات و مواد زائد ته نشین) و هم به‌صورت مکانیکی (توسط بیوفیلتر و فیلترهای برقی آکواریومی) انجام شد. رژیم نور با توجه به پنجره‌های تعبیه‌شده در سالن با رژیم نوری روز تنظیم گردید. از نور مهتابی در روز جهت بهبود نور سالن و انجام اعمال پرورش استفاده شد.

در این آزمایش تیمارهای سه‌گانه ترکیب دو هورمون متیل تستوسترون و آندرول ۵۰ و میزان برابر رنگ‌دانه آستاگزانتین (۲۰ گرم در کیلوگرم غذا) در همه تیمارها با یک گروه شاهد حاوی میزان برابر رنگدانه با گروه‌های

تیماری در سه تکرار از چهار گروه تیماری در تانک‌های پرورش ماهی با تعداد ۱۰ عدد در هر تکرار از ماهیان موسوم به دو بند انگشت به کار گرفته شد. تیمارهای آزمایشی به شرح تیمار اول، میزان ۵۰ میلی‌گرم آندرول و ۱۰۰میلی‌گرم تستوسترون؛ تیمار دوم، ۱۰۰ میلی‌گرم آندرول و ۱۰۰ میلی‌گرم تستوسترون؛ تیمار سوم، ۲۰۰ میلی گرم آندرول و ۱۰۰ میلی‌گرم تستوسترون در هرکیلوگرم غذا؛ تیمار شاهد، بدون استفاده از هیچ‌گونه مواد آنابولیک در نظر گرفته شدند و به منظور ثابت و برخوردار بودن نسبت یکسان تیمارها از مواد افزودنی تا پایان آزمایش غذادهی، با درصد وزنی ۲ درصد به ماهیان غذادهی آغاز با درصد افزایشی ثابت غذادهی شدند. میزان اشتها با توجه به رفتار ماهیان نتیجه گیری شد.

شاخص‌های رنگ‌سنجی

برای محاسبه میزان رنگ موجود در بافت از روش اسپکتوفتومتری یا سنجش غلظت کارتنوئید کل و نیز روش تفنگ رنگ‌سنج استفاده شد (ابراهیمی و همکاران ،۱۳۹۶). اندازه‌گیری کاروتنوئید عضله ماهی، پوست، باله‌های دمی و پشتی ماهی، طبق روش Torrissen و Naevdal (1984) انجام شد. به منظور سنجش کاراتنوئید بعد از یک ماه غذادهی در هفته چهارم ، هشتم و چهار هفته بعد از غذادهی با تیمارها (هفته ۱۲ ام) سه ماهی از هر تانک پرورش (۹ ماهی از هر تیمار)، به‌طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه عضله از بخش پشتی بدن ماهی در هر دو طرف، نمونه پوست از هر دو طرف بدن ماهی بین ناحیه شکمی و پشتی، باله‌های پشتی و دمی نیز به‌طور کامل برداشته شدند. میزان غلظت ۵۰ میلی‌گرم نمونه پوست و گوشت، و باله‌های پشتی و دمی بعد از عملیات خالص‌سازی نمونه‌ها با استون و ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه در طول موج ۴۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری و میزان کل کاروتنوئیدها از فرمول محاسبه شدند (Torrissen and Naevdal, 1984 ؛ شاهقلیان و فتح اللهی ۱۳۹۵). در محاسبه:

(وزن نمونه× ۲۵۹۲)/(حجم استون (ml)× $۱۰^{۶}$ ×عدد جذب)=کاراتنوئید کل (میلی‌گرم/میکروگرم)؛

و ظریب جذب استون ۲۵۹۲ محسوب گردید. رنگ‌سنجی ظاهر ماهیان توسط دستگاه Color Meter مدل ES135 از سه قسمت خلفی، میانی و قدامی از لاشه ماهی صیدشده و نیز همه ماهیان داخل اکواریوم ها بر اساس پارامترهای L*a*b صورت پذیرفت.

زیست سنجی و بررسی شاخص‌های رشد

در پایان غذادهی آزمایشی تمام ماهیان تیمارها صید شد و شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWG) نرخ رشد ویژه (SGR ((%/day) = [(LnWt$_2$ – LnWt$_1$)/ t$_2$ –t$_1$] × 100 درصد بازماندگی (SVR= (N$_t$/N$_0$) ×100) و نرخ رشد روزانه (DGR= Wt$_2$ – Wt$_1$/ t$_2$- t$_1$) محاسبه شدند، که در آن گرم وزن اولیه ماهی = Wt$_1$، گرم وزن نهایی ماهی= Wt$_2$، طول دوره آزمایش (روز)= t$_2$- t$_1$ ، تعداد ماهیان در ابتدای دوره آزمایش = N$_0$، تعداد ماهیان در انتهای دوره آزمایش = N1 بوده است.

