CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

تأثیر مکمل‌های ویتامینی و معدنی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب جنسی ماهی پلاتی (*Xiphophorus maculatus*)

مهدی عادلی[۱]، محمد سوداگر[۱]، سیامک یوسفی سیاهکلرودی[۲]، محمد مازندرانی[۱]، علی حاجی‌بگلو[۱]

Sudagar_m@gau.ac.ir

۱- گروه تکثیر و پروش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۴

چکیده

در پژوهش حاضر، اثر سطوح مختلف مکمل‌های ویتامینی و معدنی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب جنسی ماهی پلاتی (*Xiphophorus maculatus*) بررسی شد. بدین منظور، تعداد ۶۰۰ قطعه بچه‌ماهی یک‌ماهه پلاتی تهیه‌شده از یک کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی، به مدت ۲۰ هفته و روزانه در چهار نوبت تغذیه شدند. آزمایش شامل ۱۰ تیمار بود: یک تیمار شاهد بدون مکمل‌یاری، سه تیمار حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد مکمل ویتامینی، سه تیمار حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد مکمل معدنی و سه تیمار حاوی ترکیب مکمل‌های ویتامینی و معدنی، هر یک به میزان ۱، ۲ و ۳ درصد. برای ارزیابی شاخص‌های رشد، زیست‌سنجی ماهیان هر دو هفته یک‌بار انجام شد. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی از نظر شاخص‌های رشد، از جمله وزن نهایی بدن (FW)، افزایش وزن بدن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذایی (FCR)، تفاوت‌های معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند. تیمار حاوی ۳ درصد مکمل ویتامینی و ۳ درصد مکمل معدنی، بیشترین افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه و کمترین ضریب تبدیل غذایی را نشان داد. همچنین در این تیمار، نسبت جنسی، میزان بازماندگی، زمان وقوع نخستین زایمان و هم‌زمانی زایمان‌ها در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. با افزایش سطح مکمل‌یاری ترکیبی، سهم ماهیان نر کاهش و سهم ماهیان ماده افزایش یافت. در مجموع، نتایج نشان داد که مکمل‌یاری هم‌زمان با ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌ویژه در بالاترین سطح آزمایش‌شده، می‌تواند بر عملکرد رشد، بازماندگی و ترکیب جنسی ماهی پلاتی تأثیر بگذارد ($p<0/05$).

کلمات کلیدی: ماهی پلاتی؛ مکمل ویتامینی؛ مکمل معدنی؛ شاخص‌های رشد؛ بازماندگی؛ نسبت جنسی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

مقدمه

ماهیان زینتی، یکی از صنایع مهم از بخش‌های صنعت آبزی‌پروری هستند که در مقایسه با سایر آبزیان، از اعتبار تجارت‌های بین‌المللی برخوردار است و در بسیاری از کشورهای جهان، از جمله فعالیت های مهم محسوب می شود. تولید ماهیان زینتی به عنوان یک پشتیبان صادراتی برای کشورهای درحال توسعه است (Sampaio *et al*., 2015). یکی از اساسی ترین مسائل صنعت آبزی پروری، مبحث کیفیت آبزیان زینتی است. با توجه به این‌که در سال‌های گذشته تکثیر و پرورش ماهیان آکواریومی در ایران در حال رشد و توسعه بوده است، یافتن راهکارهایی که سبب کاهش مدت زمان رسیدگی جنسی و بهبود تولید با افزایش بازماندگی لاروها کمک کند، در این زمینه می‌تواند ارزشمند و موثر باشد. یکی از این راهکارها استفاده از برخی مواد مکمل غذایی (ویتامین‌ها و مواد معدنی)، در جیره غذایی ماهیان مولد باشد که سبب تسریع در رسیدگی جنسی می‌گردد (Samanta *et al*., 2024). علاوه‌براین، میزان غذا، اندازه غذا، رنگ غذا و کیفیت غذا می‌تواند سبب موفقیت یک پرورش‌دهنده به‌ویژه پرورش دهندگان ماهیان زینتی گردد (سوداگر و همکاران، ۱۳۹۷). در حال حاضر، صنعت جهانی تولید خوراک آبزیان توسعه چشمگیری یافته و تنوع گسترده‌ای از خوراک‌های تخصصی‌نشده در دسترس است. موضوعات جدیدی که در سیستم‌های غذا و غذادهی مطرح شده است، حاصل بازنگری مداوم راهبردهای تغذیه‌ای پرورش‌دهندگان ماهی است که انتخاب آن باید متناسب نوع خوراک و روش‌های غذادهی صورت گیرد. بسیاری از جیره‌های غذایی مصنوعی مورد استفاده در آبزیان به علت مشکلاتی که در کیفیت اولیه مواد خام یا تاثیرات مضر مراحل فراوری غذا بر ترکیبات آن می‌گذارد، بسیاری از مواد ارزش خود را از دست می‌دهند و این جیره غذایی به طور کامل تامین کننده نیازهای تغذیه‌ای ماهیان نیست. بنابراین، استفاده از مکمل‌های غذایی (معدنی و ویتامینی)، در بسیاری موارد، امری اجتناب‌ناپذیر است (Eryalcin *et al*., 2024). علاوه‌براین ، تامین نیازهای تغذیه‌ای ماهیان یکی از مهم‌ترین بخش‌های موفقیت‌آمیز بودن روند پرورش ماهیان است، موفقیت در تمامی سیستم های پرورش آبزیان، نیازمند تغذیه مناسب و مطلوب به منظور رشد مناسب و افزایش مقاومت در برابر عوامل نا مساعد محیطی (استرس و بیماری‌ها)، می‌گردد به‌طوری‌که مکمل‌های معدنی و ویتامینی به منظور رشد و بهبود وضعیت و سلامت ماهیان به جیره غذایی آنها اضافه می‌شود. افزایش کارایی تولید آبزیان، افزایش مقاومت و کیفیت گونه‌ها و بهبود شرایط تولید مثلی وابسته به تغذیه است و گسترش صنعت آبزی‌پروری را تسهیل می‌کند. به رغم اهمیت اقتصادی این بخش، اغلب هیچ اطلاعاتی از نیازهای تغذیه‌ای ماهیان زینتی وجود ندارد یا اطلاعات موجود بسیار کم و محدود است (Rombenso *et al*., 2022). از این‌رو، معرفی شیوه‌های پرورشی نوآورانه و پایدار می‌تواند به بهبود شرایط پرورش ماهیان زینتی کمک نماید. در این زمینه، استفاده از افزودنی خوراکی (مواد معدنی و ویتامین‌ها) می‌تواند به بهبود سیستم ایمنی و رشد و افزایش عملکرد تولید مثلی در ماهیان کمک کند (Hoseinifar *et al*., 2023).

