

The effect of thyroxine hormone in the early stages of growth on the growth indices of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Fatemeh Kiapour¹, Abdolmajid Hajimoradlou^{*2}, Rasul Ghorbani³, Ali Hajibeglou⁴

1. Ph.D. Student, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: f.kiapour@yahoo.com
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ahajimoradloo@yahoo.com
3. Professor, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rasulghorbani@gmail.com
4. Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: alihajibeglou@gmail.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 06.26.2023

Revised: 07.16.2023

Accepted: 08.22.2023

Keywords:

Food,
Growth factors,
Immersion,
Thyroxine

ABSTRACT

This study was conducted with the aim of investigating the effect of different levels of thyroxine hormone in rearing water and diet on growth factors in the early stages of growth of rainbow trout. The experiment was carried out in three stages: hatched eggs until complete hatching, hatched larvae until active feeding, and active feeding until weighing about 1 gram of fry fish. In each stage, the experiment was performed in three concentrations of thyroxine solution (0.03, 0.06 and 0.09 mg/liter) along with the control group (without thyroxine hormone) with 3 repetitions. Thyroxine was added to water in the first and second stages and to food in the third stage. At the end of the third stage, growth indicators were examined. The results showed that the highest final weight and length in treatment 9 were 1.53 ± 0.04 and 5.85 ± 0.31 cm respectively. The percentage of body weight gain and specific growth factors showed a significant difference compared to other treatments ($P < 0.05$) and were 872.45 ± 18.32 and 5.05 ± 0.04 , respectively. The highest food conversion rate and obesity rate in the control group were 0.78 ± 0.004 and 1.14 ± 0.07 respectively. According to the present study, thyroxine hormone has led to positive effects on growth factors in rainbow trout fry.

Cite this article: Kiapour, Fatemeh, Hajimoradlou, Abdolmajid, Ghorbani, Rasul, Hajibeglou, Ali. 2024. The effect of thyroxine hormone in the early stages of growth on the growth indices of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 12 (4), 11-22.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/japu.2023.21492.1793

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تأثیر هورمون تیروکسین در مراحل اولیه رشد بر شاخص‌های رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

فاطمه کیاپور^۱، عبدالمجید حاجی‌مرادلو^{۲*}، رسول قربانی^۳، علی حاجی‌بگلو^۴

۱. دانشجوی دکتری گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: f.kiapour@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: ahajimoradloo@yahoo.com
۳. استاد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: rasulghorbani@gmail.com
۴. استادیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: alihajibeglou@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف هورمون تیروکسین در آب پرورشی و جیره غذایی بر فاکتورهای رشد در مراحل اولیه رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد. آزمایش در سه مرحله تخم چشم‌زده تا تفریخ کامل تخم، لارو تفریخ شده تا زمان تغذیه فعال و زمان تغذیه فعال تا وزن‌گیری حدود ۱ گرم بچه‌ماهی انجام شد. در هر مرحله، آزمایش در سه غلظت محلول تیروکسین (۰/۰۳، ۰/۰۶ و ۰/۰۹ میلی‌گرم در لیتر) به همراه گروه شاهد (فاقد هورمون تیروکسین) با ۳ تکرار انجام گردید. تیروکسین در مراحل اول و دوم، به آب و در مرحله سوم به غذا اضافه گردید. در انتهای مرحله سوم، شاخص‌های رشد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بالاترین وزن و طول نهایی در تیمار ۹ به ترتیب برابر با $1/53 \pm 0/04$ و $5/85 \pm 0/31$ سانتی‌متر به دست آمد. شاخص‌های درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در مقایسه با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری از خود نشان داد ($P < 0/05$) و به ترتیب برابر با $872/45 \pm 118/32$ و $5/05 \pm 0/04$ بود. بیش‌ترین ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی نیز در گروه شاهد برابر با $0/78 \pm 0/004$ و $1/14 \pm 0/07$ بود مشاهده گردید. براساس مطالعه حاضر، هورمون تیروکسین منجر به اثرات مثبت بر فاکتورهای رشد در بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان گردیده است.
واژه‌های کلیدی: تیروکسین، خوراکی، غوطه‌وری، فاکتورهای رشد	

استناد: کیاپور، فاطمه، حاجی‌مرادلو، عبدالمجید، قربانی، رسول، حاجی‌بگلو، علی (۱۴۰۲). تأثیر هورمون تیروکسین در مراحل اولیه رشد بر شاخص‌های رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۲ (۴)، ۱۱-۲۲.