بافت‌شناسی کبد و بررسی آسیب‌های کبدی

به‌منظور بررسی آسیب‌های کبدی اقدام به نمونه‌برداری از کبد ۳ ماهی صیدشده به‌تصادف از هر مخزن در پایان آزمایش شد. برش از مقطع کبدها تهیه و با روش هماتوکسین ائوزین رنگ‌آمیزی گردید. لام‌ها با

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

میکروسکوپ Optika B380 مشاهده و نتایج آن ارزیابی شد.

داده‌ها آماری تحلیل و تجزیه

برای تجزیه آماری از روش آنالیز واریانس دوطرفه (ANOVA) استفاده شد.. مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه دانکن و در سطح ۹۵ درصد انجام شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نسخه ۲۲ نرم‌افزار آماری SPSS اجرا شد.

نتایج

شاخص‌های رشد

تمام جیره‌های آزمایشی به‌خوبی مورد تغذیه ماهیان قرار گرفتند و در هر وعده غذایی تقریباً تمامی جیره داده شده به مصرف ماهیان رسید شد و ضایعات غذایی اندک بود. رفتارهایی مبنی بر عدم پذیرش غذای دستی به ماهیان مشاهده نشد. تلفات کل دوره از ماهیان نیز صفر بوده است.

جدول ۱ : میانگین مقادیر پارامترهای رشد برای تیمارهای مختلف ± خطای استاندارد (وزن، گرم)

تیمار	وزن اولیه فردی	وزن نهایی فردی	وزن کل دسته	کل غذای مصرفی دوره	غذای روزانه	افزایش وزن فردی	FCR ضریب غذایی	SGR%	SVR
شاهد	۴/۴±۰/۱	۱۲/۰±۰/۳^{ab}	۱۲۰/۴±۳^{ab}	۲۵۰±۰	۴/۵±۰	۷/۷±۰/۳	۲/۱±۰/۰۳^{a}	۱/۸۰±۰/۰۶^{ab}	۱۰۰±۰
۱	۴/۴±۰	۱۱/۱±۰/۱^{b}	۱۱۰/۴±۱^{b}	۲۵۰±۰	۴/۵±۰	۶/۶±۰/۱	۲/۳±۰/۰۳^{b}	۱/۶۷±۰/۰۳^{b}	۱۰۰±۰
۲	۴/۴±۰	۱۲/۴±۰/۵^{a}	۱۲۴/۳±۴/۸^{a}	۲۵۰±۰	۴/۵±۰	۸±۰/۵	۲/۰±۰/۰۷^{a}	۱/۸۷±۰/۰۷^{a}	۱۰۰±۰
۳	۴/۵±۰	۱۲/۵±۰/۳^{a}	۱۲۴/۸±۳/۲^{a}	۲۵۰±۰	۴/۵±۰	۸±۰/۳	۲/۰±۰/۰۶^{a}	۱/۸۳±۰/۰۳^{ab}	۱۰۰±۰
	ns	*	*	ns	ns	*	*	*	ns

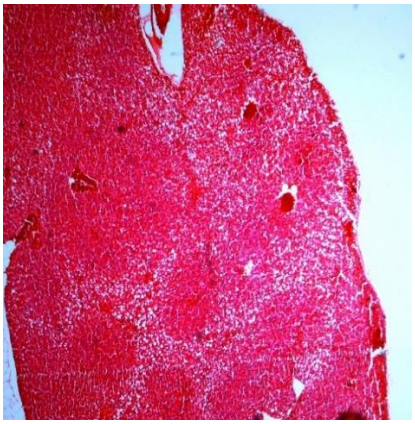
نتایج آزمایش بیان‌گر اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های رشد گروه تیماری ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مواد محرک جنسی مبتنی بر کاهش و تاثیر عکس تیمار بر رشد گروه بوده است.

بررسی ضایعات کبدی احتمالی

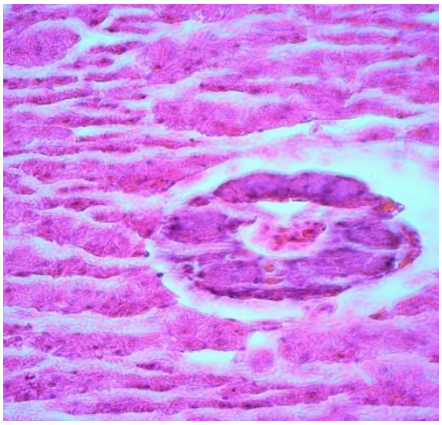
در نمونه مشاهده شده در شکل‌های ۱ تا ۳ حالت واکوئل دجنریشن در تیمارهای ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خوراک ماهی در سلولهای کبدی به‌خوبی قابل تشخیص است، در این نوع تغییرات داخل سلول‌ها موادی داخل سیتوپلاسم سلول‌های کبدی تجمع حاصل می کنند و منظره متخلخل در بافت کبد ایجاد می گردد.