از اهمیت پژوهش حاضر نخست این‌که، ماهی پلاتی یکی از انواع ماهیان زنده‌زای آب شیرین است که به دلیل قابلیت تکثیر ساده، رنگ‌آمیزی زیبا و تحمل بالا به شرایط مختلف محیطی، بسیار مورد علاقه پرورش‌دهندگان قرار می‌گیرد. دوم، با توجه به این‌که در سال‌های گذشته تکثیر و پرورش ماهیان آکواریومی در ایران در حال رشد و توسعه بوده است، یافتن راهکارهایی که سبب کاهش مدت زمان رسیدگی جنسی و بهبود تولید با افزایش بازماندگی لاروها کمک کند، می‌تواند ارزشمند و موثر باشد. سوم، موفقیت در تمامی سیستم‌های پرورش آبزیان، نیازمند تغذیه مناسب و مطلوب به منظور رشد مناسب و افزایش مقاومت در برابر عوامل نا مساعد محیطی مانند استرس و بیماری‌ها می گردد به‌طوری‌که مکمل‌های معدنی و ویتامینی به منظور رشد و بهبود وضعیت و سلامت ماهیان به جیره غذایی آنها اضافه می‌شود (Rombenso *et al*., 2022).

تاکنون در بیشتر مطالعات، استفاده از افزودنی خوراکی (مکمل‌های معدنی و ویتامینی)، کمتر بررسی شده است. همچنین مطالعات پیشین نشان داده‌اند که استفاده از مکمل‌های ویتامینی و معدنی می‌تواند افزایش مقاومت را در برابر عوامل نا مساعد محیطی (استرس و بیماری‌ها) در گونه‌های مختلف آبزی ایجاد کنند. با این‌حال، تاکنون پژوهشی جامع درباره تأثیر مکمل‌های ویتامینی و معدنی بر رشد، بازماندگی و ترکیب جنسی در ماهی پلاتی انجام نشده است. غالب تحقیقات انجام شده بر سایر گونه‌ها متمرکز بوده یا تنها به بررسی تاثیر یک یا دو ریز مغذی پرداخته‌اند. این شکاف پژوهشی، ضرورت انجام مطالعه‌ای هدفمند را برای بررسی اثرات ترکیبی مکمل‌های

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

معدنی و ویتامینی بر جنبه‌های بازماندگی و تغییر جنسیت در ماهی پلاتی، آشکار می‌سازد. پژوهش حاضر، با استفاده از ماهی پلاتی به عنوان مدل، می‌تواند شکاف‌های موجود را پر کند. این مطالعه با هدف پر کردن این شکاف پژوهشی، به بررسی شاخص‌های مذکور در ماهی پلاتی پرداخته است و انتظار می‌رود نتایج آن به درک بهتر استفاده از این مکمل‌ها در جیره غذایی برای کاهش مدت زمان رسیدگی جنسی و بهبود تولید با افزایش بازماندگی لاروها در آبزیان کمک کند.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر، در سالن آبزی پروری شهید ناصر فضلی برآبادی واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. تعداد ۶۰۰ قطعه ماهی پلاتی با سن یک ماهه از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در تیر ماه سال ۱۴۰۴ از یک کارگاه خصوصی تهیه و به سالن آبزی‌پروری انتقال یافتند. تیماربندی را با تراکم ۲۰ قطعه بچه ماهی (۵ قطعه ماهی نر و۱۵ قطعه ماهی ماده) در ۳۰ عدد آکواریم انجام شدند. در این تحقیق ۱۰ تیمار با ۳ تکرار وجود دارد که پس از سازگاری اولیه، به مدت ۲۰ هفته روزانه ۴ نوبت تغذیه شدند. به منظور ارزیابی شاخص‌های رشد، ماهیان هر ۲ هفته یکبار زیست‌سنجی شدند (جدول ۱).

