"مقاله پژوهشی"

اثرات تغذیه آرتمیای غنی‌سازی شده با ید بر شاخص‌های رشد و میزان هورمونهای تیروئیدی (T_3 و T_4) در لارو ماهی زبرا (*Danio rerio*)

سمیرا مقدم‌فر[۱]، محمد رضا ایمان‌پور*[۱]، علی شعبانی[۱]، رقیه صفری[۱]

۱- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۱۹

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثرات تغذیه‌ای آرتمیای غنی سازی شده با ید بر شاخص‌های رشد و میزان هورمون‌های تیروئیدی T_3 و T_4 بر لارو ماهی زبرا (*Danio rerio*) در قالب طرح کاملا تصادفی در ۴ تیمار غذایی با ۳ تکرار، به مدت ۶۰ روز انجام گردید. تیمارها شامل ماهیان تغذیه شده با آرتمیا (*Artemia franciscana*) غنی سازی نشده (تیمار یک) ، تغذیه شده با آرتمیای غنی‌سازی شده با ۰/۰۲۵ گرم ید در لیتر(تیمار دو) ، تغذیه شده با آرتمیای غنی‌سازی شده با ۰/۰۵ گرم ید در لیتر(تیمار سه) ، تغذیه شده با آرتمیای غنی‌سازی شده با ۰/۱ گرم ید(تیمار چهار) می باشند، لاروهای ماهی زبرا ۴ بار در روز هر ۴ ساعت یک بار به میزان ۱۰٪ وزن بدن تغذیه می‌شدند. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های رشد در تیمارهای مختلف وجود نداشت ($P>0/05$) اما میزان رشد در تیمار یک از سایر تیمارها کمتر بود. میانگین غلظت هورمون T_3 در تیمار دو نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود ($P>0/05$). بیشترین میزان غلظت هورمون T_4 نیز مربوط به تیمار دو بود و تفاوت معنی‌داری میان تیمار یک و تیمار دو در میزان غلظت هورمون T_4 وجود داشت ($P<0/05$) و همچنین در تمامی تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد افزایش غلظت هورمون T_4 مشاهده شد ($P<0/05$). با توجه به نتایج فاکتورهای رشد و میزان هورمون‌های T_3 و T_4، در این آزمایش به نظر می‌رسد که غنی‌سازی با غلظت ۰/۰۲۵ گرم در لیتر ید احتمالاً سطح بهینه‌ای از غلظت ید به منظور غنی‌سازی می‌باشد.

کلمات کلیدی: آرتمیا، غنی‌سازی، ید، ماهی زبرا، رشد، هورمون تیروئید

* عهده‌دار مکاتبات (✉). imanpour_m@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

مقدمه

قابلیت دسترسی به غذای مناسب برای تغذیه از جمله عوامل مهم در پرورش موفقیت آمیز ماهیان جهت تضمین سلامتی و رشد به ویژه در مراحل نوزادی می-باشد. تولید غذای زنده با کیفیت و کمیت مناسب به ویژه در مراحل ابتدایی پرورش لاروها یعنی آغاز تغذیه فعال (تغذیه خارجی)، از اهمیت زیادی برخوردار است. در بین انواع مختلف غذاهای زنده آرتمیا به دلیل داشتن درصد بالایی از پروتئین و چربی، اسیدهای چرب مطلوب و آنزیم های آمیلاز و تریپسین، کوتاه بودن سن بلوغ، هم آوری نسبتا زیاد و تراکم پذیری آن در زمان پرورش ، مورد توجه است. تفریخ ساده و آسان ناپلی آرتمیا کمترین زحمت را برای دستیابی به این غذای زنده برای آبزی پروری ممکن می‌سازد (Lawrence, 2007). از طرف دیگر ناپلی آرتمیا طی فرآیند غنی-سازی، می تواند به عنوان حامل عناصر مختلفی مانند ید استفاده شود (Watanabe *et al*., 1997). در نتیجه با توجه به توانایی آرتمیا در ذخیره سازی و انتقال مواد شیمیایی، کیفیت مناسب به عنوان ماده تغذیه‌ای و عدم مشاهده اثرات مضر، ابزار دلخواهی برای انتقال عناصر مغذی مثل ید می‌باشد (امیری و همکاران، ۱۳۹۲ و ضیائی نژاد، ۱۳۹۳).