در این نمونه سلول‌های اپوپتوز که هسته خود را از دست داده‌اند به‌خوبی دیده می‌شوند. کانون بزرگ قرمز ماکرو ملانوستر است (شکل ۱).

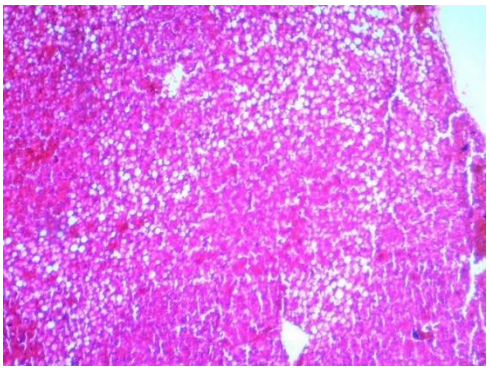
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]



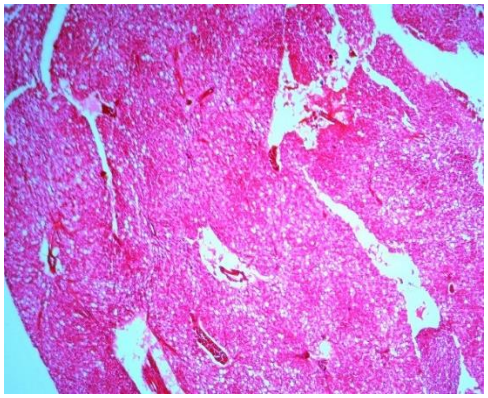
شکل ۱. کبد در ماهیان تغذیه شده با تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم محرک جنسی در کیلوگرم جیره (X=10)



شکل ۳. کبد در ماهیان تغذیه شده با تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم محرک جنسی در کیلوگرم جیره (نقاط سفید، نقاط سایتوزوئیدهای دیواره کبد است) (X=40)



شکل۲. کبد در ماهیان تغذیه شده با تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم محرک جنسی در کیلوگرم جیره (X=40)



شکل ۴. کبد در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بدون محرک جنسی در جیره (X=10)

جدول ۲: مشاهده‌های حاصل ازآسیب بافتی در کبد نمونه شاهد و تیمارهای آزمایشی

عارضه کبدی / تیمار	آپتوز سلولی	سلول‌های نکروتیک	هسته دوگانه	سلول‌های بزرگ	دژنره شدن وزیکولی
شاهد	+	–	–	–	+
محرک‌های جنسی	+	+	+	+	+

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

در تعداد کمی از لامهای نمونه‌های شاهد نسبت به تیمارهای با محرک‌های جنسی، میزان محدودی ضایعات سلولی کبدی مشاهده می شود (شکل ۴) که نشان از حالت واکوئل دجنریشن و حالت اپوپتوز در داخل بافت دارد؛ در این حالت سیتوپلاسم صورتی رنگ است و هسته را از دست داده‌اند. حفره‌های سفید، سیاهرگ‌های مرکزی یا سنترال وین هستند. این ضایعه می تواند بر اثر هایپرفاژی دسته باشد و تراکم کم ضایعه مشکلی جدی برای ماهی نیست.

شاخص‌های رنگی شدن

سنجش رنگ با استفاده از دستگاه کالرمتر

در جدول ۳ میزان سه پارامتر L، a و b به ترتیب نشان‌دهنده میزان درخشش بدن ماهی L، تغییر رنگ ماهی از سبز به قرمز (a)، یعنی هر چه عدد بزرگ‌تر باشد قرمزتر و کوچک‌تر رنگ سبزتر؛ و میزان تغییر از آبی به رنگ زرد (b)، یعنی مقادیر منفی آبی و کبودتر و مقادیر مثبت، رنگ زردتر، خواهد بود. تاثیر معنی‌دار و محسوس تیمارهای آستاگزانتین در آنالیزواریانس مقادیر سنجش شده مشخص شده است که در آن مقادیر L به‌صورت غیرمعنی‌دار و دو پارامتر a و b به‌صورت معنی‌دار در اثر به‌کارگیری تیمارها تغییرکرده‌اند. در بررسی اختلاف میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی برای پارامتر نشان‌دهنده رنگ قرمز(a) نتایج نشان می‌دهد که میزان تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم از سایر مقادیر تیماری رنگ قرمز بیش‌تری را بروز داده است و همچنین ترتیب به ازای میزان فزاینده محرک رنگدانه، میزان بیشتر قرمزی در گروهها بروز کرده است. پارامتر نشان‌دهنده رنگ آبی به زرد (b) نشان می‌دهد که اختلاف تیمارهای ۲۰۰ با تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ و شاهد معنی‌دار و نشان از تمایل معنی‌دار تیمار ۲۰۰ به زرد در نقطه سنجش از بدن دارد (جدول ۳).