جدول ۱: میانگین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی کیفیت آب در طول آزمایش

شاخص کیفیت آب	واحد اندازه گیری	مقدار استاندارد (مطلوب)
دمای آب	^0C	۲۵ ±۱/۵
اکسیژن محلول (DO)	mg/L	۵ ± ۰/۷
pH	-	۷/۵± ۰/۲
آمونیاک کل (TAN)	mg/L	۰/۰۵>
نیتریت (NO^-_3)	mg/L	۰/۰۱ >
سختی کل (Hardness)	($CaCo_3$) mg/L	۱۵۰± ۵۰

در آزمایش حاضر، به منظور بررسی اثرات اضافه نمودن مقادیر مختلف مکمل ویتامینی و مکمل معدنی در جیره غذایی حاوی سطوح مختلف در ماهی پلاتی، ۹ جیره غذایی مختلف با ۳ سطح ۱، ۲ و ۳ درصد مکمل ویتامینی و سه سطح ۱، ۲و ۳ درصد مکمل معدنی در قالب طرح کاملاً تصادفی ۳×۳ تهیه گردید (جدول ۲). همچنین در این آزمایش تعداد ۹ تیمار و هر تیمار با ۳ تکرار انجام شد . در مجموع، تعداد کل آکواریوم ها ۳۰ عدد و واحد آزمایش آکواریوم بود. مواد تشکیل‌دهنده جیره از کارخانه تولید خوراک دام، طیور و آبزیان تهیه شد. پس از آماده نمودن اقلام مورد نیاز، ۹ جیره آزمایش با مقادیر مختلف مکمل ویتامینی و مکمل معدنی ساخته شد . جیره‌های غذایی پس از ساخته شدن، بسته‌بندی و تا زمان مصرف، در فریزر نگهداری شدند (جدول های ۲ و ۳).

جدول ۲: طرح تیمارهای آزمایش بر اساس میزان افزودن مکمل‌های ویتامینی و مکمل های معدنی

شماره تیمار	نوع تیمار	میزان مکمل ویتامینی (٪)	میزان مکمل معدنی (٪)
تیمار ۱	شاهد	۰	۰
تیمار ۲	مکمل ویتامین سطح پایین	۱	۰
تیمار ۳	مکمل ویتامین سطح متوسط	۲	۰
تیمار ۴	مکمل ویتامین سطح بالا	۳	۰
تیمار ۵	مکمل معدنی سطح پایین	۰	۱
تیمار ۶	مکمل معدنی سطح متوسط	۰	۲
تیمار ۷	مکمل معدنی سطح بالا	۰	۳
تیمار ۸	ترکیب مکمل ویتامین و مکمل معدنی پایین	۱	۱
تیمار ۹	ترکیب مکمل ویتامین و مکمل معدنی متوسط	۲	۲
تیمار ۱۰	ترکیب مکمل ویتامین و مکمل معدنی بالا	۳	۳

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

جدول ۳: ترکیب جیره مصرفی کارگاه

ترکیبات جیره	مقادیر به درصد
پروتین	۴۰
کربوهیدرات	۲۷
چربی خام	۷
فیبرخام	۶
خاکستر	۱۰
رطوبت	۱۰

در پایان دوره ۱۴۰ روز تغذیه، شاخص‌های رشد ماهیان بعد از یک روز قطع غذا، با پودر گل میخک (۰/۵ گرم بر لیتر) بیهوش شدند. بچه ماهیان هر ۱۵ روز یکبار زیست‌سنجی می‌شدند و متعاقباً مقدار غذای متناسب با دوره ۱۵ روزه بعدی محاسبه می‌شد. پس از پایان دوره پرورش، شاخص‌های رشد ماهی (درصد افزایش وزن، افزایش وزن، و ضریب تبدیل غذایی) و میزان بازماندگی آنها از طریق فرمول ذیل محاسبه گردید. پس از گذشت یک ماه، تعداد لاروها شمارش و وزن آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت۰/۰۰۱گرم مورد سنجش قرار گرفت. در مطالعه حاضر، برای ارزیابی عملکرد تولید مثلی ماهی پلاتی در تیمارهای مختلف، شاخص‌های بازماندگی، ترکیب جنسی، زمان اولین زنده‌زایی، تعداد لارو به ازاء هر مولد و همزمانی زنده‌زایی، مورد بررسی قرار گرفتند. این شاخص‌ها به صورت ذیل اندازه گیری شدند:

بازماندگی مولدین در پایان دوره آزمایش از طریق شمارش تعداد ماهیان زنده در هر تانک و مقایسه آن با تعداد اولیه ماهیان محاسبه شد:

[تعداد اولیه ماهیان /تعداد ماهیان زنده در هر تانک = بازماندگی (٪)]

برای تعیین ترکیب جنسی، ماهیان در زمان نمونه‌برداری براساس صفات ظاهری جنسی و ویژگی‌های فنوتیپی (بررسی شکل باله مخرجی یا گونوپودیوم در نرها و وضعیت شکل ظاهری در ماده‌ها)، تفکیک شدند. نسبت نر به ماده در هر تیمار محاسبه و به صورت درصد گزارش شدند. در ماهی پلاتی، این شاخص معمولاً با بررسی شکل اندام تناسلی، الگوی رنگ و ویژگی‌های ظاهری اختصاصی نر و ماده تعیین می‌شود. این شاخص از آغاز دوره آزمایش تا مشاهده نخستین زایمان در هر مولد ثبت شد و معمولاً بر اساس روز گزارش می‌شود. برای این منظور، تانک‌ها به طور روزانه بررسی شدند و تاریخ اولین زنده‌زایی هر مولد یادداشت گردید. سپس میانگین زمان اولین زنده‌زایی در هر تیمار محاسبه شد.