DOI: 10.22069/japu.2023.21492.1793



© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

موفقیت در آبی‌پروری به تولید انبوه و با کیفیت ماهیان جوان وابسته است و این امر بستگی به تغذیه آغازین، تکامل طبیعی و رشد لارو دارد. هم‌چنین رشد و بقای لاروهای تازه تفریخ شده به واسطه سیستم هضم مؤثر، جذب و به کارگیری مواد مغذی در طول تغذیه به دست می‌آید. با این وجود برخی از گونه‌های ماهی که در آبی‌پروری به کار می‌روند، تلفات بالایی را در دوران اولیه رشد از خود نشان می‌دهند. بنابراین برای افزایش تولید ماهیان، کاهش تلفات یک امر ضروری محسوب می‌شود (۱). آندره و همکاران به نقل از؛ هوگا و همکاران، ۲۰۱۸ و میلوناس و همکاران، ۲۰۱۷ بیان نمودند که پژوهش‌ها نشان می‌دهد هورمون‌هایی که تأثیر مثبتی بر رشد ماهی دارند، تیروکسین (T_4) و هورمون رشد هستند (۲). اغلب در غده تیروئید، هورمون تیروکسین تولید می‌شود و تولید هورمون تری‌یدوتیرونین (T_3) کم‌تر است. در بافت‌های هدف مانند کبد و آبشش‌ها، T_4 به شکل فعال‌تر آن یعنی T_3 تبدیل می‌شود. این تبدیل به‌وسیله هورمون‌های رشد و تستوسترون، تسریع و توسط کورتیزول مهار می‌شود (۳). تیروکسین هورمونی است که به عنوان پیش‌ماده رشد در موجودات زنده از جمله ماهیان استخوانی عمل می‌کند (۴). عملکرد هورمون‌های تیروئیدی (تیروکسین و تری‌یدوتیرونین) در کنترل رشد و تکامل اندام‌های اصلی در مراحل تکامل جنینی و لاروی مهره‌داران ابتدایی و پیشرفته به‌خوبی مشخص شده است (۵). بسیاری از پژوهش‌گران مطالعات خود را روی تأثیر هورمون‌های T_3 و T_4 بر رشد اولیه ماهی با اضافه کردن هورمون به عنوان مکمل در رژیم غذایی یا با استفاده از روش غوطه‌وری انجام دادند (۶ و ۷). در مطالعه آندره و همکاران (۲۰۲۳)، افزودن هورمون تیروکسین با غلظت‌های مختلف در خوراک مصنوعی تأثیر

معنی‌داری بر رشد، وزن و طول ماهی *Kryptopterus lais* نداشته است (۲) در صورتی که در مطالعه اسماعیل و همکاران (۲۰۲۳) نتایج متفاوتی حاصل گردیده به طوری که تأثیر تیروکسین و سدیم پرکلرات بر ماهی تیلاپیا (*O. Mossambicus*) و *O. Urolepis hornorum*) منجر به افزایش در فاکتورهای رشد، مانند وزن نهایی بدن، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه گردیده است (۸).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از مهم‌ترین ماهیان اقتصادی و از مهم‌ترین گونه ماهی پرورشی است که در ایران وجود دارد و تأثیر مهمی بر شیلات و نیز اقتصاد کشور دارد (۹ و ۱۰). در حال حاضر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به دلایل شرایط بوم‌شناختی و سازگاری با شرایط زیست‌محیطی و رشد سریع، پایه و اساس یک صنعت در حال توسعه را تشکیل می‌دهد (۱۱). متأسفانه امروزه در بیش‌تر کارگاه‌های تکثیر و پرورش این ماهی، تلفات لاروی بالا مشاهده می‌شود که از نظر اکثر کارشناسان یکی از دلایل اصلی آن به تغذیه آغازین مربوط است بنابراین استفاده از روش‌های مختلف برای کاهش تلفات و تولید لاروهای مقاوم ضروری به نظر می‌رسد (۱۲). با این حال، استفاده از فناوری تسریع رشد در آبی‌پروری با برخی موانع نظارتی مواجه است. این واقعیت که هورمون‌ها به سرعت متابولیزه و یا دفع می‌شوند، استفاده از آن‌ها را برای تولید ماهی‌های خوراکی امکان‌پذیر می‌سازد. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که ماهی‌های تحت تیمار با هورمون، هیچ‌گونه هورمون باقی‌مانده‌ای ندارند و بنابراین برای مصرف انسان کاملاً بی‌خطر هستند زیرا پاکسازی هورمونی قبل از بازاریابی انجام می‌شود و این نکته را نیز باید در نظر داشت که نیمه عمر تیروکسین ۵ تا ۷ روز می‌باشد (۱۳ و ۱۴). با توجه به این‌که هورمون‌های تیروئیدی برای توسعه ابتدایی ماهیان ضروری بوده و

بر عملکرد رشد تأثیر می‌گذارند روش‌های متنوعی در به‌کارگیری هورمون‌ها وجود دارد که شامل تزریق، کاشت، تجویز خوراکی و غوطه‌ورسازی می‌باشند و از طرفی با توجه به تلفات بالای لارو قزل‌آلا در مراحل اولیه تکامل، استفاده از هورمون تیروکسین در غلظت کم و مدت زمان کوتاه، می‌تواند سبب بهبود عملکرد رشد در دوران لاروی گردد. بنابراین این پژوهش با تعیین اثر هورمون تیروکسین به صورت غوطه‌وری و خوراکی بر تخم، لارو و بچه‌ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان و اثر آن بر عملکرد رشد اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت ۴۵ روز، در کارگاه خصوصی تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان امیری، واقع در روستای فیض‌آباد واقع در شهر گرگان انجام گردید. آزمایش در ۳ مرحله از مراحل تکاملی ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان (تخم چشم‌زده، لارو و بچه‌ماهی) انجام شد. در این آزمایش با توجه به این نکته که میزان هورمون تیروکسین باید در طی دوره آزمایش ثابت می‌ماند، از سیستم بازچرخش آب استفاده گردید. جریان آب ورودی ۱/۵ لیتر در دقیقه برای هر تراف جهت نگهداری ماهیان برقرار بود. دمای آب توسط ترمومتر دیجیتال (Horbia U-10، ژاپن)، اکسیژن محلول با دستگاه دیجیتال اندازه‌گیری اکسیژن، مدل TECPEL DO 1609 و pH آب با دستگاه قابل حمل مدل ebro.PHT-3140 اندازه‌گیری شد.

