مقاله علمی – پژوهشی:

مقایسه اثرات تغذیه دو جیره غذایی مختلف بر نرخ رشد و بقاء ماهی دانیوی گورخری (*Danio rerio*)

علیرضا خیابانی*[۱]

*khiabani@uast.ac.ir

۱-گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه جامع علمی علمی کاربردی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۰

چکیده

هدف از این پژوهش مقایسه اثرات تغذیه دو جیره غذایی مختلف بر نرخ رشد و بقای ماهی دانیوی گورخری به منظور تولید ماهیان مقاوم و با کیفیت‌تر بود. برای این منظور دو جیره آزمایشی با سطوح مختلف پروتئین و چربی، پنج مرتبه در روز برای مدت ۷۰ روز (۱۰ هفته) به ماهیان نورس گورخری (۲۰ روزه) داده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد تغذیه با دو جیره غذایی دارای سطوح مختلف پروتئین و چربی بر شاخص‌های رشد طولی، رشد وزنی اختلاف معنی‌دار آماری در بین تیمارها ایجاد کرده است ($P<0/05$). نرخ تلفات (بقاء)، ضریب تبدیل غذایی، درصد رشد روزانه و درصد افزایش وزن نیز با اختلاف بسیار معنی‌دار هستند ($P<0/05$). در مجموع، ماهیان برخوردار از جیره غذایی دارای سطوح پروتئینی ۵۱/۵ درصد و ۱۱/۵ درصد چربی از نرخ رشد و بقاء بهتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با سطوح پروتئینی ۴۰/۲ درصد و ۷/۷ درصد چربی برخوردار بودند. این موضوع ثابت می‌کند که ماهی دانیوی گورخری توانایی بالایی در استفاده از چربی به منزله منبع انرژی دارد. استفاده از سطوح مناسب منابع غیر پروتئینی تامین کننده انرژی در جیره این ماهی می‌تواند موجب کاهش کاتابولیسم پروتئین به منظور تولید انرژی شود. در نتیجه، شاهد افزایش نرخ رشد طولی و وزنی در این ماهی خواهیم بود.

کلمات کلیدی: ماهی گورخری، خانواده دانیوماهیان، تغذیه ماهی، رژیم غذایی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