سنجش کاروتنوئیدها

در آنالیز واریانس تغییرات میانگین میزان رنگ تجمع یافته در هر عضو به طور جداگانه در ۴ هفته غذادهی، نشان داد که اختلاف میان میانگین تیمارها از نظر غلظت کارتنوئید اندازه گیری شده دربافت پوست، باله دمی، باله پشتی ماهیان در ازای جیره معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) و این نقاط منطقه مناسبی برای آنالیز رنگ ماهی سیچلاید در ازای غذادهی در این آزمایش هستند و این اعضا می‌توانند عضوی قابل اعتنا برای توجه به تجمع رنگ در ازای تغییر میزان تیمارها باشند. اما از سوی دیگر آنالیز رنگ گوشت و فیله ماهیان هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری میان تیمارها نشان نداد ($P>۰/۰۵$) و فیله منطقه مناسبی برای سنجش رنگ در ازای غذادهی و تغییرات تجمع رنگ در ازای تغییر میزان تیمار نیست.

با این محاسبه بدون استناد به نتایج رنگ گوشت که در این بافت تیمارها هیچ تغییر معنی‌داری را نشان ندادند ($P>۰/۰۵$)، به منظور بررسی اثر تیمارها به نتایج غلظت تجمعی کاروتنوئید اندازه‌گیری شده در باله پشتی، باله دمی و پوست هر ماهی به عنوان نشان دهنده رنگ هر ماهی استناد شد. در سنجش اول بعد از ۴ هفته اختلاف میان تیمارها بر رنگ ماهی و غلظت بعد از ۴ هفته غذا دهی آن معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$) ولی روند صعودی میانگینهای تجمع کارتنوئید به ازای افزایش میزان محرکهای تیمار مشاهده می‌شود. با این شواهد روند افزایش رنگ گیری می تواند با ادامه غذادهی به اختلاف میان تیمارها در زمان بیشتر از ۴ هفته منجر گردد. پس از ۸ هفته از شروع غذادهی ماهی‌ها، اختلاف میانگین

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

سنجش شده از غلظت کارتنوئیدها درتیمارهای آزمایشی از نظر رنگ‌پذیری در اندام‌ها معنی‌دار شد (P<۰/۰۵) و بیش‌ترین رنگ‌پذیری ماهیان در تیمار آزمایشی ۲۰۰ اتفاق افتاده و تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ و شاهد اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴) نتایج نشان می‌دهد که در اثر افزایش میزان محرک به جیره، به‌طورکلی افزایش میزان رنگ در ماهیهایی که بیشترین محرک ها را دریافت داشته اند اتفاق افتاده است.

بعد از گذشت ۱۲ هفته از غذا دهی با جیره حاوی مواد محرک استروئیدی و جیره معمولی (۸ هفته عذادهی با تیمارها و ادامه با جیره معمولی) بدون رنگ‌دانه نتایج نشان داد که میزان رنگ بدن ماهیان در ازای میزان محرک افزوده شده بیشتر به غذا رنگ حفظ بهتر و رنگ بدن آنها بهتر تثبیت شده است.

البته میزان میانگین تجمع کارتنوئید در ماهیان نسبت به سنجش قبلی کم‌تر شده که به دلیل اضافه نشدن رنگ‌دانه به غذا بعد از ۸ هفته غذادهی با رنگدانه و محرکهای تیماری بوده است. میزان تثبیت رنگ در تیمارهای مختلف با افزایش میزان غلظت محرکها در تیمارها بعد از ۱۲ هفته غذادهی مشاهده می‌شود (جدول۴). اختلاف تیمار ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم غذا با سایر تیمارها معنی دار و میزان تجمع کارتنوئیدها در بافتهای رنگی ماهی با افزایش میزان محرکهای تیمارها فزاینده بوده است.