تجویز هورمون تیروکسین در آب و جیره غذایی: از تیروکسین شرکت ایران هورمون با نام تجاری سدیم لووتیروکسین (sodium levothyroxine) استفاده گردید که به صورت قرص بود. هر قرص حاوی ۱۰۰ میکروگرم یا برابر با ۰/۱ میلی‌گرم تیروکسین بود که توسط هاون کوبیده و پودر شد و در آب حل گردید.

هورمون آماده شده در غلظت‌های ۰، ۰/۰۳، ۰/۰۶ و ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر مورد استفاده قرار گرفت (۱۵ و ۱۶). برای تهیه جیره غذایی از خوراک ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان (شرکت فرادانه) استفاده شد. ترکیب شیمیایی جیره شامل ۵۴-۵۰ درصد پروتئین خام، ۱۱-۱۵ درصد چربی خام، ۳-۱/۵ درصد فیبر خام، ۱۳-۹ درصد خاکستر، ۱۱-۵ درصد رطوبت و ۱/۵-۱ درصد فسفر بود. محلول هورمون آماده شده در غلظت‌های مذکور در یک کیلوگرم جیره غذایی، بر روی غذا اسپری شد. جیره غذایی گروه شاهد هم بدون افزودن تیروکسین تهیه شد (۱۷).

مرحله اول آزمایش (تخم چشم‌زده): مرحله اول آزمایش از تخم چشم‌زده تا تفریخ کامل (از روز ۱ تا روز ۷) انجام گرفت. تراکم ذخیره‌سازی این مرحله، ۲۰۰ قطعه تخم چشم‌زده بعد از ۱ ساعت هم‌دما شدن، در هر سبد در تراف‌ها با ۳ تکرار قرار گرفتند. در این مرحله، هورمون تیروکسین به صورت روزانه (از روز ۱ تا روز ۷) فقط در زمان صبح به آب اضافه گردید. پس از افزودن تیروکسین به آب، در هر نوبت، جریان آب ورودی به مدت ۳۰ دقیقه (۱۸)، متوقف شد و سپس جریان آب مجدد برقرار گردید.

این مرحله شامل ۴ گروه آزمایشی بود:

شاهد (هیچ‌گونه هورمون تیروکسین دریافت نکرد).

۱- نمونه‌ها از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

۲- نمونه‌ها از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم در لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

۳- نمونه‌ها از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم در لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

مرحله دوم (آلومین): مرحله دوم آزمایش از مرحله لاروهای تفریخ شده تا زمان تغذیه فعال (از روز ۸ تا

مرحله سوم (بچه‌ماهی): در مرحله سوم، تراکم ذخیره‌سازی، ۱۰۰ قطعه بچه‌ماهی در هر سبد در تراف‌ها با ۳ تکرار بود. در این مرحله (مرحله شروع تغذیه فعال)، هورمون تیروکسین به جیره غذایی اضافه شد و لاروها هر ۲ ساعت یکبار و با نرخ ۶ درصد وزن بدن خود تغذیه شدند (۱۹).

مرحله سوم آزمایش از مرحله تغذیه فعال تا وزن حدود ۱ گرم (از روز ۲۰ تا روز ۴۵) ادامه یافت. این مرحله شامل ۱۰ گروه آزمایشی در ادامه تیمارهای قبل بود:

شاهد (هیچ‌گونه هورمون تیروکسین دریافت نکرد).

۱- نمونه‌های شاهد مرحله اول، در مرحله دوم در معرض غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین از طریق آب قرار گرفته بودند و در مرحله سوم از طریق غذا در معرض ۰/۰۳ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر در کیلوگرم غذا قرار گرفتند.

۲- نمونه‌های شاهد مرحله اول، در مرحله دوم در معرض غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر از طریق آب قرار گرفته بودند و در مرحله سوم از طریق غذا در معرض ۰/۰۶ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر در کیلوگرم غذا قرار گرفتند.

۳- نمونه‌های شاهد مرحله اول، در مرحله دوم در معرض غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم تیروکسین از طریق آب قرار گرفته بودند و در مرحله سوم از طریق غذا در معرض ۰/۰۹ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر در کیلوگرم غذا قرار گرفتند.

۴- نمونه‌های شاهد مرحله اول و دوم که در مرحله سوم از طریق غذا در معرض ۰/۰۳ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر در کیلوگرم غذا قرار گرفتند.

۵- نمونه‌های شاهد مرحله اول و دوم که در مرحله سوم از طریق غذا در معرض ۰/۰۶ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر در کیلوگرم غذا قرار گرفتند.

روز ۲۰)، انجام گرفت. تراکم ذخیره‌سازی این مرحله، ۱۵۰ قطعه لارو تفریخ شده در هر سبد در تراف‌ها با ۳ تکرار بود. در این مرحله، هورمون تیروکسین به‌صورت روزانه (از روز ۱ تا روز ۲۰) در یک زمان (صبح) به آب اضافه گردید. پس از افزودن تیروکسین به آب، در هر نوبت، جریان آب ورودی به مدت ۳۰ دقیقه (۱۸)، متوقف شد و سپس جریان آب برقرار گردید.

این مرحله شامل ۷ گروه آزمایشی در ادامه تیمارهای قبل بود:

شاهد (هیچ‌گونه هورمون تیروکسین دریافت نکرد).