مقدمه

ماهی دانیوی گورخری (*Danio rerio*) یک ارگانیسم مدل سرآمد است که با خصوصیات متنوعی که دارد، گسترش مرزهای علم را در رشته‌های متعدد سبب شده است. خصوصیات این ماهی کوچک آب شیرین به کمک زیست‌شناسان به‌نحوی نمود یافت که مقایسه ژنتیکی آن با پستانداران حتی برای بسیاری از محققان غیرقابل باور بود. برای مثال، ظهور روش‌های جدید و کارآمد برای نسخه‌برداری و ویرایش ژنوم، کمک کرد تا رشد فزاینده‌ای را در زمینه استفاده از آن در زمینه‌های مختلف علمی، از جمله سم‌شناسی، کشف مواد دارویی، زیست‌شناسی پیوند، مدل‌سازی بیماری، آبزی‌پروری زینتی و حتی آبزی‌پروری زیست‌پزشکی[1] در بر داشته باشد (Khiabani, 2019). این ماهی که به نام‌های زبرا دانیو[2]، زبرافیش[3] یا ماهی گورخری نیز خوانده می‌شود، یکی از ارزشمندترین ماهیان گرمسیری آب شیرین جهان است که در راسته کپورماهی‌شکلان، خانواده دانیوماهیان (Danionidae)، زیرخانواده دانیوها و جنس دانیو قرار دارد (Khiabani and Esteghlalian, 2021). یکی از راه‌کارهای تولید ماهیان مقاوم‌تر و با کیفیت‌تر استفاده از جیره غذایی اختصاصی یا مهندسی شده و استفاده از افزودنی‌ها و مکمل‌های غذایی فراسودمند است. امروزه در صنعت آبزی‌پروری برای افزایش رشد، بهبود سلامت و افزایش مقاومت آبزیان در برابر بیماری‌ها، استفاده از این راه‌کارها متداول است (Ringø *et al*., 2012; Ringø *et al*., 2022). در بسیاری از ارقام ماهی به‌ویژه در گونه‌های جدید زینتی که به صنعت آبزی‌پروری معرفی می‌شوند، میزان باروری عامل مهمی در اهلی‌سازی و تولید انبوه ماهیان جوان است. به طور معمول، پرورش‌دهندگان با بهبود کیفیت خوراک مورد استفاده نه تنها باعث بهبود کیفیت تخمک و اسپرم بلکه باعث افزایش تولید تخم نیز می‌شوند. فرآیند رشد طولی و وزنی، رشد غدد جنسی، هماوری و باروری تحت تأثیر مواد مغذی موجود در جیره نظیر پروتئین‌ها (اسیدهای آمینه)، چربی‌ها (اسیدهای چرب) و سایر مواد انرژی‌زاست (Khiabani *et al*., 2019; Konnert *et al*., 2022). تولید جیره‌های غذایی صنعتی، عمدتاً مبتنی بر مطالعات محدود علمی صورت گرفته بر برخی گونه‌های شاخص و پر تولید تجاری انجام می‌شود. این مطالعات اغلب به مؤلفه‌های ظاهری غذا همچون: دانه‌بندی، شناوری، رطوبت، طعم و استقامت در برابر آب توجه دارند تا شاخص‌های کیفی ماده غذایی (Ohs *et al*., 2013). از سوی دیگر، مزارع پرورش ماهیان زینتی با مجموعه‌ای از نیازهای غذایی مختلف مواجه هستند و استفاده از غذاهای تجاری تخصصی یا مهندسی شده برای آنها چندان مقرون به صرفه نیست. زیرا اکثر کارخانجات تولید غذای ماهیان زینتی، جیره‌های سفارشی را در مقادیر کمتر از یک تن تولید نمی‌کنند (Heenatigala, 2012; Pandey, 2013)، لذا یکی از راه‌کارهای رفع این مشکل، انتخاب نزدیک‌ترین جیره غذایی منطبق با نیازهای تغذیه‌ایی گونه پرورشی مورد نظر آنهاست. از این‌رو، مواد غذایی پایه و دارای منشاء حیوانی جیره‌های غذایی (همچون پودر ماهی) در حال جایگزینی با مواد غذایی دیگر نظیر پودر حشرات، محصولات تخمیری باکتریایی و سایر مواد ارزان‌قیمت هستند (Kishawy *et al*., 2022; Kowalska *et al*., 2022; Wang *et al*., 2022). با این‌حال، توسعه یک خوراک یا جیره غذایی مطلوب باید با روش مناسب علمی و با استفاده از پروتئین و سطوح چربی مناسب و در عین حال متعادل از منظر سطوح انرژی برای عملکرد کلی هر گونه انجام شود. هدف از انجام این پژوهش تعیین سطح پروتئین و چربی مطلوب برای بهبود شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی گورخری به عنوان یک گونه مدل آزمایشگاهی است.

مواد و روش کار

بچه ماهی‌های گورخری مورد استفاده در این پژوهش از مولدین وحشی (WT)، در اردیبهشت ۱۳۹۸ از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی موج سبز تهران تهیه شد. بر اساس توصیه مرکز تحقیقات بین‌المللی ماهی گورخری (Detrich III *et al*., 2016)، بچه‌ماهیان نورس شده، تا روز پنجم پس از تخم‌گشایی (تفریخ) در ظروف شیشه‌ای جهت جذب کیسه

1- Biomedical Aquaculture
2- Zebra danio
3- Zebrafish

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

زرده نگهداری شدند. سپس تا روز دهم پس از تخم‌گشایی، به یک استخر سیمانی حاوی آب سبز در محیط گلخانه‌ای، جهت تغذیه و وزن‌گیری منتقل گردیدند. با اتمام روز دهم از تخم‌گشایی، ماهیان نورس برای مدت ۵ روز به یک مخزن پلی‌اتیلنی منتقل گردیده و به‌تدریج با ترکیبی از غذاهای زنده شامل آب سبز، روتیفر و آرتمیا تغذیه شدند. از روز شانزدهم لغایت روز بیستم پس از تخم‌گشایی، بچه‌ماهی‌ها به دو گروه A و B با سه تکرار تقسیم شدند. در هر مخزن ۳۰ قطعه و مجموعاً ۱۸۰ بچه‌ماهی با وزن متوسط ۰/۰۵ گرم و طول متوسط ۰/۴ میلی‌متر با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در ۶ آکواریوم با ابعاد برابر و گنجایش حجم ۱۰۰ لیتر توزیع شدند. بچه‌ماهی‌های گروه A با غذای پیش‌آغازین ماهی قزل‌آلا و بچه‌ماهی‌های گروه B با غذای پیش‌آغازین ماهی کپور معمولی از محصولات شرکت فرادانه ایران تغذیه شدند. آنالیز تقریبی ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش اخذ در جدول ۱ منظور گردید.