جدول ۳: میانگین پارامترهای L، a و b اندازه‌گیری شده در تیمارهای آزمایشی ± خطای استاندارد

پارامتر / تیمار	L	a	b
شاهد	۴۹/۲۴ ± ۴/۲۸	۳/۲۷ ± ۰/۹۱^{b}	−۱۴/۶۰ ± ۱/۵۴^{b}
۱	۵۰/۱۰ ± ۳/۰۶	۶/۴۷ ± ۱/۹۸^{b}	−۵/۷۵ ± ۲/۷۹^{b}
۲	۵۶/۵۸ ± ۲/۱۵	۷/۲۷ ± ۲/۶۴ ^{b}	−۷/۴۶ ± ۱/۹۸^{b}
۳	۴۵/۲۷ ± ۶۸/۲	۲۰/۱۷ ± ۳/۲۱ ^{a}	۵/۹۰ ± ۵/۰۴^{a}
sig.	^{ns}۰/۰۷۵	*۰/۰۰۰	*۰/۰۰۱

جدول ۴: میزان غلظت کارتنوئیدهای بافتهای رنگی ماهی در طول دوره آزمایش

تیمار	غلظت کارتنوئید در ماهی (میلی‌گرم به کیلوگرم)		
	۱۲ هفته	۸ هفته	۴ هفته
شاهد	۱۶/۶ ^{b}	۲۲/۱ ^{b}	۷/۶^{a}
۱	۲۴/۰ ^{b}	۲۶/۳^{b}	۱۰/۹^{a}
۲	۳۹/۱ ^{b}	۴۵/۴ ^{ab}	۱۷/۲^{a}
۳	۶۳/۷ ^{a}	۶۵/۶ ^{a}	۱۶/۵^{a}

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

بحث

رنگ پوست ماهی در گونه های مختلف به وجود کروماتوفورها (ملانوفورها، زانتوفورها، اریتروفورها، ایریدوفورها، لوکوفورها و سیانوفورها) وابسته است که حاوی رنگدانه‌هایی مانند ملانین، کاروتنوئیدها (به عنوان مثال آستاگزانتین، کانتاکسانتین، لوتئین، زاکسانتین)، پتریدین‌ها و پورین‌ها است (Withers, 1992؛ Seikai *et al.*, 1987؛ Goodwin 1951). بیشتر آن‌ها در لایه درمیس و به ندرت در لایه اپی‌درمیس یافت می‌شوند (Gupta *et al.*, 2007). کاروتنوئیدها رنگدانه‌های محلول در چربی هستند. به دلیل این‌که بیشتر ماهیان قادر به سنتز کاروتنوئیدها نیستند، ضروری است که به جیره غذایی آبزیان اضافه شوند (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷؛ Hata and Hata, 1973). تغییر رنگ پوست در طول زمان به سطح کاروتنوئید رژیم غذایی بستگی دارد و بین گونه‌ها متفاوت است (Duncan and Lovell, 1993; Ho, 2014). بررسی تاثیر رژیم تغذیه‌ای کاروتنوئیدی بر میزان رنگی شدن یک گونه دیگر از ماهی سیچلاید با نام طاووسی (*Aulonocara baenschi*) توسط بوژمهرانی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که با افزایش غلظت رنگ‌دانه‌ها در جیره‌غذایی میزان کاروتنوئید کل در پوست ماهی و رنگی‌شدن به‌مدت ۸ هفته روزانه دو نوبت به‌میزان ۲ درصد وزن بدن غذادهی افزایش می‌یابد که نشان دهنده رویداد رنگ‌پذیری و محتمل مانند سایر گزارش‌های محققین برای ماهیان سیچلاید آلانکارا تغذیه‌شده با افزودنی آستاگزانتین در این آزمایش بود. فرض تثبیت رنگ القاشده به علت وجود مؤثرترین استروئیدهای آنابولیک (Turan *et al.*, 2003) برای ماهی در این مطالعه صورت پذیرفت. رژیم غذایی حاوی 17 β–استرادیول استرادیول رشد، تغییر جنسیت و برخی فراسنجه‌های خون‌شناسی در ماهی گورامی سه خال (*Trichogaster trichopterus*) را تحت تاثیر قرار داده ولی بر شاخص‌های ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، رشد روزانه و اختلاف وزن اثر معنی‌داری نداشته است (ایمان پور و همکاران ۱۳۹۵). در تحقیق ذکر شده با افزایش میزان هورمون، ماده‌زایی روندی افزایشی داشت که در آزمایش جاری حتی نشانه های مربوط به رسیدگی جنسی بهتر و سریعتر ماهیان سیچلاید آلانکارا دیده نشد. Larsson و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که ۸ روز بعد از آزمایش با تیمار 17α-MT، باله دمی گوپی‌ها بیشار به سمت قرمز متمایل شده و ۱۷ روز پس از شروع آزمایش، تفاوت‌های معنی‌داری را نسبت به گروه کنترل مشاهده کردند که در آزمایش جاری نیز نقش زمان و دوره بیشتر غذادهی برای بروز تفاوت معنی دار در بین رنگ گروههای تیماری و نیز ترتیب شدت رنگ انها مشخص شده است که البته برای در نظر داشتن سلامت دسته، از بافتهای کبدی نیز لامهای لازم تهیه و سلامت آنها در ازای غذادهی طولانی تر مورد بررسی قرار گرفت. علاوه‌بر این، Keskin (۲۰۰۵) نیز از آغاز تشکیل رنگ‌گوپی‌ها از هفته سوم آزمایش با هورمون 17α-MT گزارش داد. بررسی تأثیر هورمون 17α-MT بر رنگ و میزان رنگ‌پذیری ماهی *Scatophagus argus* توسط Shahidian (۲۰۱۴) نشان داد یک ارتباط قوی بین شرایط فیزیولوژیک ماهی با رنگ پوست و خصوصیات ثانویه جنسی وجود دارد و در دوز ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در کیلوگرم تفاوت معنی‌دار و حداکثر میزان رنگ در این ماهی بروز می کند. Karsli و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر استفاده از هورمون 17α-MT ، 17 β–استرادیول را برای

