

تأثیرات اضافه نمودن ویتامین D در جیره غذایی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان، *Oncorhynchus mykiss* با تأکید بر متابولیسم کلسیم

سجاد دهقان‌زاده^{۱*}، عباسعلی زمینی^۲، حسین خارا^۲

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

^۲ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۲۷

چکیده

ویتامین D با متابولیسم کلسیم و فسفر در ارتباط بوده و در جذب و رسوب مواد معدنی در استخوان مؤثر است. ماهیان تنها قادر به استفاده از ویتامین D₃ می‌باشند و کول‌کلسیفرول شکلی است که به جیره غذایی ماهی‌ها اضافه می‌شود. این پژوهش روی ۱۲۰ عدد بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۳ گرم به مدت ۸ هفته در ۱۲ تانک فایبرگلاس با تراکم ۱۰ عدد بچه‌ماهی در هر تانک برای تعیین تأثیرات سطوح مختلف ویتامین D در متابولیسم کلسیم در ۹ تیمار غذایی و تیمار شاهد صورت گرفت. نتایج نشان داد که افزایش مقادیر ویتامین D₃ به جیره غذایی باعث افزایش فسفر و کلسیم پلاسما خون و کلسیم استخوان و کلسیم بافت عضله و آلکالین فسفاتاز می‌شود. در این پژوهش، ویتامین D منجر به رشد و استحکام استخوان‌ها، کاهش بروز ناهنجاری‌های استخوانی، رشد و تغذیه بهتر آبزی و در نهایت تولید یک ماده غذایی بسیار مناسب در زندگی انسان می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، ویتامین D، متابولیسم کلسیم، کول‌کلسیفرول، آلکالین فسفاتاز

مقدمه

رشد فزاینده جمعیت جهان، تامین غذا و دست‌یابی به منابع غذایی جدید، یکی از مهم‌ترین مشغله‌های بشر امروزی است. یکی از راه‌کارهای انتخابی برای برآوردن نیازهای غذایی و به‌ویژه پروتئینی انسان، پرورش ماهی از جمله ماهیان سردآبی مانند قزل‌آلا است. در این‌حال این ماهی سهم با ارزشی در تأمین غذای انسان دارد و می‌توان گفت جزو نخستین گونه از خانواده آزادماهیان است که به‌عنوان غذای اصلی انسان، اهلی و پرورش‌یافته است. با توجه به ملزومات مورد نیاز برای پرورش این ماهی شامل؛ آب مناسب با دما و کیفیت مطلوب و به‌میزان کافی، زمین و شرایط اقلیمی موردنظر، مناطق و مکان‌های طبیعی مستعد

برای این کار بسیار محدود می‌باشد. نظر به وجود محدودیت‌های خاص، ناگزیر به افزایش بهره‌برداری از منابع مساعد موجود آب و خاک هستیم که نیازمند شناخت از نیازهای زیستی این ماهی و شناخت عوامل مؤثر در افزایش رشد، وزن، بهبود عملکرد سیستم ایمنی بدن و به‌دنبال آن تولید بیش‌تر در واحد سطح می‌باشد. این مهم جز دست‌یابی به جدیدترین یافته‌ها و آخرین اطلاعات به‌دست آمده در زمینه این صنعت میسر نخواهد بود (Drummond Sedwick, ۲۰۰۷). مراحل ابتدایی رشد ماهی قزل‌آلا در طول دوره تکثیر و پرورش ممکن است شرایطی ویژه و بحرانی از نظر تغذیه‌ای در شرایط پرورشی را تجربه کند و با تلفات بیش‌تری همراه باشد که علاوه‌بر شرایط مناسب رشد ماهی، استفاده از افزودنی‌هایی

*مسئول مکاتبه: sajjad_dehghanzadeh@yahoo.com

هم چون ویتامین‌ها به جیره می‌تواند سبب افزایش سلامتی و موفقیت در پرورش شود. ویتامین‌ها بیش‌تر به صورت ترکیبات کوآنزیمی یا آنزیمی موجب تسریع فعالیت‌های زیستی می‌گردند که در مواد غذایی مختلف به مقادیر کم وجود دارند و ماهیت آن‌ها از عناصر غذایی ریز تا درشت متفاوت بوده که برای رشد طبیعی، تولیدمثل و حفظ شرایط طبیعی و متابولیسم صحیح بدن ضروری هستند. نبود هر کدام از ویتامین‌ها در جیره غذایی منجر به بروز بیماری خاصی می‌شود (Shepherd و Bromage, ۲۰۰۲).