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که میزان ید موجود در گونه‌های مختلف آرتمیا نسبت به سایر غذاهای زنده به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر می‌باشد (Hamer *et al*.,2002; Moren *et al*., 2006; Solbakken *et al*., 2002) و این مطلب می‌تواند توضیح دهنده علت دگردیسی موفق‌تر در لارو ماهیان دریایی تغذیه شده با زئوپلانکتون‌های وحشی در مقایسه با لاروهای تغذیه شده با آرتمیا باشد. آرتمیا برای پرورش اغلب لاروهای ماهیان آب شیرین از جمله ماهی زبرا مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lawrence, 2007). معمولا برای تغذیه ماهیان آب شیرین مانند زبرا از آرتمیا استفاده می‌شود با این حال هنوز مشخص نیست که آیا سطوح یدی که به طور معمول در آرتمیا وجود دارد، برای ماهی قابل دسترس می‌باشد یا خیر. معمولا زمانی که از غذای زنده (آرتمیا و...) برای تغذیه ماهی استفاده می‌شود می‌توان با غنی‌سازی توسط ریزمغذی‌های محلول مانند ید به بهبود وضعیت تغذیه‌ای آبزی کمک نمود. این فرآیند از طریق نوشیدن آب یا جذب سطحی توسط غذای زنده انجام می‌شود (Moren et al., 2006; Hamre *et al*., 2008; Ribeiro *et al*., 2009). آب شیرین نسبت به آب شور از مقادیر خیلی کمتری از ید برخوردار است (Watanabe *et al*., 1997). میزان ید موجود در آب شور اغلب ۵۸ میکروگرم در لیتر می‌باشد در صورتی که در آب شیرین به ندرت به ۱۵ میکروگرم در لیتر می‌رسد، بنابراین مصرف ید در رژیم غذایی ماهیان آب شیرین ضروری می‌باشد. اغلب غذای زنده مورد استفاده در دوران لاروی ماهی زبرا آرتمیا می-باشد که همانطور که قبلا گفته شده از سطوح پایین ید برخوردار است (Lawrence, 2007). ماهی زبرا با نام علمی *Danio rerio* متعلق به خانواده سیپرینیده در آب‌های شیرین مناطق گرمسیر زندگی می‌کند. پایدار بودن ژن‌ها، داشتن شباهت زیاد ژن‌های این ماهی به ژن‌های انسان، پرورش ساده و مقاومت بالای این ماهی این ماهی را به یک مدل ایده‌آل برای مطالعات آسیب شناسی مولکولی در ارتباط با بیماری‌های ژنتیکی انسان و مطالعات تکوینی جدید بدل ساخته است (Hawkyard *et al*., 2015).

عملکـــرد هورمـون‌هـــای تیروئیـدی ماهیـان مشـــابه عملکـــرد آنهـا در پسـتانداران مـی‌باشـد. هورمونهـای تیروئیـدی موجـب سـنتز پـروتئین (آنـزیم) Na + K+ -ATPase شده و بـر فعالیـت آن مـی‌افزایـد و مصـرف ATPرا از ایـن طریـق افـزایش مـی‌دهنـد. اثـرات ایـن هورمـون‌هـا بـه کنـدی بـروز مـی‌کنـد. اگـر چـه اثـرات هورمـون T_3 بـه مراتـب سـریع‌تـر و قـویتر از T_4 اسـت. فرآیند دگردیسی موجودات تحت تـأثیر میـزان فعالیـت غده تیروئیـد مـی‌باشـد (Norris, 2007). هورمـون‌هـای تیروئیدی نقش محوری در رشد و نمو ماهیان استخوانی بازی می‌کننـد (Power *et al*., 2008). منبـع تـامین یـد بـرای مـاهی از طریـق جـذب یـد محلـول در آب دریـا توسط آبشش‌ها بـوده و یـا بایـد از طریـق جیـره غـذایی تامین گـردد. بـا توجـه بـه اینکـه ماهیـان آب شـیرین از کمترین میزان ید محلول در آب برخوردارند یـد مـورد نیاز آن‌ها باید از راه تغذیه ماهی تامین گردند.