جدول ۱: آنالیز تقریبی ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش

ترکیب شیمیایی غذای پایه	جیره A (درصد)	جیره B (درصد)
ماده خشک	۸۶/۸	۸۷
پروتئین خام (درصد وزن خشک)	۵۱/۵	۴۰/۲
چربی خام (درصد وزن خشک)	۱۱/۵	۷/۷
خاکستر	۱۳	۱۲

غذا به صورت کاملاً پودر شده در دسترس بچه ماهی‌ها قرار گرفت. هر آکواریوم به بخاری ترموستات‌دار، سنگ هوا، سیستم ورود و خروج آب و سیستم نوردهی سقفی مجهز گردیدند و آب‌گیری مخازن با استفاده از عبور سیستم مکانیزه تنظیم سختی آب، انجام شد. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره آزمایش سنجش و ثبت شد (جدول ۲).

جدول ۲: شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب مخازن پرورشی در طول مدت آزمایش

شاخص آب	انحراف معیار ± میانگین در تیمارهای مختلف		p value (sig)
	Aتیمار	Bتیمار	
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۷/۴۳ ± ۰/۰۶	۷/۴۳ ± ۰/۰۸	۰/۰۰
دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۷/۰۰ ± ۰/۰۰	۲۷/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰
pH	۷/۱ ± ۰/۰۶	۷/۲ ± ۰/۰۵	۰/۰۰
آمونیاک (میلی‌گرم در لیتر)	۰ ± ۰/۰۰	۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰
نیتریت (میلی‌گرم در لیتر)	۰ ± ۰/۰۰	۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰
نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۸ ± ۰/۲۹	۰/۸ ± ۰/۳۰	۰/۰۰
هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	۵۰۰ ± ۱/۰۰	۵۰۰ ± ۱/۰۰	۰/۰۰

نوردهی مخازن به صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. روزانه ۱۰ درصد آب از بستر مخازن سیفون گردید و جایگزینی آب اتلاف شده، توسط آب هم‌دما صورت گرفت. هدایت الکتریکی آب به صورت روزانه با دستگاه کنترل کل مواد جامد محلول، خوانش شد، pH به‌وسیله pHمتر دیجیتال و میزان آمونیاک، نیتریت و نیترات آب نیز به طور روزانه با کیت‌های مربوطه سنجش و ثبت شد.

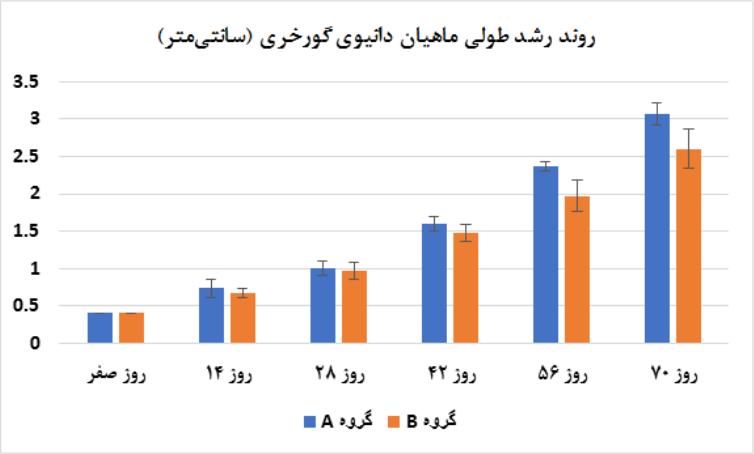
تغذیه تیمارهای مورد نظر به روش دستی، تا حد سیری ماهی‌ها طی ۵ وعده در روز به مدت ۷۰ روز صورت گرفت. آمار تلفات و خروج ماهیان مرده از مخازن به صورت روزانه ثبت و انجام گردید. زیست‌سنجی ماهی‌ها هر ۱۴ روز یک‌بار توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و ثبت شد. شاخص‌های رشد و بقاء با استفاده از رابطه‌های مندرج در مقاله Khiabani و همکاران (۲۰۲۰) محاسبه شد. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