ویتامین‌ها ترکیباتی فعال‌اند که به محیط فیزیکی و شیمیایی اطرافشان حساس‌ند و عواملی مثل دما، فشار، رطوبت، اصطکاک، شرایط زمانی و نور می‌تواند روی تثبیت‌شان در طول فرآوری و ذخیره غذا اثر بگذارد (Goddard, ۲۰۰۱). همچنین نقش عمده‌ای در متابولیسم مواد غذایی و تقویت سیستم ایمنی ماهیان داشته و در شکل‌گیری بافت‌های بدن نیز ضروری هستند. ویتامین D تقریباً از ۱۰ ترکیب استروئیدی متفاوت با فعالیت ویتامینی ساخته شده است، در حالی‌که از نظر عملکردی فقط دو ترکیب از آن‌ها دارای اهمیت می‌باشد: ارگوکلسیفرول (D_2) و کولکلسیفرول (D_3) که ماهیان تنها قادر به استفاده از ویتامین D_3 می‌باشند. کولکلسیفرول شکلی است که به جیره غذایی ماهی‌ها اضافه می‌شود و توسط یک ناقل پروتئینی اختصاصی به کبد منتقل شده و در کبد به $25-OH-D_3$ یا $25-OH-D_3$ تبدیل می‌گردد. این ترکیب به بافت‌های چربی، ماهیچه‌های اسکلتی و استخوان‌ها انتقال و ذخیره می‌گردد (Webster و Lim, ۲۰۰۶). ویتامین D موجب افزایش جذب کلسیم و فسفر در روده‌ها شده و هنگامی‌که کمبود ویتامین D ایجاد شده باشد، تجویز آن باعث کاهش مقدار دفع کلسیم و فسفر از طریق مدفوع و به میزان کم‌تری

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت ۸ هفته در تابستان ۱۳۹۱ در ۱۲ تانک فایبرگلاس در سالن سرپوشیده مرکز تحقیقات شفق داروی پارسیان واقع در روستای خرف شهرستان صومعه‌سرا، با آب ورودی از چاه انتخاب شدند. ۱۲۰ عدد بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۳ گرمی با تراکم ۱۰ عدد در هر تانک رهاسازی شد. به‌منظور تغذیه لاروها، یک نوع غذای خشک اکسترودر EXS_۴ شرکت کیمیاگران تغذیه برای تغذیه ۳ بار در روز مورد استفاده قرار گرفت. همچنین حدود ۱۰۰ گرم ویتامین D_3 پودری با درجه خلوص ۱۰۰ درصد با مارک DSM (سوئیس) از این شرکت تهیه گردید. برای آماده‌سازی تیمارها پس از محاسبه‌ها انجام شده، مقدار ویتامین D_3 برای هر تیمار توسط ترازوی A&D دیجیتال سری GH با دقت یک‌صد هزارم گرم اندازه‌گیری و در ۱۰۰ سی‌سی الکل اتیلیک طبی ۹۶ درصد شرکت کیمیا الکل زنجان با فرمول C_2H_5OH حل و با ۹۰۰ سی‌سی آب مقطر مورد رقیق‌سازی گرفت و روی یک کیلوگرم غذا اسپری شد. این آزمایش‌ها در تیمارهای ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3 و گروه شاهد در ۳ تکرار صورت پذیرفت. همچنین با فواصل زمانی یک‌هفته‌ای، در ۳ نوبت (صبح، ظهر و عصر)، میانگین درجه حرارت آب و سختی آب (توسط دستگاه

واحد بین‌المللی در لیتر به روش فوتومتریک (آنزیمیت) به روش دو محلوله براساس استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان (DGKC) با طول موج ۴۰۵ نانومتر و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Thomas, ۱۹۹۸؛ Fischbach و Zawta, ۱۹۹۲). اندازه‌گیری ویتامین D خون نیز توسط کیت تجاری EUROIMMIN به روش الیزا^۱ (OH Vitamin D ELISA Test instruction-۲۵) براساس نانوگرم ویتامین D در میلی‌لیتر به‌دست آمد (Euroimmun و همکاران، ۲۰۰۷). به‌منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک^۲ استفاده شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها به‌منظور مقایسه آماری بین گروه‌ها در تیمارها از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و پس از انجام آزمون تست آزمون واریانس هموژنی^۳ برای مقایسه گروه‌ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. در صورت نرمال نبودن داده‌ها برای مقایسه تیمارها از آزمون کروسکال والیس^۴ و به‌منظور مقایسه بین دو گروه از آزمون من-ویتنی^۵ استفاده شد. همه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel ۲۰۰۳ استفاده شد.

نتایج

در مقایسه میانگین میزان ویتامین D خون، نتایج نشان داد که ویتامین D خون بچه‌ماهیان در شاهد و تیمار ۳ کم‌تر از سایر تیمارها بوده است و در تیمار ۱ از بیش‌ترین مقدار برخوردار بوده است و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بین شاهد و تیمار ۳ با تیمار ۱ و ۲ مشاهده گردید ($P < 0.05$).