غده تیروئید به صورت دسته‌های کوچک از سلول‌ها در بافـت هـم بنـد حلـق پراکنـده مـی‌باشـند. ایـن سـلول‌هـا تیروکسین ترشح می‌کنند که نقش مهمی بر روی رشـد، تکامل و متابولیسم در بسیاری از ماهیـان دارد. هورمـون تیروئید یک هورمون محلول در چربـی کوچـک اسـت که توسط فولیکول‌های تیروئید تولید مـی‌شـود. دو فـرم فعال آن T_4 (تترایودوتیرونین) و T_3 (تری یدوتیرونین) مـی‌باشـد. ماهیـان مولـد مقـدار قابـل تـوجهی هورمـون تیروئید را در اووسیتهای توسعه یافته خـود ذخیـره مـی-کنند. مقدار هورمون تیروئید و نسبت T_3به T_4 درتخم گونه‌های مختلف و در مولدین گونه‌هـای یکسـان زیـاد می‌باشد. نقش هورمون تیروئید درتخـم‌هـا هنـوز روشـن نیست. تیروکسـین در کمـک بـه ظهـور برخـی تغیـرات ریختی و فیزیولوژیکی مرتبط با دگردیسی حائز اهمیـت مـی‌باشـد. همچنـین ایـن هورمـون سـبب شـروع رفتـار مهاجرتی رو به دریا، سـازش تنظیـم اسـمزی مربـوط در آزاد ماهیان جوان و تغیرات فیزیولوژیکی مارماهیـان در خلال مهاجرت تخم‌ریزی به دریـا مـی‌گـردد. هورمـون تیروئیـد، بـر روی میـزان مصـرف اکسـیژن، تحریـک گوانین برای تجمع در پوست و تغییـر میـزان سـوخت و ساز مواد قندی و نیتروژن اثر می‌گذارد. اما تـاثیر آن بـر روی تنظیـم اسـمزی مایعـات بـدن هنـوز مـورد شـک و تردید است ولـی مشـاهده شـده کـه تجـویز تیروکسـین تمایل آزاد ماهیان جوان را برای مهاجرت بـه آب شـور افزایش می‌دهد (ستاری، ۱۳۸۱). پیشـرفت‌هـای جدیـد در بررسـی نقـش هورمـون تیروئیـد در رشـد ماهیـان بـا مراجعه به پرورش ماهیان مورد بررسی قرار گرفته است. گرچه بالا بـردن بقـا و رشـد جنـین‌هـا و لاروهـا توسـط غنی‌سازی درتخم‌ها با هورمون تیروئید در بعضی مـوارد گزارش شده است و همچنین محمد رضایی و همکاران (۱۳۹۱)، تغییرات هورمون تیروکسین، تری‌یدوترونین و کورتیزول و یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم طـی مرحلـه اسمولت بچه مـاهی آزاد دریـای خـزر را مـورد مطالعـه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشـان مـی‌داد کـه هورمـون‌هـای تیروئیدی (T_3 و T_4) در بهار به ویژه در بچه‌ماهیـان آزاد ماهی دریای خزر ۲۰ گرمی بیشتر بـوده و در ایـن فصـل فرآیند اسمولت شدن بارزتر بـوده اسـت. همچنـین ایـن بچه‌ماهیان از لحاظ فیزیولوژیک آمـادگی مهـاجرت بـه سمت پـایین دسـت رودخانـه و دریـا را دارا مـی‌باشـند. Nugegoda و Kibria (۲۰۱۶)، با بررسـی اثـرات مـواد شیمیایی زیست محیطی بر روی عملکرد تیروئیـد مـاهی نیز بیان داشتند که هورمون‌های تیروئیدی نقـش اساسـی در رشد و توسعه ماهیان بـه‌ویـژه در دوران لاروی دارد. بررسی آن‌ها نشـان داد کـه ماهیـانی کـه بـر اثـر عوامـل

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

استرس‌زا محیطی (عوامل شیمیایی و عوامل استرس‌زا فیزیکی) باعث تغییر قابل توجهی در تعادل T_4 موجود در پلاسما، T_3 و آسیب به هایپرتروفی تیروئید می‌شوند که از عوارض آن مهار تولید اسپرم، کاهش تولید تخم، کاهش رشد و افزایش مرگ و میر لارو می‌باشد. با توجه به موارد ذکر شده و از آنجاییکه تا کنون مطالعه‌ای در زمینه تاثیر ید در اثرات تغذیه آرتمیای غنی‌سازی شده توسط ید بر شاخص‌های رشد و میزان هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) در لارو ماهیان زینتی از جمله ماهی زبرا صورت نگرفته است، مطالعه حاضر با هدف بررسی پارامترهای مذکور صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه آبزی پروری شهید ناصر فضل‌بر آبادی در غالب طرح کاملا تصادفی در بازه زمانی ۶۰ روزه طراحی و اجرا گردید تعداد ۸۰۰ عدد لارو ماهی زبرا ازمرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی تهیه و به مدت یک هفته به منظور سازگاری در شرایط پرورشی در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. تیمارها در غالب ۴ تیمار و سه تکرار در ۱۲ آکواریوم تقسیم گردیدند. لاروهای ماهی زبرا با میانگین وزنی ۰/۰ ± ۰/۰۲ گرم (برای هر ماهی) و میانگین طول ۰/۱ ± ۰/۵ سانتی‌متر (برای هر ماهی) به هر کدام از اکواریوم‌ها انتقال یافت. تیمارها شامل تیمار یک (تیمار شاهد) (تغذیه شده با آرتمیای غنی‌سازی نشده)، تیمار دو (تغذیه شده با آرتمیای غنی‌سازی شده با ۰/۰۲۵ گرم در لیتر ید)، تیمار سه (تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با ۰/۰۵ گرم در لیتر ید) و تیمار چهارم (تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با ۰/۱ گرم در لیتر ید) می‌باشد.