پس از هر زایمان ، تعداد لاروهای تولیدی از هر مولد به صورت جداگانه شمارش شد. در ادامه، این شاخص از تقسیم مجموع کل لاروهای تولیدی در هر تیمار برتعداد کل مولدین ماده در آن تیمار به‌دست آمد. این شاخص یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی موفقیت تولید مثلی در ماهیان زنده‌زا است. این شاخص به درصد یا نسبت مولدینی اطلاق می‌شود که در یک بازه زمانی مشخص زنده‌زایی کرده‌اند. برای محاسبه این شاخص، تعداد مولدینی که در یک بازه زمان یا در یک دوره کوتاه زنده‌زایی داشتند، نسبت به کل مولدین هر تیمار به صورت درصد سنجیده شد. افزایش این شاخص نشان‌دهنده یکنواختی بیشتر در بروز زنده‌زایی در بین مولدین است.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد ماهی پلاتی

نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های رشد نشان داد که بهبود مقدار وزن نهایی (FW)، افزایش وزن (WG) و نرخ رشد ویژه (SGR) در تیمارهای ترکیبی از مکمل ویتامینی و معدنی نسبت به غذای کنسانتره معمول کارگاه مشاهده شد و این اختلاف به‌ویژه در سطوح بالا تر جایگزینی معنی‌دار (p<۰/۰۵) و قابل رقابت با تیمار غذای بیومار رایج بود. مکمل‌های معدنی و ویتامینی به عنوان کوفاکتورهای ضروری در واکنش‌های آنزیمی نقش کلیدی دارند. ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی (روی، سلنیوم و آهن) با تسهیل متابولیسم پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها سبب افزایش نرخ سوخت وساز پایه و در نتیجه، تسریع فرآیند سنتز پروتئین و عضله سازی[1] در بافت های ماهی می شود.

همچنین کمترین میزان ظریب تبدیل غذایی (FCR) مربوط به تیمار ۱۰ با افزودن ترکیبی از ۳٪ مکمل ویتامینی و۳٪ مکمل معدنی به جیره غذایی و نیز بیشترین افزایش وزن (WG) و نرخ رشد ویژه (SGR) در تیمار ۹ مشاهده شد که با غذای کنسانتره رایج کارگاه، اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵) (جدول ۴).

تأثیر بر رشد و بازماندگی

همان‌طوری‌که در بخش نتایج وزن بدن (جدول ۴) مشاهده شد، تیمارهای حاوی دوزهای بالاتر مکمل های ویتامینی تیمار۹ و

[1] Anabolism

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

ترکیبی تیمار ۱۰ بهترین عملکرد را درافزایش وزن و بقاء ماهیان نشان دادند. این یافته‌ها مؤید نقش حیاتی ویتامین ها و مواد معدنی در فرایندهای متابولیک، تقویت سیستم ایمنی و افزایش مقاومت ماهیان دربرابر شرایط محیطی و عوامل بیماری زا است.

بهبود وضعیت تغذیه‌ای و سلامت عمومی، مستقیماً بر نرخ رشد و توانایی بقاء تأثیر می‌گذارد. نتایج معنی‌دار برای این شاخص‌ها، نشان‌دهنده تأثیر واقعی مکمل‌ها است (جدول ۴) .

جدول۴: نتایج حاصل از شاخص‌های رشد در ماهی پلاتی

تیمار	وزن اولیه(گرم)	وزن ثانویه (گرم)	افزایش وزن بدن (گرم)	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذایی	نرخ بقاء (٪)
تیمار۱شاهد	۰/۴۴ ±۰/۰۳	۲/۸۵ ± ۰/۰۸^{e}	۲/۴۰±۰/۱۰^{bc}	۲/۴۲±۰/۰۵^{e}	۲/۰۰±۰/۱۳^{d}	۷۳±۷^{b}
تیمار ۲	۰/۴۴±۰/۰۵	۳/۱۰±۰/۰۶^{d}	۲/۵۹±۰/۱۴^{bc}	۲/۵۸±۰/۰۶^{d}	۱/۸۸±۰/۰۸^{c}	۷۸±۱۲^{ab}
تیمار ۳	۰/۴۳ ± ۰/۲	۳/۳۵±۰/۰۷^{c}	۲/۹۰±۰/۲۰^{b}	۲/۷۱±۰/۰۴^{c}	۱/۷۳±۰/۱۲^{c}	۷۸±۱۰^{ab}
تیمار۴	۰/۴۴ ±۰/۰۳	۳/۴۸±۰/۰۵^{bc}	۳/۰۲±۰/۱۲^{ab}	۲/۷۸±۰/۰۴^{bc}	۱/۵۸±۰/۱۰^{bc}	۷۷±۸^{ab}
تیمار۵	۰/۴۵±۰/۰۳	۳/۰۵±۰/۰۴^{d}	۲/۵۸±۰/۱۷^{bc}	۲/۵۵±۰/۰۶^{d}	۱/۶۰±۰/۰۹^{bc}	۸۰±۹^{ab}
تیمار۶	۰/۴۷±۰/۰۵	۳/۲۲±۰/۰۶^{cd}	۲/۷۲±۰/۱۴^{b}	۲/۶۳±۰/۰۵^{cd}	۱/۱۴±۰/۰۱^{b}	۸۰±۱۰^{ab}
تیمار۷	۰/۴۵±۰/۰۴	۳/۳۰±۰/۰۷^{c}	۲/۸۴±۰/۱۰^{b}	۲/۶۸±۰/۰۵^{c}	۱/۱۲±۰/۰۸^{b}	۷۹±۸^{ab}
تیمار۸	۰/۴۶±۰/۰۶	۳/۵۵±۰/۰۶^{b}	۳/۰۸±۰/۱۳^{ab}	۲/۸۲±۰/۰۴^{b}	۱/۲۴±۰/۰۵^{ab}	۸۵±۶^{ab}
تیمار۹	۰/۴۵±۰/۰۳	۳/۷۰±۰/۰۷^{ab}	۳/۲۴±۰/۱۲^{ab}	۲/۹۰±۰/۰۵^{ab}	۱/۲۴±۰/۰۹^{ab}	۸۷±۶^{ab}
تیمار۱۰	۰/۴۴±۰/۰۲	۳/۸۵±۰/۰۸^{a}	۳/۴۰±۰/۱۰^{a}	۲/۹۷±۰/۰۶^{a}	۱/۲۲±۰/۰۸^{a}	۸۸±۵^{a}