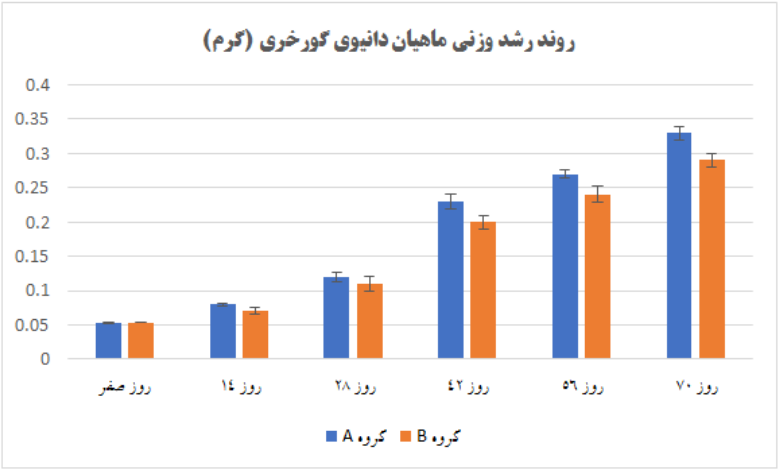
برنامه‌ریزی و اجرا گردید. برای یکنواختی واریانس و توزیع نرمال داده‌ها، به‌ترتیب از آزمون‌های تک متغیره لون و آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون آماری دانکن در سطح اعتماد ۵ درصد استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 23 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد طی ۷۰ روز تغذیه با دو جیره غذایی A و B، شاخص‌های رشد طولی و رشد وزنی اختلاف معنی‌دار آماری در بین تیمارها ایجاد کرده است (P<۰/۰۵). بررسی شاخص‌های رشد مشخص کرد، ماهیان تیمار A بیشترین میانگین طول کل ثانویه (۰/۱۵±۳/۰۷) و وزن نهایی (۰/۰۰±۰/۳۲) را به نسبت ماهیان تیمار B کسب کردند (شکل‌های ۱ و ۲). بررسی‌های ذی‌ربط مشخص کرد، نرخ تلفات (بقاء)، ضریب تبدیل غذایی، درصد رشد روزانه و درصد افزایش وزن نیز با اختلاف بسیار معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵). نرخ تلفات در ماهیان تیمار A (۱/۹۲±۸/۸۹) کمتر از تیمار B (۱/۹۲±۱۷/۷۸) بود (شکل ۳). ضریب تبدیل غذایی ماهیان تیمار A (۱/۰±۱۵/۲) در برابر ماهیان تیمار B (۱/۰±۵۹/۱۴) در وضعیت نسبی بهتری قرار دارد (جدول ۳).

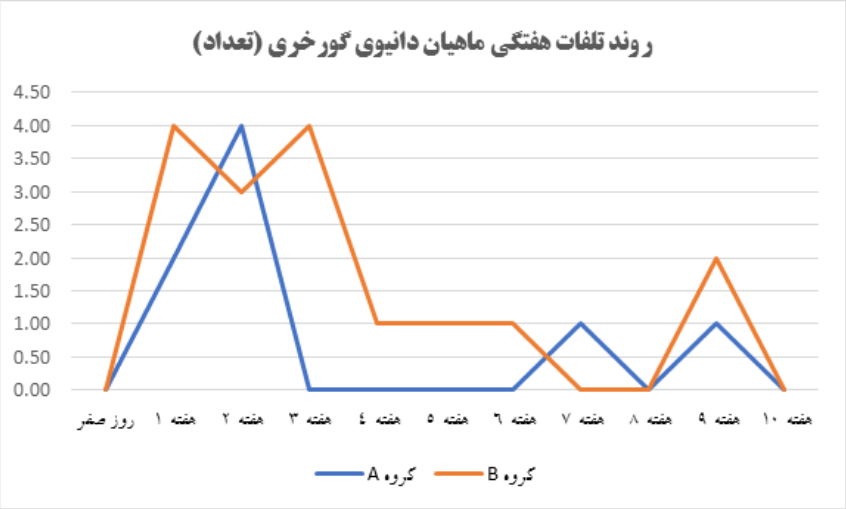


شکل ۱: روند تغییرات رشد طولی ماهیان تیمارهای A و B در روزهای ۱، ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶ و ۷۰ آزمایش



شکل ۲: روند تغییرات رشد وزنی ماهیان تیمارهای A و B در روزهای ۱، ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶ و ۷۰ آزمایش

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]



شکل ۳: روند تلفات هفتگی ماهیان تیمارهای A و B طی ۷۰ روز آزمایش

جدول ۳: میانگین شاخص‌های رشد و بازماندگی در ماهیان گورخری

شاخص	انحراف معیار ± میانگین در تیمارهای مختلف		p value (sig)	f value (f test)
	تیمار A	تیمار B		
درصد افزایش طول کل (TLG)	۶۶۶/۶۷ ± ۰/۱۵	۵۵۰/۰۰ ± ۶۶/۱۴	۰/۸۵	۰/۳۹
افزایش وزن (WG) گرم	۰/۲۷ ± ۰/۰۰	۰/۲۴ ± ۰/۰۱	۰/۰۱	۳۰/۲۵
درصد افزایش وزن (WGP)	۵۱۸/۶۴ ± ۱۸/۸۲	۴۴۷/۱۷ ± ۱۸/۸۷	۰/۰۱	۲۱/۵۶
درصد رشد روزانه (DGR)	۰/۳۹ ± ۰/۰۱	۰/۳۴ ± ۰/۰۱	۰/۰۱	۲۳/۱۴
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۱/۱۵ ± ۰/۲	۱/۵۹ ± ۰/۱۴	۰/۰۱	۳۰/۵۱
تلفات (درصد)	۸/۸۹ ± ۱/۹۲	۱۷/۷۸ ± ۱/۹۲	۰/۰۰	۳۲/۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