هچ و غنی‌سازی آرتمیا

جهت تأمین ناپلی‌آرتمیای مورد نیاز به منظور غذادهی، از سیست آرتمیای فرانسیسکانا (*Artemia franciscana*) با درصد هچ ۸۰ درصد استفاده شد. تخم گشایی سیست‌های کپسول‌زدایی شده با به کارگیری ظروف قیفی شکل با حجم یک و نیم لیتر با استفاده از شوری ۲ ± ۳۵ انجام شد. سیست‌های کپسول زدایی شده، در ظروف شیشه‌ای در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، شرایط نوری (۲۰۰۰ لوکس) و هوادهی شدید انکوباسیون شدند (Gomez-Gill *et al.*, 1998). پس از ۲۴ ساعت ناپلیوس های تخم گشایی شده از مرحله اینستار II به مدت ۱۲ ساعت غنی سازی شدند. به‌منظور غنی‌سازی، ید به میزان‌های ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر، ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر در هر ظرف حامل ناپلی به صورت محلول در آب اضافه گردید.

پس از ۱۲ ساعت انجام عمل غنی‌سازی، ناپلی‌های غنی سازی شده، با استفاده از رفتار نورگرایی مثبت، از سیست‌ها و پوسته سیست‌های هچ شده جدا سازی شده و با استفاده از صافی با چشمه ۱۲۰ میکرون، با آب شیرین شسته شده و در ظروف مخروطی دیگری با دمای ۲۸ درجه سانتیگراد و شوری ppt ۳۰ سیفون شدند و منظور غذا دهی به لاورها نگهداری شدند.

تغذیه لاروها

در طول آزمایش لاروها با تناوب چهار بار در روز و به اندازه ۱۰٪ درصد وزن بدن تغذیه شدند (Hawkyard *et al.*, 2015). در هر وعده غذایی به منظور درسترسی بیشتر ماهی به ناپلی‌ها هواده‌ها قطع گردید. غذا دهی لاروها در طول دوره پرورش ۴ بار در روز انجام گرفت. به منظور بررسی رشد لاروهای ماهی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

زبرا زیست سنجی لاروها در ابتدا دوره پرورش و در انتهای آن صورت گرفت. برای این منظور در هر نوبت تعداد ۲۰ لارو از هر تکرار بطور تصادفی صید گردید. وزن و طول کل آنها اندازه گیری شد. در آخر دوره افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی ودرصد بازماندگی طبق فرمول محاسبه گردید.

افزایش وزن بدن (Hung *et al*.,1989)

وزن ابتدای دوره – وزن انتهای دوره = افزایش وزن بدن

درصد افزایش وزن (Bekcan *et al*., 2006)

۱۰۰×[وزن ابتدای دوره÷(وزن ابتدای دوره - وزن انتهای دوره)]= درصد افزایش وزن بدن

نرخ رشد ویژه (Bekcan *et al*., 2006)

۱۰۰×[طول دوره آزمایش÷(لگاریتم طبیعی وزن اولّیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی)]= نرخ رشد ویژه

ضریب چاقی (Hung and lutes,1989)

وزن ماهی (گرم) × طول ماهی (سانتی‌متر) × ۱۰۰

درصد بازماندگی (Bilton and Robins, 1973)

۱۰۰× (تعداد ماهیان در انتهای دوره آزمایش– تعداد ماهیان در ابتدای دوره آزمایش) = درصد بازماندگی

اندازه گیری هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4)

برای آماده سازی نمونه‌ها ابتدا ۲۰ عدد لارو از هر آکواریوم برداشته شد. به علت کوچکی اندازه لاروها امکان خونگیری از آنها وجود نداشت، لذا نمونه‌ها پس از خروج از اکواریوم داخل بشر ریخته شد و به خوبی هموژن شدند. پس از آن عصاره سلولی به دست آمده را توسط بافر فسفات رقیق کرده و ۱ گرم از آن را داخل ویال ریخته و سانتریفیوژ انجام گردید. در آخر توسط الایزا میزان هورمون تیروئیدی بافت ماهی (T_3 و T_4) اندازه گیری گردید.