داده‌ها به صورت میانگین ±انحراف معیار بیان می‌شود. حروف کوچک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) بین تیمارهاست. تیمار۱ شاهد بدون افزودن مکمل معدنی و ویتامینی به جیره غذایی و ۹ گروه تیمار با افزودن مکمل معدنی و ویتامینی به جیره غذایی با نسبت و میزان مشخص شامل: تیمار۲با افزودن ۱٪ مواد ویتامینی، تیمار۳ با افزودن۲٪ مواد ویتامینی، تیمار۴ با افزودن۳ ٪ مواد ویتامینی، تیمار۵ با افزودن ۱٪ مواد معدنی تیمار۶ با افزودن ۲٪ مواد معدنی، تیمار۷ با افزودن۳٪ مواد معدنی ، تیمار ۸ با افزودن نسبت ۱٪و۱٪ ترکیبی از مواد ویتامینی و معدنی، تیمار۹ با افزودن نسبت ۲ ٪و۲٪ ترکیبی از مواد ویتامینی و معدنی و تیمار۱۰ با افزودن نسبت ۳٪ و۳ ٪ ترکیبی از مواد ویتامینی و معدنی به جیره غذایی افزوده خواهد شد.

نتایج به دست آمده از اندازه گیری فاکتورهای جنسی و بازماندگی در ماهی پلاتی

در بررسی اثر مکمل های ویتامینی و معدنی بر شاخص های نسبت جنسی، نرخ بقاء، زمان اولین زنده زایی و همزمانی زنده زایی در تیمار ۱۰ نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) (جدول ۵).

تأثیر برتولید مثل (زمان اولین زنده‌زایی، تعداد لارو، همزمانی زنده‌زایی)

زمان اولین زنده‌زایی و ترکیب جنسی، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان داد. نتایج مربوط به تعداد لارو به ازاء هر مولد و همزمانی زنده‌زایی نیر تفاوت‌های معنی‌داری را آشکار کرد. افزایش تعداد لارو به ازاء هر مولد در تیمارهای ترکیبی ۹ و ۱۰ نشان‌دهنده تأثیر مثبت تغذیه تکمیلی بر توان باروری و تولید مثلی مولدین است. این ممکن است به دلیل بهبود وضعیت فیزیولوژیک مولدین، افزایش ذخایر انرژی و تأمین بهتر نیازهای تغذیه‌ای برای تولید گامت‌ها باشد. همزمانی زنده‌زایی که نشان‌دهنده درصد مولدین زنده‌زا در یک دوره زمانی است نیز در تیمارهای ۹ و ۱۰ افزایش معنی‌داری نشان داد. این موضوع می‌تواند به بهبود وضعیت عمومی سلامت مولدین و تنظیم بهتر فرایندهای فیزیولوژیک مرتبط با زادآوری منجر شود (جدول ۵).

.

ترکیب جنسی و زمان بلوغ

وجود تفاوت معنی‌داری در ترکیب جنسی (نسبت نر به ماده) و زمان اولین زنده‌زایی در مطالعه حاضر، ممکن است، نشان‌دهنده این باشد که تأثیر مکمل‌های در غلظت‌های مورد استفاده، بر این شاخص‌های خاص کمتر باشد یا این شاخص‌ها در ماهی پلاتی تحت تأثیر عوامل ژنیتکی یا محیطی قوی‌تری هستند.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

جدول ۵: شاخص های بازماندگی و جنسیتی در ماهی پلاتی

تیمار	سطح مورد استفاده مکمل	همزمانی زنده زایی (٪)	نسبت جنسیت نر (٪)	نرخ بقاء (٪)	زمان اولین زنده زایی (روز)	تعداد لارو به ازای هر مولد(میزان زنده زایی)
تیمار۱ شاهد	٪۰	۶۲/۰±۳/۸^{g}	۵۲±۲/۱^{a}	۷۳±۷^{b}	۷۹/۲±۲/۵^{f}	۲۱/۱±۱/۹^{f}
تیمار۲	۱٪ ویتامینی	۶۶/۱±۳/۶^{f}	۵۰±۲/۳^{a}	۷۸±۱۲^{ab}	۷۶/۸±۲/۲^{ef}	۲۳/۲±۲/۱^{ef}
تیمار۳	۲٪ ویتامینی	۷۰/۸±۳/۱^{e}	۴۷±۱/۹^{b}	۷۸±۱۰^{ab}	۷۳/۹±۲/۱^{de}	۲۵/۹±۲/۲^{e}
تیمار۴	۳٪ ویتامینی	۷۵/۵±۲/۷^{d}	۴۵±۲/۰^{bc}	۷۷±۸^{ab}	۷۱/۵±۲/۰^{cd}	۲۷/۴±۱/۸^{d}
تیمار۵	۱٪ معدنی	۶۸/۹±۳/۲^{e}	۵۱±۲/۴^{a}	۸۰±۹^{ab}	۷۵/۴±۲/۳^{de}	۲۴/۸±۲/۰^{e}
تیمار۶	۲٪ معدنی	۷۲/۶±۲/۹^{d}	۴۹±۲/۰^{b}	۸۰±۱۰^{ab}	۷۳/۱±۲/۴^{cd}	۲۶/۷±۲/۳^{d}
تیمار۷	۳٪ معدنی	۷۶/۲±۲/۶^{cd}	۴۸±۲/۲^{b}	۷۹±۸^{ab}	۷۱/۸±۲/۰^{c}	۲۸/۱±۲/۰^{cd}
تیمار۸	۱٪ویتامینی و ۱٪ معدنی	۷۹/۸±۲/۷^{c}	۴۶±۱/۷^{bc}	۸۵±۶^{ab}	۶۹/۵±۱/۸^{bc}	۲۹/۷±۱/۹^{c}
تیمار۹	۲٪ ویتامینی و ۲٪ معدنی	۸۳/۴±۲/۵^{b}	۴۴±۱/۸^{c}	۸۷±۶^{ab}	۶۸/۳±۱/۹^{b}	۳۱/۴±۱/۸^{b}
تیمار۱۰	۳٪ ویتامینی و۳٪ معدنی	۸۶/۵±۲/۳^{a}	۴۳±۱/۹^{c}	۸۸±۵^{a}	۶۶/۹±۱/۷^{a}	۳۳/۶±۱/۶^{a}