۱- نمونه‌های شاهد مرحله اول که در این مرحله از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

۲- نمونه‌های شاهد مرحله اول که در این مرحله از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

۳- نمونه‌های شاهد مرحله اول که در این مرحله از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

۴- نمونه‌هایی که در مرحله اول در معرض غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفته بودند و در این مرحله نیز از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

۵- نمونه‌هایی که در مرحله اول در معرض غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفته بودند و در این مرحله نیز از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

۶- نمونه‌هایی که در مرحله اول در معرض غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفته بودند و در این مرحله نیز از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین قرار گرفتند.

نرخ رشد ویژه: $(Ln \text{ وزن نهایی} - Ln \text{ وزن اولیه}) /$
مدت زمان آزمایش $\times 100$

درصد افزایش وزن بدن: $(\text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه}) /$
وزن اولیه $\times 100$

تجزیه و تحلیل داده‌ها: آزمایش در یک طرح کاملاً تصادفی با یک فاکتور غلظت تیروکسین در سه سطح شامل غلظت‌های ۰/۰۳، ۰/۰۶ و ۰/۰۹ میلی‌گرم در لیتر انجام و با گروه شاهد مقایسه گردیدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز کوواریانس یک‌طرفه (One-Way ANCOVA) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS22 انجام شد.

نتایج

پارامترهای کیفی آب در طول دوره آزمایش نشان داد میانگین اکسیژن محلول $0/44 \pm 9$ میلی‌گرم در لیتر، دمای آب $0/47 \pm 12$ درجه سانتی‌گراد و pH آب $0/44 \pm 7/30$ بود.

بررسی فاکتورهای وزن و طول بچه‌ماهی: از مقایسه میانگین‌های وزن نهایی بچه‌ماهی، تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای هورمون تیروکسین و گروه شاهد مشاهده گردید ($P < 0/05$) همچنین اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مرحله اول، دوم و سوم مشاهده شد ($P < 0/05$). فاکتور طول نهایی نیز تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای هورمون تیروکسین و گروه شاهد به وجود آورد ($P < 0/05$). بالاترین طول نهایی در تیمارهای ۸ و ۹ و پایین‌ترین طول نهایی در گروه شاهد ثبت گردید (جدول ۱).

۶- نمونه‌های شاهد مرحله اول و دوم که در مرحله سوم از طریق غذا در معرض ۰/۰۹ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر در کیلوگرم غذا قرار گرفتند.

۷- نمونه‌هایی که مرحله اول و دوم از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر قرار گرفته بودند و در این مرحله از طریق غذا در معرض غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر در کیلوگرم قرار گرفتند.

۸- نمونه‌هایی که مرحله اول و دوم از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر قرار گرفته بودند و در این مرحله از طریق غذا در معرض غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم تیروکسین در لیتر بر کیلوگرم قرار گرفتند.

۹- نمونه‌هایی که مرحله اول و دوم از طریق آب در معرض غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم تیروکسین بر لیتر قرار گرفته بودند و در این مرحله از طریق غذا در معرض غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم تیروکسین در لیتر بر کیلوگرم قرار گرفتند.

ارزیابی شاخص‌های رشد: به‌منظور ارزیابی روند رشد طولی و وزنی از کولیس با دقت $0/01 \pm$ و ترازوی دیجیتالی با دقت $0/001 \pm$ در آزمایش استفاده گردید. شاخص‌های رشد شامل ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن در هر یک از گروه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر تعیین شد.

ضریب چاقی: $(\text{وزن نهایی} / \text{طول کل})^3 \times 100$

ضریب تبدیل غذایی: مقدار غذای مصرفی / افزایش وزن بدن

تأثیر هورمون تیروکسین در مراحل اولیه رشد ... / فاطمه کیاپور و همکاران

جدول ۱- میانگین (± انحراف معیار) وزن اولیه، وزن نهایی، طول اولیه و طول نهایی قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزودن هورمون تیروکسین به آب و جیره غذایی.