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

رشد، بقا، تغییر جنسیت و پرنگ‌آمیزی سیچلاید الکتریکی زرد (*Labidochromis caeruleus*) گزارش کردند. در آزمایش، وزن بالاتر در گروه تیماری 17α-MT مشاهده شد در حالی که در آزمایش جاری نگارندگان با وجود تمایل بیشتر رفتاری ماهیان سیچیلایدآلانکارا با دوز بیشتر محرکهای استروئیدی به غذا گیری (رفتار غذایی)، رشد گروه کمتر شد که می-تواند به علت متابولیسم شدیدتر گروه با دوز بالاتر محرک باشد. درآزمایش فعلی نشانه های بلوغ و رشد گنادها با توجه به نمونه برداری در گروهها مشاهده نشد و نمی‌توان در خصوص تاثیر این تیمارها بر گنادهای سیچیلاید آلانکارا قضاوت نمود. در گزارش Karsli و همکاران (۲۰۱۶) میزان تغییر جنسیت و ماده‌زایی درگروه هورمونی 17β-ES مشاهده و در گروه هورمونی 17α-MT، تمام ماهیان نر شدند. در ارزیابی رنگ فیزیکی مشخص شد که بهترین رنگ در گروه های 17α-MT بدست آمده است که نشان می دهد هورمون جنس نر رنگ بهتری را در گروهها القا می کند.

برای نشان دادن میزان تغییرات رنگ در بدن ماهی در تحقیق جاری از روش سنجش تفنگ رنگ و نیز سنجش غلظت کارتنوئید کل استفاده شد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶؛ شاهقلیان و فتح اللهی، ۱۳۹۵). با توجه به سنجش فیزیکی رنگ و نیز غلظت رنگدانه در بافتهای نشان دهنده جلوه رنگی ماهی، در طول دوره و پایان آزمایش بهترین رنگ‌پذیری در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم هورمون بر کیلوگرم خوراک بروز نمود و نیز ترتیب فزاینده شدن غلظت رنگدانه در ازای افزایش دوز تیمارها تحقیق جاری نشان داد که افزایش رنگ و به ویژه تثبیت رنگ در بدن ماهی بعد از ۴ هفته (سنجش سوم) بعد از غذادهی آزمایشی تحت تاثیر هورمونهای آنابولیک یک راه حل مناسب برای عرضه مناسب اقتصادی ماهیان و مشتری پسند بودن آنهاست. از سویی ادامه بیشتر غذادهی و نیز به کار گیری دوز بیشتر و هرچه بالاتر فارغ از هزینه اقتصادی رنگدانه و هورمون تراپی، با توجه به بروز نشانه های آسیب های کبدی در این آزمایش باید دارای ملاحضاتی برای کار با ماهیان زینتی مذکور باشد.