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان می‌شود. حروف کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار (p<۰/۵۰) بین تیمارهاست. تیمار۱ شاهد بدون افزودن مکمل معدنی و ویتامینی به جیره غذایی و ۹ گروه تیمار با افزودن مکمل معدنی و ویتامینی به جیره غذایی با نسبت و میزان مشخص شامل: تیمار۲با افزودن ۱٪ مواد ویتامینی، تیمار۳ با افزودن۲٪ مواد ویتامینی، تیمار۴ با افزودن۳ ٪ مواد ویتامینی، تیمار۵ با افزودن ۱٪ مواد معدنی تیمار۶ با افزودن ۲٪ مواد معدنی، تیمار۷ با افزودن۳٪ مواد معدنی ، تیمار ۸ با افزودن نسبت ۱٪و۱٪ ترکیبی از مواد ویتامینی و معدنی، تیمار۹ با افزودن نسبت ۲ ٪و۲٪ ترکیبی از مواد ویتامینی و معدنی و تیمار۱۰ با افزودن نسبت ۳٪ و۳ ٪ ترکیبی از مواد ویتامینی و معدنی به جیره غذایی افزوده خواهد شد.

هم‌افزایی ویتامین‌ها و مواد معدنی

بهترین نتایج مشاهده شده در تیمارهای ترکیبی ۹ و ۱۰ (جدول های ۳ و ۴) که حاوی سطوح بالای ویتامین و مواد معدنی بودند، مجددا بر اهمیت نقش هم‌افزایی این دو دسته از مواد مغذی در بهبود عملکرد تولید مثلی و رشد، تأکید دارد. تعاملات پیچیده بین ویتامین‌ها و مواد معدنی در جذب، متابولیسم و عملکرد فیزیولوژیک، می‌تواند منجر به نتایج بهتری نسبت به استفاده از هر کدام به‌تنهایی شود.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعه حاضر، نشان دادکه افزودن مکمل‌های ویتامینی و معدنی به جیره غذایی به‌ویژه در سطوح ۲٪ مکمل معدنی و ۲٪ مکمل ویتامینی (تیمار ۹) و ۳٪ مکمل ویتامینی و ۳٪ مکمل معدنی (تیمار ۱۰)، تاثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های تعداد لارو و همزمانی زنده‌زایی در ماهی پلاتی دارد. از نظر فیزیولوژیک، این افزایش در تعداد لارو ناشی از ارتقاء فرآیند تولید زرده[1] است. ریز مغذی‌ها (ویتامین‌ها و مواد معدنی)، به عنوان پیش‌سازها و کوفاکتورهای آنزیمی در مسیرهای بیوسنتزی هورمون‌های استروئیدی، نقش حیاتی ایفاء می‌کنند. افزایش ذخایر لیپیدی و پروتئینی در بافت تخمدان که تحت تاثیر فراهم بودن ریز مغذی‌ها است، منجر به تولید تخمک‌هایی با کیفیت بالاتر و در نتیجه، افزایش تعداد لاروهای زنده در هر بار زایمان می‌گردد. مکمل‌های ویتامینی و معدنی به عنوان کوفاکتورهای ضروری در واکنش‌های آنزیمی نقش کلیدی دارند. ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی (روی ، سلنیوم و آهن)، با تسهیل متابولیسم پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها سبب افزایش نرخ سوخت‌وساز پایه و در نتیجه، تسریع فرآیند سنتز پروتئین‌ها و عضله‌سازی در بافت‌های ماهی می‌شود. ویتامین‌های C و E جیره موجب تحریک پاسخ ایمنی (افزایش فعالیت‌های ماکروفاژ، تکثیرسلولی و فعالیت کمپلمان)، شده‌اند . علاوه‌براین، بهبود معنادار در همزمانی زنده‌زایی نشان‌دهنده تنظیم بهتر پاسخ‌های هورمونی در محور هیپوتالاموس – هیپوفیز – گناد است. مکمل‌های غذایی با کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود وضعیت سلامت کلی مولدین باعث می‌شوند که بلوغ تخمک‌ها به صورت یکنواخت‌تر صورت گیرد و فرایند زایمان در یک بازه زمانی منظم‌تر انجام شود. این هماهنگی در زایمان بازتاب‌دهنده تعادل بهتر بین هورمون‌های پیش‌ساز و