تیمار	غلظت هورمون تیروکسین	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	طول اولیه (سانتی‌متر)	طول نهایی (سانتی‌متر)
شاهد	۰	۰/۱۵۸ ± ۰/۰۰۸	۱/۱۲ ± ۰/۰۱۰ ^e	۲/۵۵ ± ۰/۰۰۴	۴/۶۱ ± ۰/۰۱۰ ^d
۱	۰/۰۳	۰/۱۶۷ ± ۰/۰۰۶	۱/۳۰ ± ۰/۰۰۴ ^{cd}	۲/۵۸ ± ۰/۰۰۲	۵/۵۶ ± ۰/۰۲۲ ^{ab}
۲	۰/۰۶	۰/۱۶۳ ± ۰/۰۰۴	۱/۳۱ ± ۰/۰۰۲ ^c	۲/۵۹ ± ۰/۰۰۲	۵/۵۶ ± ۰/۰۲۷ ^{ab}
۳	۰/۰۹	۰/۱۶۲ ± ۰/۰۰۲	۱/۳۲ ± ۰/۰۰۴ ^c	۲/۵۷ ± ۰/۰۰۳	۵/۶۰ ± ۰/۰۱۱ ^{ab}
۴	۰/۰۳	۰/۱۶۴ ± ۰/۰۰۱۰	۱/۲۹ ± ۰/۰۰۵ ^{cd}	۲/۵۸ ± ۰/۰۰۲	۵/۳۹ ± ۰/۰۱۲ ^{ab}
۵	۰/۰۶	۰/۱۶۳ ± ۰/۰۰۴	۱/۲۴ ± ۰/۰۰۳ ^d	۲/۵۹ ± ۰/۰۰۳	۵/۲۹ ± ۰/۰۳۰ ^c
۶	۰/۰۹	۰/۱۶۵ ± ۰/۰۰۴	۱/۲۹ ± ۰/۰۰۱ ^{cd}	۲/۵۸ ± ۰/۰۰۳	۵/۳۷ ± ۰/۰۳۷ ^{ab}
۷	۰/۰۳	۰/۱۵۸ ± ۰/۰۰۷	۱/۳۹ ± ۰/۰۰۳ ^b	۲/۵۶ ± ۰/۰۰۱	۵/۶۱ ± ۰/۰۳۰ ^{ab}
۸	۰/۰۶	۰/۱۵۸ ± ۰/۰۰۶	۱/۴۴ ± ۰/۰۰۳ ^b	۲/۵۶ ± ۰/۰۰۲	۵/۸۳ ± ۰/۰۲۱ ^a
۹	۰/۰۹	۰/۱۵۷ ± ۰/۰۰۴	۱/۵۳ ± ۰/۰۰۴ ^a	۲/۵۷ ± ۰/۰۰۱	۵/۸۵ ± ۰/۰۳۱ ^a

هورمون تیروکسین در مراحل اول، دوم و سوم اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0/05$) و با گروه شاهد نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0/05$). بیش‌ترین ضریب چاقی در گروه شاهد ($0/07 \pm 1/14$) مشاهده شد که اختلاف آن با تیمارهای هورمون تیروکسین معنی‌دار بود ($P < 0/05$) اما اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای هورمون تیروکسین مشاهده نگردید ($P > 0/05$).

بررسی فاکتورهای رشد: بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در تیمار ۹ مشاهده شد که با تیمارهای دیگر هورمون تیروکسین و هم‌چنین با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0/05$) اما بین تیمارهای مرحله دوم و سوم اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ($P > 0/05$). بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار شماره ۹ برابر با $0/02 \pm 0/55$ مشاهده شد. هم‌چنین ضریب تبدیل غذایی بین ماهیان تیمار شده با

جدول ۲- میانگین (± انحراف معیار) برخی شاخص‌های رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزودن هورمون تیروکسین به آب و جیره غذایی.

تیمار	غلظت	درصد افزایش وزن بدن	ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذایی	ضریب چاقی
شاهد	۰	$609/86 \pm 30/42^d$	$4/35 \pm 0/09^d$	$0/78 \pm 0/004^a$	$1/14 \pm 0/07^a$
۱	۰/۰۳	$679/39 \pm 44/30^c$	$4/56 \pm 0/13^c$	$0/66 \pm 0/02^{bc}$	$0/76 \pm 0/08^b$
۲	۰/۰۶	$704/10 \pm 24/06^c$	$4/63 \pm 0/07^c$	$0/65 \pm 0/01^c$	$0/77 \pm 0/12^b$
۳	۰/۰۹	$714/67 \pm 18/44^c$	$4/66 \pm 0/05^c$	$0/65 \pm 0/02^c$	$0/75 \pm 0/06^b$
۴	۰/۰۳	$687/71 \pm 34/97^c$	$4/58 \pm 0/10^c$	$0/67 \pm 0/03^{bc}$	$0/83 \pm 0/08^b$
۵	۰/۰۶	$660/82 \pm 20/05^c$	$4/51 \pm 0/06^c$	$0/70 \pm 0/02^b$	$0/85 \pm 0/12^b$
۶	۰/۰۹	$682/22 \pm 27/62^c$	$4/57 \pm 0/08^c$	$0/67 \pm 0/01^{bc}$	$0/85 \pm 0/17^b$
۷	۰/۰۳	$778/24 \pm 25/33^b$	$4/83 \pm 0/06^b$	$0/61 \pm 0/02^d$	$0/79 \pm 0/10^b$
۸	۰/۰۶	$812/10 \pm 35/06^b$	$4/91 \pm 0/09^b$	$0/58 \pm 0/02^d$	$0/73 \pm 0/07^b$
۹	۰/۰۹	$872/45 \pm 18/32^a$	$5/05 \pm 0/04^a$	$0/55 \pm 0/02^e$	$0/77 \pm 0/11^b$

بحث

در مطالعه حاضر، هورمون تیروکسین باعث افزایش رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان گردید و می‌توان گفت که این افزایش رشد در غلظت‌های بالاتر هورمون تیروکسین بیش‌تر از غلظت‌های پایین هورمون بود. نتایج حاصل از افزودن هورمون تیروکسین به آب و جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که در پایان دوره آزمایش وزن و طول نهایی بچه‌ماهیان تحت تیمار با هورمون تیروکسین دارای اختلاف معنی‌دار با گروه شاهد بود. مطابق با نتایج مطالعه حاضر، بررسی سوکندی و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که وزن و طول نهایی ماهی *Notopterus notopterus* در تیمارهای تیروکسین نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان داده است (۲۰).