روش آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از تست نرمالیتی، به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون دانکن (Duncan) جهت مقایسه میانگین‌ها انجام شد. اختلاف بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف با سطح اطمینان (P>۰/۰۵) تعیین گردید. برای عملیات آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. تمام داده‌های متن بر اساس میانگین ± انحراف معیار محاسبه شدند.

نتایج

زیست سنجی لاروهای زبرا

میانگین وزن و طول ماهیان در ابتدای دوره و انتهای دوره (جدول ۱) تفاوت معنی‌داری میان تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵). هر چند در انتهای دوره تمامی تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌سازی شده رشد بیشتری نسبت به شاهد داشتند و تیمار ۲ (آرتمیای غنی-سازی شده با ۰/۰۲۵ گرم ید) بالاترین میزان میانگین وزنی و طولی را دارا بود. کمترین میزان میانگین طول و وزن متعلق به تیمار شاهد بود.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

جدول۱: میانگین شاخص‌های رشد و تغذیه بچه‌ماهی زبرا در تیمارهای مختلف آرتمیای غنی‌سازی شده (گرم در لیتر)

شاخص	شاهد	۰/۰۲۵ ید	۰/۰۵ ید	۰/۱ ید
میانگین وزن ابتدای دوره (گرم)	۰/۰۱± ۰/۰۰۶^{a}	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۷^{a}	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۸^{a}	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۷^{a}
میانگین وزن انتهای دوره (گرم)	۰/۰۹۱ ± ۰/۰۰۹^{a}	۰/۱۵۳ ± ۰/۰۴۲^{a}	۰/۰۹۶ ± ۰/۰۰۴^{a}	۰/۰۹۷ ± ۰/۰۰۳^{a}
طول ابتدای دوره (سانتی‌متر)	۰/۵ ± ۰/۰۵^{a}	۰/۵ ± ۰/۰۵^{a}	۰/۶ ± ۰/۰۷^{a}	۰/۵ ± ۰/۰۶^{a}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۲/۱۴۵ ± ۰/۱۲۵^{a}	۲/۵ ± ۰/۰۳^{a}	۲/۲۴ ± ۰/۰۴^{a}	۲/۲۳ ± ۰/۰۳۶^{a}
افزایش وزن بدن (گرم)	۰/۰۸۷ ± ۰/۰۰۹ ^{a}	۰/۱۴۷ ± ۰/۰۴۲^{a}	۰/۰۸۹ ± ۰/۰۰۴^{a}	۰/۰۹۱ ± ۰/۰۰۴^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۴/۳۵۷ ± ۰/۲۲^{a}	۵/۰۸۷ ± ۰/۴۷^{a}	۴/۳۷۶ ± ۰/۰۸ ^{a}	۴/۴۱۲ ± ۰/۰۷^{a}
نرخ بازماندگی (درصد)	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
ضریب چاقی	۰/۷۹۶ ± ۰/۰۸۴^{a}	۰/۸۹۸ ± ۰/۰۶۸^{a}	۰/۸۵۷ ± ۰/۱۶^{a}	۰/۸۲۰ ± ۰/۰۰۱^{a}

حروف انگلیسی مشترک در هر ردیف نشان‌دندهٔ معنی‌دار نبودن در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

بیشترین افزایش وزن (۰/۱۴۷گرم) مربوط به تیمار ۲ تغذیه‌ای و کمترین میزان رشد مربوط به تیمار شاهد با میانگین (۰/۰۸۹ گرم) تعلق داشت با این حال اختلاف معنی‌داری میان آنها مشاهد نشد (P>۰/۰۵). میانگین رشد و ضریب چاقی نیز اخلاف معنی‌داری میان تیمارها و شاهد نشان نداد (P>۰/۰۵).