[1] Vitellogenesis

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

هورمون‌های محرک زایمان در بدن ماهی ماده است. امروزه هدف آبزی‌پروری بر تضمین امنیت غذایی و ارائه محصولات با کیفیت متمرکز است. برای دستیابی به این هدف، تلاش‌های متعددی در بخش آبزی‌پروری برای معرفی مکمل‌های غذایی جدید تقویت‌کننده و حفظ سلامتی که از منشأهای مختلف به‌دست می‌آیند، در رژیم غذایی موجودات آبزی‌پروری انجام شده است. هدف این تلاش‌ها، افزایش جذب مواد مغذی، تسریع نرخ رشد و افزایش احتمال بقاء و در نهایت تقویت صنعت آبزی‌پروری است. در حال حاضر، صنعت جهانی تولید خوراک آبزیان توسعه چشمگیری یافته و تنوع گسترده‌ای از خوراک‌های تخصصی نشده در دسترس است. موضوعات جدیدی که در سیستم‌های غذا و غذادهی مطرح شده است، حاصل بازنگری مداوم راهبردهای تغذیه‌ای پرورش‌دهندگان ماهی است که انتخاب آن باید متناسب نوع خوراک و روش‌های غذادهی صورت گیرد. بسیاری از جیره‌های غذایی مصنوعی مورد استفاده در آبزیان به علت مشکلاتی که درکیفیت اولیه مواد خام یا تاثیرات مضر مراحل فراوری غذا بر ترکیبات آن می‌گذارد، بسیاری از مواد با ارزش خود را از دست می‌دهد و این جیره غذایی به طور کامل تامین‌کننده نیازهای تغذیه‌ای ماهیان نیست. بنابراین، استفاده از مکمل‌های غذایی مانند مکمل‌های معدنی و ویتامینی در بسیاری موارد، امری اجتناب ناپذیر است (Eryalcin *et al*.,2024). علاوه‌براین، تامین نیازهای تغذیه‌ای ماهیان یکی از مهم‌ترین بخش‌های موفقیت‌آمیز بودن روند پرورش ماهیان است. موفقیت در تمامی سیستم‌های پرورش آبزیان، نیازمند تغذیه مناسب و مطلوب به منظور رشد مناسب و افزایش مقاومت در برابر عوامل نا مساعد محیطی (استرس و بیماری‌ها)، می‌گردد به‌طوری‌که مکمل‌های معدنی و ویتامینی به منظور رشد و بهبود وضعیت و سلامت ماهیان به جیره غذایی آنها اضافه می‌شود. افزایش کارایی تولید آبزیان، افزایش مقاومت و کیفیت گونه‌ها و بهبود شرایط تولید مثلی وابسته به تغذیه است و گسترش صنعت آبزی‌پروری را تسهیل می‌کند. به رغم اهمیت اقتصادی این بخش، اغلب هیچ اطلاعاتی از نیازهای تغذیه‌ای ماهیان زینتی وجود ندارد یا اطلاعات موجود بسیار کم و محدود است (Rombenso *et al*., 2022). از این‌رو، معرفی شیوه‌های پرورشی نوآورانه و پایدار می‌تواند به بهبود شرایط پرورش ماهیان زینتی کمک نماید. در این زمینه، استفاده از افزودنی خوراکی (مواد معدنی و ویتامین‌ها)، می‌تواند به بهبود سیستم ایمنی و رشد و افزایش عملکرد تولید مثلی در ماهیان کمک کند (Hoseinifar *et al*., 2023).

وجود مواد مغذی (ویتامین‌ها و مواد معدنی)، در جیره‌های غذایی به منظور بهبود و ارتقاء شاخص‌های رشد، وضعیت پروتئین بدن ماهیان و حفظ سلامتی مطلوب ضروری است و استفاده از آنها در جیره غذایی یکی از راهکارهای مناسب در پرورش ماهیان محسوب می‌گردد. در بحث آبزی‌پروری عواملی که روند رشد ماهیان را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند، برای پرورش‌دهندگان ماهی از اهمیت بسیاری بالایی برخوردار است. بعضی از عناصر غذایی، تحریک‌کننده رشد هستند و در صورت وجود آنها در جیره غذایی آبزیان، رشد افزایش می‌یابد. اهمیت مواد معدنی به عنوان عناصر معدنی در حیات و انجام فرایندهای حیاتی آبزیان بسیار مهم است به‌طوری‌که کمبود این مواد در غذای ماهی باعث بروز انواع ناهنجاری‌ها و بیماری‌ها تا مرگ می‌شود (Da *et al*., 2024).

Bazi *et al*. (2023) بیان کردند کاهش معنی‌دار در ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مکمل‌دار نشان‌دهنده ارتقاء کارایی گوارشی است. ترکیبات معدنی موجود در مکمل‌ها با بهبود ساختارهای روده و ترشح بهینه آنزیم‌های گوارشی باعث افزایش سطح جذب مواد مغذی از لومن و روده به جریان خون می‌شوند که این امر مستقیما نرخ رشد ویژه را بهبود می‌بخشد. تحقیقات نشان داد که استفاده از جیره حاوی ۱۰۰ میلی گرم ویتامین E در ماهی سیچلایدگورخری (*Amatitlania nigrofasciata*)، باعث بهبود شاخص‌های تولیدمثلی در این ماهیان می‌شودکه با نتایج تحقیق حاضر، مطابقت دارد. مقالات متعدد، استفاده از مکمل‌های معدنی و ویتامینی را در آبزی‌پروری نشان می‌دهند. سوداگر و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر سطوح مختلف مکمل معدنی بر شاخص‌های رشد و بقاء و برخی فراسنجه‌های خونی را در بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بررسی کردند و نتایج حاصله نشان داد که شاخص‌های رشد و تغذیه بچه ماهیان کپورمعمولی، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). میزان کلسیم، هماتوکریت، هموگلوبین، پروتئین کل، گلبول سفید، گلبول قرمز، MCHC، MCH، MCV، نوتروفیل و لنفوسیت در تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بود (p<۰/۰۵). یافته‌های تجزیه‌وتحلیل لاشه نشان داد که هیچ‌یک از تیمارها بر ترکیب شیمیایی بدن بچه ماهیان

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

کپور معمولی تاثیر معنی‌داری نگذاشتند که با نتایج تحقیق حاضر، مطابقت دارند.