در مطالعه حاضر، تیمار ۹ (تیمار غلظت ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر هورمون تیروکسین که در مرحله اول و دوم از طریق آب و در مرحله سوم از طریق غذا، هورمون را دریافت نمودند)، رشد قابل‌توجهی را طی دوره آزمایشی از خود نشان داد. وو و همکاران (۱۹۹۱) در پژوهش خود بر روی ماهی *Pagrus major* که آن را تحت تیمار با هورمون T_3 قرار دادند به این نتایج دست یافتند که هورمون مذکور باعث افزایش نرخ رشد، اشتهای ماهی، فعالیت آنزیم‌های روده‌ای و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌گردد. آن‌ها بیان نمودند که رشد ماهیان در نتیجه بهبود عملکرد هضم و جذب غذا، افزایش قابل‌توجهی داشته است (۲۱). هم‌چنین عنوان شده است که استفاده از هورمون‌های تیروئیدی در جیره غذایی باعث افزایش حفظ انرژی مواد مغذی و کاهش دفع فضولات در آبزی‌پروری می‌گردد (۲۲ و ۲۳).

در مطالعه حاضر، وزن ماهیان تیمار شده با محلول ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر تیروکسین، نسبت به سایر

تیمارهای تیروکسین بیش‌تر بود. این تفاوت وزنی مربوط به غلظت هورمونی استفاده شده می‌باشد. با توجه به نتایج این مطالعه و سایر پژوهش‌های به عمل آمده روی ماهیان استخوانی به‌نظر می‌رسد که هورمون‌های تیروئیدی برای رشد طبیعی، مهم می‌باشند و استفاده از غلظت‌های فیزیولوژیک، اثر آنابولیک از خود نشان می‌دهند، در حالی‌که غلظت‌های بالاتر این هورمون ممکن است کارایی مصرف غذا را کاهش دهند و اثرات کاتابولیک داشته و منجر به ناهنجاری‌هایی در رشد گردند (پورسعید و همکاران، ۲۰۱۳ به نقل از؛ هیگ و همکاران، ۱۹۸۲؛ پلیستس‌کایا و همکاران، ۱۹۸۳؛ لو و امسی کویین، ۱۹۹۱؛ ایلس و برون، ۱۹۹۳) (۲۴). پیناندویو و همکاران (۲۰۲۰) با مطالعه روی میگوی گول‌پیکر (*Macrobrachium rosenbergii*) اعلام کردند هورمون تیروکسین، تأثیر معنی‌داری بر روی نرخ رشد ویژه روزانه تیمارها اعمال نکرد (۲۵) اما در مطالعه حاضر، میانگین رشد روزانه تیمارهای تحت اثر با هورمون تیروکسین نسبت به گروه شاهد، تأثیر معنی‌داری از خود نشان دادند. این نتیجه مطابق با مطالعه عبدالله‌پور و همکاران (۲۰۱۹) بود به‌طوری‌که گزارش کردند نرخ رشد ویژه روزانه مولدین *Acipenser ruthenus* تیمار شده با تیروکسین، در تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن نسبت به تیمار ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن و گروه شاهد افزایش معنی‌داری را از خود نشان داده است (۲۶). این نکته قابل ذکر است که تأثیر تیروکسین براساس شرایط آزمایشگاهی به‌کار برده شده در این پژوهش، در نتایج مطالعات دیگر ممکن است با توجه به روش‌های تجویز هورمون، گونه‌های ماهی یا تهیه تیروکسین متفاوت باشد (۶ و ۷).

در این پژوهش، ضریب چاقی گروه شاهد نسبت به تیمارهای تحت‌تأثیر با هورمون تیروکسین اختلاف

در گروه شاهد و تیمارهای تیروکسین معنی‌دار نبود (۲۰). می‌توان گفت علاوه بر عملکرد مستقیمی که هورمون‌های تری‌یدوتیرونین و تیروکسین بر عهده دارند غالباً بر عملکرد دیگر هورمون‌ها مانند هورمون‌های رشد، پرولاکتین و کورتیزول نیز نقش دارند (۲۷).

شاخص افزایش وزن بدن در مطالعه راونگ و همکاران (۲۰۲۱) آن‌طور که مشهود می‌باشد بیانگر آن است که مصرف مکمل تیروکسین و کورکومین در گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*)، به‌طور قابل‌توجهی وزن بدن ماهیان مورد آزمایش را در مقایسه با ماهیانی که مکمل تیروکسین دریافت نکرده بودند، افزایش داد. این می‌تواند نشان دهد که علاوه بر افزایش وزن بدن به دلیل رشد غدد جنسی در این آزمایش، تشکیل توده پروتئین بدن در ماهی نیز وجود دارد (۲۸) که مطالعه اوکتاویانی و همکاران (۲۰۱۷) نیز این ادعا را تأیید می‌کند که هورمون تیروکسین در تمایز اندام‌ها، به‌ویژه آنزیم‌های پلیمرز فعال‌کننده مورد استفاده برای رونویسی DNA نقش دارد. هورمون تیروکسین ابتدا به تری‌یدوتیرونین تبدیل می‌شود و باعث افزایش سنتز RNA، به‌ویژه mRNA که از نتایج حاصل از رونویسی تحریک شده در فرآیند سنتز پروتئین است می‌شود و سنتز پروتئین برای تمایز و افزوده شدن به بافت‌ها استفاده می‌شود (۲۹). نتایج این مطالعات همسو و در راستا با نتیجه مطالعه حاضر است که تأثیر معنی‌دار تیروکسین را بر روی تیمارهای بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

پرورش‌دهندگان ماهی به تخم و لاروهای با کیفیت بالا نیاز دارند. از این‌رو پژوهش‌گران روش‌های مختلف و متعددی را برای افزایش کیفیت

معنی‌دار داشت. می‌توان گفت در مطالعه عبدالله‌پور و همکاران (۲۰۱۹) به نقل از؛ Sheridan (۱۹۸۶) بیان شده است اثر غوطه‌وری تیروکسین در ۲۰ میکروگرم در میلی‌لیتر بر متابولیسم چربی ماهی قزل‌آلای *Oncorhynchus kisutch* نشان داد که تیروکسین باعث افزایش فعالیت لیپاز و کاهش چربی کل و چربی ذخیره شده از مناطق مختلف ذخیره از جمله چربی مزاتریک، ماهیچه تیره و کبد می‌شود (۲۶).