در این آزمایش روند سنجش جلوه های رنگ در گروههای با تفنگ رنگ خوان نشان دهنده بروز رنگ قرمز بیشتر در نقاط سنجش شده بود و فاکتورهای L* a* b تفاوت تیمارها را نشان دادند. این تغییرات ناشی از تغییر در رنگ‌دانه‌های ملانین، دروزوپترین و کاروتنوئیدی و جلوه‌های بازتابش آن در تفنگ رنگ سنج بوده و تعیین عوامل قطعی آن نیازمند اندازه‌گیری تغییرات رنگ‌دانه‌های پوستی است (Shahidian *et al.* 2014). برای تکمیل درک فرآیند رنگ پذیری توجه به غلظت کارتنوئیدها در بدن ماهی مورد نظر قرار گرفت و مناطق دم (باله دمی)، باله پشتی، پوست (پشت سرپوش آبششی و بالای خط جانبی) و نیز بافت فیله به عنوان مناطق بروز دهنده رنگ ماهی پیش بینی‌شدند. آنالیز آماری تفاوت رنگ (غلظت کارتنوئید کل) در دو سنجش بعد از ۴ و ۸ هفته غذادهی در هر یک از بخش های مورد نظر در اثر تیمارهای اعمال شده نشان داد که فیله یا گوشت ماهی تغییرات معنی داری در ازای تیمارها ندارد و در نتیجه بافتهای اشاره شده دیگر بجر فیله به عنوان نمایندگان نشان دهنده رنگ ماهی مورد آنالیز آماری قرار گرفتند. بعد از ۴ هفته غذادهی میانگین غلظت تجمعی کارتنوئیدها در هر سه بافت با هم تفاوت معنی داری نشان نداد ولی میزان غلظت در بافتها به ازای افزایش میزان غلظت محرک ها در خوراک ماهی افزایش یافت. این روند بازگوگر احتمالی و پیش بینی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

کننده بروز اختلاف معنی دار در آتی بر اثر تغذیه بیشتر می توانست باشد که در نتایج تحقیق Larsson و همکاران (۲۰۰۲) به آن اشاره شده است.

عدم وجود اختلاف بین تیمارها با شاهد در هفته های ابتدایی آزمایش می تواند مرتبط با نیاز ماهی در محورهای مختلف و عدم فرآیند هورمون القایی در محور رنگ زایی باشد. پس از گذشت ۸ هفته از شروع غذادهی، در سنجش دوم تغییرات رنگ در ماهی به‌صورت واضح‌تر ظاهر شد و اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بین تیمارهای آزمایشی بروز نمود (جدول ۴). بعد از گذشت ۴ هفته از اتمام غذادهی با جیره حاوی محرک‌ها و تغذیه با غذای معمولی بدون رنگدانه (هفته ۱۲) بزرگی غلظت کارتنوئید کل در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم هورمون به‌طور معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها بیشتر و تثبیت بهتر میزان کاروتنوئید در ماهیان گروه مشاهده شد (جدول ۴) که نتیجه مورد نظر تحقیق جاری را نشان می دهد.

تأثیر منابع کارتنوئید از دیدگاه ایجاد رنگ مختص هرگونه می‌باشد، به‌علاوه همه گونه‌های ماهیان روش مشابه سوخت‌وساز رنگدانه‌ای نداشته و بنابراین نمی‌توان یک روش انتقال کلی و سراسری برای کاروتنوئیدها در بافت ماهیان در نظر گرفت. در مطالعاتی که توسط محققین روی اثرات رنگ‌دانه‌ها بر روی رنگ پوست و شاخص‌های رشد ماهی صورت گرفته، ثابت شده که این مواد باعث افزایش رشد و رنگ در ماهیان می‌شوند. لذا این تغییرات ممکن است باعث بروز رفتارهای ثانویه نیز بشود. این رفتارها شامل پرخاشگری، افزایش یا کاهش اشتها در ماهیان و ... می‌شود. مشاهدات انجام‌شده در این آزمایش نشان داد که اشتهای ماهیان نسبت به غذا افزایش یافته و میل زیادی به خوردن جیره تولید شده هدف دارند، همچنین پرخاشگری در ماهیان تا اواسط دوره دیده نشد، اما در اواخر دوره تعداد کمی از ماهیان پرخاشگر شدند، که این امر می‌تواند دال بر رسیدن ماهیان به بلوغ جنسی باشد که همراه با افزایش رشد و رشد گنادها بوده است. هرچند که پرخاشگری در این خانواده از ماهیان در طبیعت آنها برای قلمرو طلبی و تولید مثل می‌باشد، اما در مواردی با تغییر شرایط محیطی دست به تغییر رفتار با یکدیگر می‌زنند.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم از زحمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری‌نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. ابراهیمی، ع.، علی‌نژاد، ا.، متین‌خواه، س.ح.، ۱۳۹۶. ارزیابی سطوح مختلف رنگ‌دانه آستاگزانتین بر رنگ پوست و بافت لاشه طوطی‌ماهی (*Cichlasoma synspilum* ♀ × *Cichlasoma citrinellum* ♂) را با استفاده از تکنیک‌های RGB و Lab. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶،(۶)، ۲۵-۳۳.