اطلاعات کمی در مورد نیازهای غذایی بیشتر گونه‌های ماهیان زینتی وجود دارد و در هر مرحله از آبزی‌پروری، اهداف تغذیه‌ای مختلفی دنبال می‌شود. بیشتر این بررسی‌ها در مراحل رشد لاروها صورت می‌گیرد، زیرا بیشترین هزینه‌های تحمیلی به آبزی‌پروری و بحرانی‌ترین دوره زیستی ماهیان زینتی در همین مرحله قرار دارد. نرخ تلفات در سه هفته اول هر دو گروه دارای بیشترین مقدار بود. ماهیان تیمار B دارای بیشترین نرخ تلفات بودند که از رژیم غذایی دارای سطح انرژی پایین‌تری تغذیه کرده بودند. ترکیب لیپیدها، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده رشد، موفقیت تولیدمثلی و بقاء نسل ماهیان زینتی است. وجود چربی‌ها در جیره به عنوان منبع انرژی و اسیدهای چرب ضروری، استرول‌ها و فسفولیپیدها به عنوان حامل ویتامین‌های محلول در چربی محسوب می‌شوند و از اهمیت قابل توجهی برخوردار هستند (Khiabani *et al.*, 2019). یکی از مهم‌ترین مسائل مرتبط به مدیریت آبزی‌پروری، شناخت عملکرد شاخص‌های مختلف منجمله عوامل غیرزیستی بر وضعیت نرخ رشد و بازماندگی آبزیان است. مدیریت غیر اصولی تغذیه و کیفیت آب مزارع پرورش آبزیان از جمله این شاخص‌های غیر زیستی است. حفظ کیفیت آب و تغذیه در مخازن پرورشی مناسب به طور مستقیم شاخص‌های رشد و بقاء آبزیان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این‌رو، در این