در رابطه با ضریب تبدیل غذایی مطالعه حاضر، نتایج توضیح می‌دهد که از تیمار ۱ تا تیمار ۹، ارزش استفاده بهینه و مفید از جیره غذایی بهتر می‌گردد که نتایج این مطالعه با نتایج پیناندویو و همکاران (۲۰۲۰) مشابه بود (۲۵). این بدان معنی است که هورمون تیروکسین بر کارایی استفاده از خوراک از طریق متابولیسم و تبدیل انرژی تأثیر می‌گذارد (۲۵). عبدالله‌پور و فلاحتکار به نقل از؛ هیگ و همکاران (۱۹۸۲) بیان نمودند که هورمون‌های تیروئیدی در غلظت‌های فیزیولوژیک منجر به بهبود رشد و ضریب تبدیل غذایی، تحریک مصرف غذا، افزایش فعالیت‌های آنزیم‌های روده‌ای، افزایش سنتز RNA، افزایش سنتز پروتئین در بافت‌هایی مثل کبد و عضله می‌گردد.

تیمار ۹ بالاترین ضریب رشد ویژه را در این بررسی نشان داد. مطابق با این بررسی، نتایج مطالعه گرگ و همکاران (۲۰۰۷) نیز همسو با این نتیجه بود. هورمون تیروکسین با غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره غذایی در ماهی *Channa punctatus* مورد بررسی قرار گرفت. تجویز هورمون تیروکسین در جیره در کم‌ترین غلظت به‌طور قابل‌توجهی عملکرد رشد (افزایش وزن زنده، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه) را افزایش داد (۱۷). از طرفی در مطالعه سوکندی و همکاران (۲۰۲۱)، ضریب رشد ویژه ماهی *Notopterus notopterus*

تولید اهمیت فوق‌العاده‌ای پیدا کرده است. در این رابطه می‌توان نتایج اقتصادی را از طریق استفاده از هورمون‌ها به‌عنوان افزودنی‌های غذایی برای افزایش نرخ رشد و راندمان تبدیل مواد غذایی بهبود بخشید، که ممکن است منجر به عملکرد بالاتر در یک دوره کوتاه‌تر با هزینه‌های کم‌تر شود. علاوه بر این، استفاده از چنین افزودنی‌های غذایی برای افزایش حفظ مواد مغذی و کاهش دفع ضایعات متابولیت‌ها نیز گزارش شده است (۲۳ و ۳۰).

تخم و لارو تجزیه و تحلیل کردند تا پاسخ مناسبی به این تقاضای رو به رشد را پیدا کنند. نتایج پژوهش‌های گذشته و مطالعه حاضر نشان‌دهنده نقش حیاتی هورمون‌های تیروئیدی در مراحل بحرانی رشدونمو ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. با توجه به یافته‌های آزمایش حاضر استفاده از تیروکسین افزایش رشد را به دنبال دارد و میزان رشد و حتی راندمان بهتر مواد غذایی بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را بهبود می‌بخشد. در آبی‌پروری، افزایش رشد ماهی، به‌ویژه به‌دلیل افزایش هزینه‌های

منابع

1. Abdollahpour, H., & Falahatkar, B. (2018). The role and application of thyroid hormones in fish physiology and aquaculture. *Advanced Aquaculture Sciences Journal*. 2 (1), 19-36.
2. Andre, S. R., Lubis, A. S., & Eriza, M. (2023). The quality of artificial feed test by adding thyroxine hormones on the growth of selais fish *Kryptopterus lais* (Bleeker, 1851). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 16 (3), 1410-1417.
3. Orozco, A., & Valverde-R, C. (2005). Thyroid hormone deiodination in fish. *Thyroid*. 15 (8), 799-813.
4. Norris, D. O., & Carr, J. A. (2013). The hypothalamus-pituitary-thyroid (HPT) axis of nonmammalian vertebrates. *Vertebrate endocrinology*. 231-257.
5. Power, D. M., Llewellyn, L., Faustino, M., Nowell, M. A., Björnsson, B. T., Einarsdóttir, I. E., Canario, A. V., & Sweeney, G. E. (2001). Thyroid hormones in growth and development of fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. 130 (4), 447-459.
6. Jones, R. A., Cohn, W. B., Wilkes, A. A., & MacKenzie, D. S. (2017). Negative feedback regulation of thyrotropin subunits and pituitary deiodinases in red drum, *Sciaenops ocellatus*. *General and Comparative Endocrinology*. 240, 19-26.
7. Manzon, R. G., & Manzon, L. A. (2017). Lamprey metamorphosis: thyroid hormone signaling in a basal vertebrate. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 459, 28-42.
8. Ismail, R. F., Assem, S. S., Sharaf, H. E., Zeitoun, A. A., & Srour, T. M. (2023). The effect of thyroxine (T4) and goitrogen on growth, liver, thyroid, and gonadal development of red tilapia (*O. mossambicus* × *O. urolepis hornorum*). *Aquaculture International*. 1-18.
9. Nafisi Behabadi, M. (2005). Manual guide to Spawning and culture of rainbow trout. *Chapter*. 3 (4), 53-89.
10. Satari, M., Shahsavani, D., & Shafieie, Sh. (2004). *Ichthyology 2. Hagh-Shenas Publications*. 502 p.
11. Partridge, G. J., Lymbery, A. J., & George, R. J. (2008). Finfish mariculture in inland Australia: A review of potential water sources, species, and production systems. *Journal of the World Aquaculture Society*. 39 (3), 291-310.
12. Kazemi, E., & Agh, N. (2012). The effect of feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae with *Artemia urmiana* enriched with herbal oils on resistance to temperature stress, salinity and lack of oxygen. *Journal of Marine Science and Technology*. 11 (3), 42-51.
13. Piferrer, F. (2001). Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*. 197, 229-281.