میانگین سطح ید در لاروهای ماهی زبرا

جدول ۲

میزان میانگین غلظت هورمون‌های تیروئیدی را در تیمارهای تغذیه‌ای و گروه شاهد نشان می‌دهد. در این مقایسه بیشترین میزان غلظت هورمون‌های تری-یدوتیروکسین (T_3) و تیروکسین (T_4) متعلق به تیمار ۲می‌باشد، که میزان هورمون تیروکسین (T_4) اختلاف معنی‌داری تیمار شاهد نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

جدول ۲: میانگین غلظت هورمون‌های تیروئیدی بچه‌ماهی زبرا در تیمارهای مختلف آرتمیای غنی‌سازی شده (گرم در لیتر)

حروف انگلیسی مشترک در هر ردیف نشان‌دندهٔ معنی‌دار نبودن در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

هورمون‌های تیروئیدی	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
تری یدو تیروکسین (T_3)	۰/۷۴± ۰/۰۹۱^{a}	۰/۸۸ ± ۰/۱۵۵^{a}	۰/۶۳ ± ۰/۰۹۱ ^{a}	۰/۵۹ ± ۰/۵۶^{a}
تیروکسین (T_4)	۱/۲۰ ± ۰/۴۲^{b}	۲/۱۵ ± ۰/۰۷^{a}	۱/۶۵ ± ۰/۲۱^{ab}	۱/۹۵ ± ۰/۳۵^{ab}

حروف انگلیسی مشترک در هر ردیف نشان‌دندهٔ معنی‌دار نبودن در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

بحث

نتایج تحقیق نشان داد که تغذیه لارو ماهی زبرا با آرتمیای غنی‌سازی شده با ید موجب افزایش غلظت هورمون‌های تیروئیدی و افزایش رشد در لاروهای این ماهی گردید. به طوری که، افزایش سطح هورمون‌های تیروئیدی و افزایش رشد در دوزهای پایین غنی‌سازی بیشتر مشهود بود. مطالعات انجام گرفته در این رابطه نیز با نتایج بدست آمده در این بررسی مطابقت داشت و صحت نتایج بدست آمده را تایید نمود. برای مثال در مطالعات Hamr و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ماهی کاد اقیانوس اطلس نشان داده شد که رشد و بقا در لاروهای تغذیه شده با روتیفرهای غنی شده با سلنیوم و یدید سدیم محلول در آب (۲۰۰ میلی‌گرم سدیم یدید در لیتر) در مقایسه با لاروهای تغذیه شده با روتیفرهای غنی نشده به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر بود. Moren و همکاران (۲۰۰۶) افزایش مشابهی را در میزان غلظت ید در کل بدن لارو لوزی ماهی (*Hippoglossus hippoglossus*) تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با لیپیدول (Iodinated poppy-seed oil) مشاهد کردند. اما در این مطالعه افزایش محسوسی در رشد و بقا لارو لوزی ماهی مشاهده نشده بود، که بیان کردند احتمالا به علت محدودیت دسترسی زیستی لارو به ید محلول در چربی بوده است. Ribeiro و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی روی تغذیه لارو کفشک ماهی (*Solea senaegalensis*) با آرتمیای غنی شده با یدید سدیم (NaI) دریافتند که غلظت ید در بافت کفشک ماهی تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با یدید سدیم نسبت به کفشک ماهی تغذیه شده با آرتمیای غنی نشده ده برابر افزایش یافته است. میانگین طول و وزن خشک لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی شده بعد از ۳۱ روز تغذیه بیشتر از کفشک ماهی‌های تغذیه شده با آرتمیای غنی نشده بود، اما تغییری در بقا آن‌ها مشاهده نشده بود. Saunders و همکاران (۱۹۸۱) عملکرد رشد ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*) با جیره‌های حاوی هورمون T3 با سطوح مختلف (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم T_3 به ازای هر کیلوگرم غذا) بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که وزن و طول ماهیان بسته به دوز هورمون به کار گرفته شده در جیره غذایی افزایش یافت. با این وجود، ناهنجاری‌هایی در ماهیان تغذیه شده با دوز بالا مشاهده گردید. همچنین Woo و همکاران (۱۹۹۱) با مطالعه روی ماهی سیم دریایی قرمز (*Chrysophrys major*) بیان نمودند که هورمون T_3 در دوز ppm ۸ سبب افزایش نرخ رشد، اشتهای ماهی، فعالیت آنزیم‌های روده‌ای و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شود. این