۲. ایمان‌پور، م.ر. ، عرب صباحی، ا.، بحرکاظمی، م.، مختاری، م.، ۱۳۹۵. اثرات رژیم غذایی حاوی ۱۷- بتا استرادیول روی رشد، تغییر جنسیت و برخی فراسنجه‌های خون‌شناسی در ماهی گورامی سه خال (*Trichogaster trichopterus*). محیط زیست جانوری، ۸(۳)، ۲۳۷-۲۴۴.

۳. بوژمهرانی، ف.، جعفری، و.، ایمان‌پور، م.ر.، ۱۳۹۶. تأثیر رژیم تغذیه‌ای کاروتنوئیدی بر میزان رنگی شدن ماهی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]

سیچلاید طاووسی (*Aulonocara baenschi*). محیط زیست جانوری، ۹(۲)، ۳۳-۵۵.

۴. جعفری، ز.، فتح اللهی، م.، رحیمی، ر.، ۱۳۹۶. اثر افزودن عصاره پوست پیاز قرمز، چغندر قرمز و کلم قرمز در جیره بر رنگ پوست ماهی زینتی پرت. ماهی شناسی کاربردی، ۵ (۲)، ۱۱۷ – ۱۳۴.

۵. حسین‌زاده صحافی، ه.، ضرغام، د.، باشتی، ط. ،۱۳۹۷. مروری بر القای هورمونی و تک‌جنس سازی ماهیان زینتی در ایران. آبزیان زینتی، ۵(۴)، ۴۵-۵۲.

۶. شاهقلیان، ط.، فتح اللهی، م.، ۱۳۹۴. کاربرد کرم‌های خاکی پرورش یافته با غذاهای گیاهی غنی از رنگ دانه طبیعی در جیره غذایی به منظور افزایش رنگ ماهی زینتی پرت (*Amphilophus citrinellus* x *Paraneetroplus melanurus*). مجله پژوهشهای جانوری، (۶)۳، ۳۳ – ۴۴.

۷. غیاثوند، ز.، شاپوری، م. ، ۱۳۸۱. تأثیر رنگدانه‌های طبیعی و مصنوعی و مقایسه اثر آن‌ها بر ماهی اسکار سفید(*Astronotu ocellatus sp*). مجله زیست‌شناسی دریا (بیولوژی دریا)، ۱ (۱)، ۸۵-۷۸.

8. Duncan, P.L., Lovell, R.T., 1993. Natural and synthetic carotenoids enhance pigmentation of ornamental fish. Highlights of agricultural research, Alabama Agricultural Experiment Station, 40, 8.
9. Goodwin. T.W., 1951. Carotenoids in fish. In: The biochemistry of fish. Biochemical Society Symposia, USA.
10. Gupta S.K., Jha, A.K., Pal, A.K., Venkateshwarlu, G., 2007. Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes. Nat. Prod. Rad, 6 (1), 46e49.
11. Hata, M., Hata, M., 1973. Studies on astaxanthin formation is some freshwater fishes. Tohoku. Journal of Agricultural Research, 24(4), 192-196.
12. Ho, A.L.F.C., Zong, S., Lin, J., 2014. Skin color retention after dietary carotenoid deprivation and dominance mediated skin coloration in clown anemonefish, Amphiprion ocellaris. AACL Bioflux, 7(2), 103- 115.
13. Karsli, Z., Aral, O., Yeşilayer, N., 2016: The effects of different proportions of the 17β-estradiol and 17α-methyltestosterone on growth, sex reversal and skin colouration of the electric blue hap (Sciaenochromis ahli Trewavas,, 1935. Aquaculture Research, 47, 640-648.
14. Karsli, Z., Şahin, D., Öz, M., Aral, O., 2018. The effect of hormone usage on development, sex inversion and pigmentation of electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus Fryer*, 1956). Ecology and aenvironmental Reserch, 16(6), 8093-8103.
15. Keskin, E.Y., 2005. The Effect of Hormone Usage on Coloration and Reproduction of Guppy (Poecilia reticulata Peters, 1860) fish. PhD thesis. – Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey (In Turkish).
16. Larsson, D.G.J., Kinnberg, K., Sturve, J., Stephensen, E., Skön, M., Förlin L., 2002. Studies of masculinization, detoxification and oxidative stres responses in guppies (Poecilia reticulata) exposed to effluent from a pulp mill. – Ecotoxicology and Environmental Safety, 52, 13-20.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.7.2]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.65]