14. Barac-Latas, V. (2009). Thyroid Hormone synthesis, Storage and Release. New trends in Classification, diagnosis and Management of Thyroid Diseases. The 9th EFCC Continuous Postgraduate Course in Clinical Chemistry. 11-11.
15. Akbari, P., Fereidouni, M. S., & Akhlaghi, M. (2015). The effect of levothyroxine sodium hormone on percentage of hatching survival rate, and the early growth stage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Research Journal (Iranian Biology Journal)*. 28 (2), 146-153.
16. World Health Organization. (2019). Levothyroxine sodium (*Levothyroxinum natriicum*). The International Pharmacopoeia.
17. Garg, S. K. (2007). Effect of oral administration of l-thyroxine (T4) on growth performance, digestibility, and nutrient retention in *Channa punctatus* (Bloch) and *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Fish Physiology and Biochemistry*. 33, 347-358.
18. Alang, A. N., Hassan, Z., Christianus, A., & Zulperi, Z. (2020). Effect of thyroxine hormone towards growth and survival of climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch) larvae. *Journal of Environmental Biology*. 41, 1230-1238.
19. Taylor, J. F., North, B. P., Porter, M. J. R., Bromage, N. R., & Migaud, H. (2006). Photoperiod can be used to enhance growth and improve feeding efficiency in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. 256 (1-4), 216-234.
20. Sukendi, T., Putra, R. M., & Yulindra, A. (2021). Effect of Thyroxine Hormone on Growth and Survival Rate of Bronze Featherback (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (695, 1, p. 012026). IOP Publishing.
21. Woo, N. Y. S., Chung, A. S. B., & Ng, T. B. 1991. Influence of oral administration of 3, 5, 3'-triiodo thyronine on growth, digestion, food conversion and metabolism in the underyearling red sea bream *Chrysophrys major* (Temminck & Schlegel). *Journal of Fish Biology*. 39, 459-468.
22. Malhotra, S., & Garg, S. K. (2003). Effect of recombinant bovine growth hormone (rbGH) administration on growth, body composition and gut proteolytic enzymes activity in fingerlings of *Channa punctatus* (Bloch). *J. Aquaculture*. 11, 49-58.
23. Malhotra, S., & Garg, S. K. (2004). Effect of immersion treatment in bovine insulin on growth, nutrient retention and proteolytic enzyme activity in *Channa punctatus* (Bloch). *J. Aquaculture*. 12, 35-42.
24. Poursaeid, S., Falahatkar, B., & Mojazi-Amiri, B. (2013). The effect of repeated implantation of Triiodothyronine on the performance of physiology of cultured female great sturgeon (*Huso huso*). *Journal of Marine Sciences and Techniques*. 12 (1), 90-105.
25. Pinandoyo, D. H., Windarto, S., & Herawati, V. E. (2020). The effects of addition tyroxin hormone on growth and the survival rate of giant prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Int. J. Fish. Aquat. Stud.* 8, 84-87.
26. Abdollahpour, H., Falahatkar, B., Efatpanah, I., Meknatkhah, B., & Van-Der-Kraak, G. (2019). Hormonal and physiological changes in Sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus* treated with thyroxine. *Aquaculture*. 507: 293-300.
27. Szisch, V., Papandroulakis, N., Fanouraki, E., & Pavlidis, M. (2005). Ontogeny of the thyroid hormones and cortisol in the gilthead sea bream *Sparus aurata*. *General and Comparative Endocrinology*. 142, 186-192.
28. Rawung, L. D., Sunarma, A., & Rayer, D. J. (2021). The Specific Growth Rate (SGR) Related to the Histology of Gonad and Liver of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Supplemented with Curcumin and Thyroxine Hormone. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*. 22 (2), 154-161.
29. Oktaviani, L., Basuki, F., & Nugroho, R. A. 2017. Pengaruh perendaman hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda terhadap daya tetas telur,

- partumbuhan, dan kelangsungan hidup larva ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 6 (4), 110-119.
30. Malhotra, S., & Garg, S. K. (2003). Effect of recombinant bovine growth hormone (rbGH) administration on growth, body composition and gut proteolytic enzymes activity in fingerlings of *Channa punctatus* (Bloch). *J. Aquaculture*. 11, 49-58.