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

افزایش را به بهبود عملکرد هضم و جذب غذا نسبت دادند. هورمون T_3 قادر به تحت تاثیر قرار دادن رشد به صورت مستقیم از طریق گیرنده‌های مربوطه و یا غیر مستقیم از طریق ارتباط متقابل و اثرات مثبت با دیگر هورمون‌های آنابولیک می‌باشد (Mova and McKeown, 2003; Mova and McKeown, 1992; Luo and McKeown, 1991). پس از اندازه‌گیری هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) و با تجزیه تحلیل داده‌های به دست آمده مشاهد گردید میزان میانگین کل غلظت T_4 (۱/۷۳۷) و میانگین کل T_3 (۰/۷۱) بود. با توجه به این امر که فرم اصلی هورمون تیروئیدی که در خون ترشح می‌شود تیروکسین بود. به طوریکه نسبت T_4/T_3= ۲۰/۱ است، می‌توان وجود مقادیر بیشتری از تیروکسین اندازه‌گیری شده را نسبت به تری-یدوتیروکسین اندازه‌گیری شده توجیه نمود. با این وجود قسمت اعظمی از T_4 در خون طی واکنش‌های دیونیزاسیون تبدیل به T_3 می‌شود. بنابراین می‌توان اظهار نمود که فعالیت اصلی به عهده T_3 می‌باشد (Peter, 2011).

طبق نتایج بدست آمده در این بررسی نیز گروه تیمار یک تغذیه شده با آرتمیای غنی‌سازی شده با ۰/۰۲۵ میلی‌گرم ید داری بیشترین میزان غلظت از تیروکسین T_4 و تری‌یدو تیروکسین T_3 و نیز بیشترین میزان رشد را نسبت به سایر تیمارها و همچنین گروه شاهد داشت. به بیان دقیق‌تر تیمار دو با داشتن میانگین و انحراف معیار ۰/۰۷± ۲/۱۵ دارای بیشترین غلظت T_4 بود که اختلاف معنی داری نیز با گروه شاهد با میانگین و انحراف معیار ۰/۴۲±۱/۲۰ نشان داد. همچنین تیمار غنی‌سازی شده با ۰/۰۲۵ میلی‌گرم ید داری بیشترین میزان غلظت از تری-یدوتیروکسین T_3 با میانگین و انحراف معیار ۰/۱۵۵± ۰/۸۸ بود. با وجود بالا بودن میزان T_3 در این تیمار نسبت به سایر تیمارها و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری میان آنها مشاهده نشد ($P>0/05$). تیمارهای تغذیه‌ای دوم و تیمار سه در مقایسه با گروه شاهد از میزان T_3 کمتری برخوردار بودند . با بررسی و تحلیل داده‌های به دست آمده از فاکتورهای رشد مشخص گردید تیمار دو تغذیه‌ای از تمامی تیمارها و گروه شاهد رزشد بیشتری داشته رشد با این حال اختلاف معنی‌داری میان تیمارها و گروه شاهد مشاهده نشد ($P>0/05$). وجود مقادیر بهینه‌ای از ید در جیره غذایی ماهی به منظور تامین ید مورد نیاز لارو ماهی به منظور ساخت هورمون‌های تیروئیدی و نیز تاثیر قابل ملاحظه این هورمون در رشد، دگردیسی، تنظیمات اسمزی، بقا و درماهیان آب شیرین ضروری می‌باشد. با توجه به وجود بیشترین میزان رشد و غلظت‌های هورمون‌های تیروئیدی در تیمار دو می‌توان دوز غنی‌سازی آرتمیا توسط ید در این تیمار را سطح بهینه‌ای از غنی‌سازی در این تحقیق در نظر گرفت.

سپاسگزاری

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

منابع

۱. امیری، پ.، آذری تاکامی، ق.، زمینی، ع.ع. و شریعتی، ف.، ۱۳۹۲. بررسی غنی‌سازی آرتمیای فرانسیسکانا با غلظت‌های مختلف سدیم فلورایید. نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۷(۱)، ۸-۱.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

۲. ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی شناسی(تشریح و فیزیولوژی). انتشارات نقش مهر. ۶۸۰ ص

۳. .محمد رضایی، د.، مجازی‌امیری، ب. و فرهنگی، مهرداد.، ۱۳۹۱. تغییرات هورمون تیروکسین، تری آیدوترونین و کورتیزول و یونهای سدیم، کلر و پتاسیم طی مرحله اسمولت بچه آزاد ماهی دریای خزر (*Salmo trutta caspius Kessler*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۲۱(۳)، ۱۲۵-۱۲۰.

۴. ضیایی نژاد، س. ۱۳۹۳. غنی سازی آرتمیا *Artemia franciscana* با استفاده از پروبیوتیکهای باکتریایی باسیلوس. نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۸(۴)، ۶۷-۵۷.