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

پژوهش، شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب از طریق روش‌ها و ابزارهای مذکور به‌خوبی طراحی و تنظیم گردید تا این موضوع عامل محدود کننده‌ای بر وضعیت رشد و بقاء ماهیان دانیوی گورخری نباشد. فقدان بهینه‌سازی و توازن در سطوح مختلف مواد تشکیل‌دهنده جیره به‌خصوص پروتئین، می‌تواند بر شاخص‌های مختلف رشد موثر باشد. محققان گزارش کردند، هنگامی که منابع انرژی‌زای جیره مکفی نباشد، پروتئین‌های موجود در جیره دی‌آمینه می‌شود و به جای صرف در راستای رشد ماهی، به منظور تولید انرژی استفاده می‌شود و این امر می‌تواند بر رشد ضعیف ماهی صحه بگذارد (Winfree and Stickney, 1981). از سوی دیگر، فقدان وجود انرژی مکفی در جیره غذایی سبب مصرف پروتئین به عنوان منبع تامین انرژی می‌شود و دفع آمونیاک نیز افزایش می‌یابد (Ali and Jauncey, 2005). در این پژوهش، پایین‌ترین عملکرد رشد به جیره‌های گروه B مربوط بود. می‌توان گفت، در جیره حاوی سطوح پایین چربی، ماهی از پروتئین به منظور تامین منابع انرژی‌زای بدن استفاده کرده و در نتیجه، اسیدهای آمینه به جای کمک به رشد ایده‌آل، صرف تأمین انرژی مورد نیاز ماهیان این تیمار شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش سطح چربی جیره شاخص‌های رشد نیز اثربخشی بهتری داشته‌اند. این موضوع ثابت می‌کند که ماهی دانیوی گورخری توانایی بالایی در استفاده از چربی به منزله منبع انرژی را دارد. لذا استفاده از سطوح مناسب منابع غیر پروتئینی تامین کننده انرژی در جیره این ماهی می‌تواند موجب کاهش کاتابولیسم پروتئین به منظور تولید انرژی شود، در نتیجه شاهد افزایش نرخ رشد طولی و وزنی در این ماهی خواهیم بود. ضریب تبدیل غذایی شاخص معتبری برای تولیدکنندگان برای دستیابی به تغذیه مطلوب و کاهش هزینه‌های تولید است (Alvarez-González *et al*., 2001). ضریب تبدیل غذایی برای تیمار A که دارای بهترین عملکرد رشد را در این آزمایش از خود نشان داده است، ۱/۱۵ ±۰/۲ بود که بر کارایی بهتر این سطح از نیازهای غذایی این ماهی صحه گذارده است. آنچه از سطح پروتئین موجود در جیره مهم‌تر است، نسبت‌های اسید آمینه و تنوع منابع پروتئین افزوده شده در ترکیب جیره است که تأثیر قابل‌توجهی بر رشد و نتایج ترکیب بدن در ماهی گورخر دارد (Smith Jr *et al*., 2013). در یک پژوهش مشابه، لاروهای ماهی گورخری فرم وحشی ۲۱ روزه به مدت ۱۶ هفته با پنج جیره غذایی مختلف تغذیه شدند. همه ماهی‌ها جیره روزانه بیش از ۵ درصد وزن بدن را دریافت کردند. تیمار دارای سطح ۵۸/۸۵ درصد پروتئین و ۱۴/۰۸ درصد چربی از بیشترین نرخ رشد وزنی و ماهی‌های دارای سطح ۶۰/۶۳ درصد پروتئین و ۳۶/۸۷ درصد چربی از بیشترین نرخ رشد طولی برخوردار بودند. از سوی دیگر، ماهی‌های گورخری تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۴۷/۹ درصد پروتئین و ۱۲/۲۴ درصد چربی از کمترین نرخ رشد وزنی و ماهی‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۴۸/۱۷ درصد پروتئین و ۱۱/۰۱ درصد چربی از کمترین نرخ رشد طولی برخوردار بودند (Fowler *et al*., 2019). انعطاف‌پذیری گوارشی پدیده مهمی است. زیرا به حیوان اجازه می‌دهد تا انرژی و بازگشت مواد مغذی را از رژیم غذایی مصرفی به حداکثر ممکن برساند و هزینه‌های نگهداری زیرساخت‌های مختلف بدن را از نظر انرژی و پروتئین مورد نیاز نیز کاهش دهد (Zaldúa and Naya, 2014). نظریه راکتور شیمیایی[1] نشان می‌دهد که دستگاه گوارش به عنوان یک راکتور شیمیایی برای پردازش محتوای جیره غذایی در بدن جانوران عمل می‌کند. احتمالاً ساختار و عملکرد روده باید با رژیم غذایی مطابقت داشته باشد تا از جذب کافی مواد مغذی و انرژی برای حفظ عملکرد اطمینان حاصل شود. در این نظریه، ترکیب بیوشیمیایی جیره مهم‌ترین عامل موثر بر ساختار و عملکرد روده در مهره‌داران است. لی و همکاران (سال) کارکرد رژیم غذایی ماهی دانیوی گورخری را در سطوح مختلف پروتئین و فیبر (از پروتئین بالا با فیبر کم و پروتئین کم و پر فیبر) تغذیه کردند. آنها مشاهده کردند که چگونه طول روده، مساحت سطح و همچنین سطح فعالیت آنزیم‌های گوارشی (آمیلاز، مالتاز، تریپسین، آمینوپپتیداز و لیپاز) در پاسخ به این تغییرات جیره غذایی تغییر می‌کند. آنها مشاهده کردند، ماهی‌هایی که از رژیم غذایی با کیفیت پایین پروتئین استفاده می‌کردند، طولانی‌ترین روده را با بیشترین سطح اپیتلیال روده و حجم سلولی انتروسیت داشتند، ماهی‌های دارای جیره پروتئینی با کیفیت متوسط دارای مقادیر متوسطی از اکثر این

1- Chemical Reactor Theory (CRT)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