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که افزودن مکمل‌های ویتامینی و معدنی به جیره غذایی ماهی پلاتی می‌تواند تأثیرات معنی‌داری بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و تولیدمثل داشته باشد. از این‌رو، معرفی شیوه‌های پرورشی نوآورانه و پایدار می‌تواند کمک نماید. مطالعه حاضر، با هدف رفع خلایی که در زمینه مطالعه پیرامون، تاثیر استفاده از افزودنی خوراکی (مواد معدنی و ویتامین‌ها) می‌تواند به بهبود سیستم ایمنی و رشد و افزایش عملکرد تولید مثلی در ماهیان کمک کند، انجام شده است.

منابع

Bazi, F., Taghizadeh, V. and Imanpour, M. R. 2023. Effect of different levels of selenium nanoparticles and vitamin E on growth, survival, and certain indices of sexual maturation in convict cichlid (*Amatitlania nigrofasciata*). *Aquaculture Development Journal*, 17(2), 1–13. DOI:10.1002/dvdy.518 .

Da, C.T., Xuyen, B.T.K., Nguyen, T.K.O., Tang, V.T., Ha, P.T.T., Pham, M.T. and Berg, H., 2024. Vitamin solutions effects on reproduction of broodstock, growth performance and survival rate of Pangasius Catfish fingerlings. *Animals*, 14:17-28. DOI:10.3390/ani14152203

Eryalçın, K.M., Dominguez, D. and Izquierdo, M., 2024. Content in nine minerals and seven vitamins of rotifers (*Brachionus plicatilis*) fed commercial diets and two forms of Nannochloropsis oculata. *Journal of World Aquaculture and Society*, 13102. DOI:10.1111/jwas.13102

Hoseinifar, S.H., Maradonna, F., Faheem, M., Harikrishnan, R., Devi, G., Ringø, E., Van Doan, H., Ashouri, G., Gioacchini, G., and Carnevali, O., 2023. Sustainable ornamental fish aquaculture: The implication of microbial feed additives. *Animals*, 13:1583. DOI:10.3390/ani13101583

Rombenso, A., Araujo, B. and Li, E., 2022. Recent advances in fish nutrition: Insights on the nutritional implications of modern formulations. *Animals*, 12:1705. DOI:10.3390/ani12131705

Samanta, S., Ahmed, S., Zaman, S. and Mitra, A., 2024. Growth of ornamental fish based on feed quality. *Aegaeum Journal*, 12(9):76-85. ISSN NO: 0776-3808. DOI:10.1132jwas.13102

Sodagar, M., Hosseini, S. A. and Davoudipour, A. (2013). Effect of different levels of mineral supplementation on growth indices, survival, and certain hematological parameters in common carp (Cyprinus carpio) fry. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources – Faculty of Basic Sciences; Master's Thesis. DOI:10.3390/aquacj4030013

Soudagar, M., Zakariaei, H., Seyedalangi, B. and Nahavandi, R. 2018. Investigation of the effect of fava bean (*Vicia faba*) flour on sexual maturation and live-birth rate in guppy fish (Poecilia reticulata). *Journal of Aquatic Ecology*, 8(3),1016. DOI:10.3490/aquacj4030013

Sampaio, T., Ho, L., Lachat, C., Sutummawong, N., Sorgeloos, P., and Goethals, P. 2015. Aquaculture production and its environmental sustainability in Thailand: Challenges and potential solutions. *Sustainability*, 12(5), 11-24. DOI:10.3390/su12052010.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]

Effects of vitamin and mineral supplementation on growth performance, survival, and sex ratio in platyfish (*Xiphophorus maculatus*)

Adeli M.[1]; Sudagar M.[1]; Yousefi Siahkalroodi S.[2]; Mazandarani M.[1]; Ali Hajibegloo A.[1]

Sudagar_m@gau.ac.ir

1-Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

This study investigated the effects of different levels of vitamin and mineral supplementation on growth performance, survival, and sex ratio in platyfish (*Xiphophorus maculatus*). A total of 600 one-month-old juvenile platyfish obtained from an ornamental fish hatchery were fed four times daily for 20 weeks. The experiment consisted of 10 treatments: an unsupplemented control; three vitamin-supplemented diets containing 1%, 2%, and 3% vitamin supplement; three mineral-supplemented diets containing 1%, 2%, and 3% mineral supplement; and three diets supplemented with combined vitamin and mineral supplements at respective inclusion levels of 1% + 1%, 2% + 2%, and 3% + 3%. Fish were biweekly sampled for biometric measurements to evaluate growth performance. The results indicated significant differences between the experimental treatments and the control in growth indices, including final body weight (FW), weight gain (WG), specific growth rate (SGR), and feed conversion ratio (FCR). The treatment containing 3% vitamin supplement and 3% mineral supplement resulted in the highest weight gain and specific growth rate and the lowest feed conversion ratio. Furthermore, this treatment differed significantly from the control in sex ratio, survival, time to first parturition, and synchrony of parturition. As the level of combined supplementation increased, the proportion of males decreased, whereas the proportion of females increased. Overall, the findings suggest that combined vitamin and mineral supplementation, particularly at the highest tested inclusion level, can influence growth performance, survival, and sex ratio in platyfish ($p<0.05$).

Keywords: Platyfish, Vitamin supplementation, Mineral supplementation, Growth performance, Survival, Sex ratio

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/JOA.13.3.1]