5. Bekcan, S., Dogankaya, L. and Cakirogullari, G.C., 2006. Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis*) fed diets containing different percentages of protein. Aquaculture, 58(2), 137-142.
6. Bilton, H.T. and Robins, G.L., 1973. The effects of starvation and subsequent feeding on survival and growth of fulton channel sockeye salmon fry (*Oncorhynchus nerka*) fry. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 30, 1-5.
7. Gomez-Gil B., Herrera-Vega M.A., Aberu-Grobis F.A. and Roque A., 1998. Bioencapsulation of two different vibriospecies in nauplii of the Brine shrimp) (*Artemia fransiscana*. Applied Environmental microbiology, 64, 2318- 2322.
8. Hamre, K., Mollan, T.A., Sæle, Ø. and Erstad, B., 2008. Rotifers enriched with iodine and selenium increase survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. Aquaculture, 284(1), 190-195.
9. Hawkyard, M., Sæle, Ø., Nordgreen, A., Langdon, C. and Hamre, K., 2011. Effect of iodine enrichment of Artemia sp. on their nutritional value for larval zebrafish (*Danio rerio*). Aquaculture, 316(1), 37-43.
10. Hung, S.S.O., lutes, P.B. and Storebakken, T. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub yearling at different feeding rates. Aquaculture, 8, 147-153.
11. Lawrence, C., 2007. The husbandry of zebrafish (*Danio rerio*): a review. Aquaculture, 269, 1–20.
12. Luo, D., McKeown, B.A., 1991. The Effect of Thyroid hormone and Glucocorticoids on Carp Growth Hormone-Releasing Factor (GRF)-Induced Growth Hormone (GH) Release in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology, 99, 621-626.
13. Moav, B. and McKeown, B.A., 1992. Thyroid hormone increases transcription of growth hormone mRNA in rainbow trout pituitary. Hormone and Metabolic Research, 24(10), 10-14.
14. Moren, M., Opstad, I., Van Der Meeren, T. and Hamre, K., 2006. Iodine enrichment of Artemiaand enhanced levels of iodine in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus L*.) fed the enriched Artemia. Aquaculture Nutrition, 12, 97–102.
15. Norris, D. O., 2007. Vertebrate Endocrinology (4thed.) Academic Press, San Diego, CA, USA.
16. Nugegoda, D. and Kibria, G., 2016. Effects of environmental chemicals on fish thyroid function: Implications for fisheries and aquaculture in Australia. General and comparative endocrinology, 244, 40-53.
17. Peter, M. 2011. The role of thyroid hormones in stress response of fish. General Comparative Endocrinology, 172, 198-210
18. Power, D.M., Silva, N. and Campinho, M.A. 2008. Metamorphosis. In: Finn, R.N., Kapoor, B.G.(Eds.), Fish Larval Physiology. Science Publishers, Enfield. 607–638.
19. Ribeiro, A.R.A., Ribeiro, L., Sæle, Ø., Hamre, K., Dinis, M.T. and Moren, M. 2011. Iodine-enriched rotifers and Artemia prevent goitre in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in a recirculation system. Aquaculture Nutrition, 17(3), 248-257.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]

20. Sauders, R. L., McCormick, S. D., Henderson, E. B., Eales, J. G. and Johnston, C. E. 1981. The Effect of Orally Administered 3, 5, 3'-triiodo-L-thyronine on Growth and Salinity Tolerance of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 45, 143-156.
21. Schmid, A.C., Lutz, I., Kloas, W. and Reinecke, M. 2003. Thyroid hormone stimulates hepatic IGF-I mRNA expression in a bony fish, the tilapia *Oreochromis mossambicus*, in vitro and in vivo. General and Comparative Endocrinology. 130(2): 129-134.
22. Schmid, W. 1975. The micronucleus test. Mutation Research. 31: 9-15.
23. Solbakken, J.S., Berntessen, M.H.G., Norberg, B., Pittman, K. and Hamre, K., 2002. Different iodine and thyroid hormone levels between Atlantic halibut larvae fed wild zooplankton or Artemia from first exogenous feeding until post metamorphosis. Journal of Fish Biology, 61(6), 1345-1362.
24. Watanabe, T., Kiron, V. and Satoh, S. 1997. Trace minerals in fish nutrition. Aquaculture, 151, 185–207
25. Woo, N. Y. S., Chung, A. S. B. and Ng, T. B., 1991. Influence of oral administration of 3, 5, 3-triiodo-L thyronine on growth, digestion, food conversion and metabolism in the under yearling red sea bream, *Chrysophrys major*. Journal of Fish Biology, 39, 459-468.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.1.6]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.77]