پارامترها و ماهی‌های دارای جیره پروتئینی با کیفیت بالا، دارای کمترین مقدار بودند. به طور کلی، سطح فعالیت آنزیم‌های گوارشی در ماهی‌هایی که با جیره‌های متوسط و با کیفیت پایین تغذیه می‌شدند، بالا بود، اما در ماهی‌هایی که با جیره‌های غذایی با کیفیت متوسط تغذیه می‌شدند، بالاترین میزان بود که نشان می‌دهد رژیم غذایی با سطح پروتئین نزدیک به رژیم غذایی طبیعی ماهی گورخری (آنها طبیعت همه چیزخوار هستند)، ممکن است بهترین عملکرد روده را ایجاد کنند. با این‌حال، ماهی‌هایی که از رژیم غذایی با بیشترین سطح پروتئین تغذیه شده بودند، دارای بیشترین نرخ رشد بودند (Leigh *et al*., 2018). این موضوع اختلاف معنی‌دار موجود در نرخ رشد بیشتر ماهیان گورخری گروه A و انعطاف‌پذیری گوارشی این گونه را به‌خوبی توجیه می‌کند. در مجموع، ماهیان برخوردار از جیره غذایی دارای سطوح پروتئینی ۵۱/۵ درصد و ۱۱/۵ درصد چربی از نرخ رشد و بقاء بهتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با سطوح پروتئینی ۴۰/۲ درصد و ۷/۷ درصد چربی برخوردار بودند. پژوهشگران گزارش کردند، ماهی‌های گورخری تراریخته عملکرد بهتری در نرخ رشد، مصرف خوراک بالاتر و قدرت افزایش جذب روده‌ای بهتری در مقایسه با ماهی‌های گورخری غیرتراریخته دارند (Meirelles *et al*., 2021). این موضوع نشان از اهمیت استفاده از جمعیت یکدست و همگون در مطالعات پژوهشی مرتبط با این ماهی دارد و موضوعی است که امکان مقایسه لاین‌های استاندارد ماهی گورخری در تحقیقات مختلف را بیان می‌کند (Khiabani, 2019). کارشناسان علم زیست‌شناسی توصیه می‌کنند، استانداردهای غذایی برای ماهی دانیوی گورخری به‌نوعی تعریف شود تا از کاربرد رایج آنها در تحقیقات زیست‌پزشکی حمایت شود (Fowler *et al*., 2019).

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات دکتر حسین انوری‌فر (عضو محترم دانشگاه جامع علمی کاربردی واحد استانی گلستان) و مهندس آرش استقلالیان (مدیر محترم مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان زینتی موج سبز) به‌واسطه همکاری و فراهم آوردن بستر لازم برای انجام این پژوهش، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

Ali, M. and Jauncey, K., 2005. Approaches to optimizing dietary protein to energy ratio for African catfish Clarias gariepinus (Burchell, 1822). *Aquaculture Nutrition*, 11(2), 95-101.

Alvarez-González, C.A., Civera-Cerecedo, R., Ortiz-Galindo, J.L., Dumas, S., Moreno-Legorreta, M. and Grayeb-Del Alamo, T., 2001. Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, Paralabrax maculatofasciatus, fed practical diets. *Aquaculture*, 194(1-2), 151-159.

Detrich III, H.W., Westerfield, M. and Zon, L.I., 2016. Methods in Cell Biology The Zebrafish: Genetics, Genomics, and Transcriptomics Preface, pp. XXV-XXVI, ELSEVIER ACADEMIC PRESS INC 525 B STREET, SUITE 1900, SAN DIEGO, CA 92101 ….

Fowler, L.A., Williams, M.B., Dennis-Cornelius, L.N., Farmer, S., Barry, R.J., Powell, M.L. and Watts, S.A., 2019. Influence of commercial and laboratory diets on growth, body composition, and reproduction in the zebrafish Danio rerio. *Zebrafish*, 16(6), 508-521.

Heenatigala, P., 2012. A study of the constraints affecting ornamental fish production in Sri Lanka.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

Homska, N., Kowalska, J., Bogucka, J., Ziółkowska, E., Rawski, M., Kierończyk, B. and Mazurkiewicz, J., 2022. Dietary fish meal replacement with Hermetia illucens and Tenebrio molitor larval meals improves the growth performance and nutriphysiological status of ide (*Leuciscus idus*) juveniles. *Animals*, 12(10), 1227.

Khiabani, A., 2019. Review of the ethical and technical principles of working with zebrafish as a species of the biological model in medical science studies. *Iranian Journal of Medical Ethics and History of Medicine (ijme)*, 12(1), 58-72.

Khiabani, A., Keramat, A. and Tahergorbi, R., 2019. Use of highly unsaturated fatty acid (HUFA) in ornamental fish feeds. *Survey in Fisheries Sciences*, 6(1), 64-76.

Khiabani, A., Keramat, A.S., Orji, H., Esmaili Fereidouni, A. and Hosseinzadeh Sahafi, H., 2020. Influence of different levels of dietary arachidonic acid supplementation on growth parameters and survival of Zebrafish (*Danio rerio*). *ISFJ*, 29(2), 179-191.

Khiabani, A. and Esteghlalian, A., 2021. A review of the biotechnical of commercial breeding of Zebrafish (*Danio rerio*). *Journal of Ornamental Aquatics*, 8(2), 27-41.

Kishawy, A.T., Mohammed, H.A., Zaglool, A.W., Attia, M.S., Hassan, F.A., Roushdy, E.M., Ismail, T.A. and Ibrahim, D., 2022. Partial defatted black solider larvae meal as a promising strategy to replace fish meal protein in diet for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Performance, expression of protein and fat transporters, and cytokines related genes and economic efficiency. *Aquaculture*, 555, 738195.

Konnert, G., Martin, E., Gerrits, W., Gussekloo, S., Masagounder, K., Mas-Muñoz, J. and Schrama, J., 2022. Interactive effects of protein and energy intake on nutrient partitioning and growth in Nile tilapia. *Animal*, 16(4), 100494.

Kowalska, J., Rawski, M., Homska, N., Mikołajczak, Z., Kierończyk, B., Świątkiewicz, S., Wachowiak, R., Hetmańczyk, K. and Mazurkiewicz, J. , 2022. The first insight into full-fat superworm (*Zophobas morio*) meal in guppy (*Poecilia reticulata*) diets: A study on multiple-choice feeding preferences and growth performance. *Annals of Animal Science*, 22(1), 371-384.

Leigh, S.C., Nguyen-Phuc, B.-Q. and German, D.P., 2018. The effects of protein and fiber content on gut structure and function in zebrafish (*Danio rerio*). *Journal of Comparative Physiology B*, 188(2), 237-253.

Meirelles, M.G., Nornberg, B.F., da Silveira, T.L., Kütter, M.T., Castro, C.G., Ramirez, J.R.B., Pedrosa, V., Romano, L.A. and Marins, L.F., 2021. Growth hormone overexpression induces hyperphagia and intestinal morphophysiological adaptations to improve nutrient uptake in Zebrafish. *Frontiers in Physiology*, 1388.

Ohs, C., DiMaggio, M., Grabe, S., Broach, J., Watson, C., Breen, N. and Barrows, F., 2013. Effects of increasing docosahexaenoic acid (DHA) and arachidonic acid (ARA) in brood diets of *Monodactylus sebae* on fecundity, egg and larval quality, and egg fatty

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

acid composition. *North American Journal of Aquaculture*, 75(2), 285-294.

Pandey, G., 2013. Feed formulation and feeding technology for fishes. *International Research Journal of Pharmacy*, 4(3), 23-30.

Ringø, E., Olsen, R.E., Vecino, J.G., Wadsworth, S. and Song, S., 2012. Use of immunostimulants and nucleotides in aquaculture: a review. *Journal of Marine Science*: *Research* & *Development*, 2(1), 104.

Smith Jr, D.L., Barry, R.J., Powell, M.L., Nagy, T.R., D'Abramo, L. and Watts, S.A., 2013. Dietary protein source influence on body size and composition in growing zebrafish. *Zebrafish*, 10(3), 439-446.

Wang, A., Meng, D., Hao, Q., Xia, R., Zhang, Q., Ran, C., Yang, Y., Li, D., Liu, W. and Zhang, Z., 2022. Effect of supplementation of solid-state fermentation product of *Bacillus subtilis* HGcc-1 to high-fat diet on growth, hepatic lipid metabolism, epidermal mucus, gut and liver health and gut microbiota of zebrafish. *Aquaculture*, 560, 738542.

Winfree, R.A. and Stickney, R.R., 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. *The Journal of Nutrition*, 111(6), 1001-1012.

Zaldúa, N. and Naya, D.E., 2014. Digestive flexibility during fasting in fish: a review. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 169, 7-14.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]

Comparison of the effects of feeding two different diets on the growth rates and survival of Zebrafish (*Danio rerio*)

Khiabani A.R.[1*]

*khiabani@uast.ac.ir

1-Department of Agriculture and Natural Resources, University of Applied Science and Technology, Tehran, Iran

Abstract:

The aim of this study was to compare the effects of feeding two different diets on the growth rate and survival of zebrafish in order to produce resistant and better-quality fish. For this purpose, two experimental diets with different levels of protein and fat were given to zebrafish (20 days old) five times a day for a period of 70 days (10 weeks). The results of this research showed that feeding with two rations with different levels of protein and fat on the indicators of length growth, weight growth has created a statistically significant difference among the treatments ($P<0.05$). Loss rate (survival), food conversion ratio, daily growth percentage and weight gain percentage are also highly significant ($P<0.05$). In total, fish fed with a diet with protein levels of 51.5% and 11.5% fat had better growth and survival rates than fish fed with protein levels of 40.2% and 7.7% fat. This proves that zebrafish has a high ability to use fat as an energy source. The use of appropriate levels of non-protein energy sources in the diet of this fish can reduce protein catabolism in order to produce energy, as a result, we will see an increase in the growth rate of length and weight in this fish.

Keywords: Zebrafish, Danionidae, Fish feeding

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.3.2.7]