اکسیژن محلول (توسط دستگاه HM Digital 8403 model AZ)، pH (توسط دستگاه AZ model 8658) اندازه‌گیری شد. به‌منظور خون‌گیری، ماهی‌ها در هر تکرار به‌طور تصادفی صید و پس از خشک شدن با پارچه نظیف، از طریق قطع ساقه دم، یک میلی‌لیتر خون از هر تیمار درون لوله ویال اپندورف آغشته به ماده ضدانعقاد خون هپارین ریخته شد. نمونه‌ها در یک کلمن شامل یخ خشک به آزمایشگاه هماتولوژی دکتر فدایی در رشت منتقل شد و بلافاصله کلسیم و فسفر خون، ویتامین D_x خون، آلکالین فسفاتاز خون مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همچنین از هر یک از تیمارها، تعداد یک عدد بچه‌ماهی به‌طور تصادفی انتخاب و پس از خشک کردن، خالی نمودن محتویات شکم، قطع سر و دم و تفکیک استخوان و بافت هر نمونه، به آزمایشگاه دکتر علوی در رشت منتقل و به روش خاکستر خشک مطابق با استاندارد AOAC-1996 مقادیر کلسیم بافت عضله و استخوان به‌دست آمد. نمونه‌ها با از دست دادن آب خود در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد، در دمای ۴۵۰-۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت خشک شدند و با اضافه کردن ۲ مول اسید نیتریک به کوره سرد منتقل شدند. در پایان، به خاکستر به‌دست آمده ۱۰ میلی‌لیتر هیدروکلراید اضافه و با دستگاه جذب اتمی مقدار کلسیم اندازه‌گیری شد (Perkin-Elmer Corporation, ۱۹۹۶). کلسیم خون براساس میلی‌گرم کلسیم در دسی‌لیتر به روش کلریمتری (متیل تیمول بلو) و روش دو محلوله با دستگاه اتوآنالایزر در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، فسفر خون براساس میلی‌گرم فسفات در دسی‌لیتر پلاسما به روش فسفومولیدات (فوتومتریک) با طول موج ۳۴۰ نانومتر و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد با دستگاه اتوآنالایزر، آلکالین فسفاتاز خون براساس ۳

- 1- ELISA
- 2- Shapiro-Wilk
- 3- Test of Homogeneity of Variances
- 4- Kruskal-Walis
- 5- Mann-Whitney

جدول ۱- میانگین (و خطای معیار) پارامترهای خون در جیره غذایی بچه ماهیان قزل آلائی رنگین کمان.

تیمار	شاهد	۳۰۰۰IU (تیمار ۳)	۴۰۰۰IU (تیمار ۲)	۵۰۰۰IU (تیمار ۱)
ویتامین D خون	2 ± 0.2^a	$2/6 \pm 0.15^a$	$4/27 \pm 0.99^b$	$9/13 \pm 0.75^c$
کلسیم خون	$8/15 \pm 0.25^a$	$9/47 \pm 0.09^b$	$9/7 \pm 0.06^b$	$10/83 \pm 0.06^c$
فسفر خون	$18/75 \pm 0.45^a$	$19/67 \pm 0.09^{ab}$	$20/43 \pm 0.69^b$	$22/16 \pm 0.12^c$
آلکالین فسفاتاز خون	$357/5 \pm 2/5^a$	$630/67 \pm 33/0.4^b$	$662 \pm 33/30^b$	$905 \pm 32/53^c$
کلسیم استخوان	$2/39 \pm 0.59^a$	$2/67 \pm 0.12^a$	$3/83 \pm 0.34^b$	4 ± 0.09^b
کلسیم بافت عضله	$0/44 \pm 0.04^a$	$0/54 \pm 0.03^{ab}$	$0/60 \pm 0.02^{bc}$	$0/71 \pm 0.04^c$

ویتامین‌های محلول در چربی (A-D-E-K)، تنها در مورد نیاز قزل آلائی رنگین کمان به ویتامین E، مطالعات زیادی صورت پذیرفته است، بنابراین مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌ها تا حد امکان و براساس منابع موجود صورت پذیرفته است. در بررسی فسفر پلاسما خون بچه ماهیان مورد آزمایش، نتایج این پژوهش با نتایج Barnett و همکاران (۱۹۸۲) که بر روی قزل آلائی رنگین کمان انجام شد، اختلاف داشت که با افزایش مقدار ویتامین D₃ به جیره، فسفر خون چندان تغییر نکرده بود، دلایل این اختلاف می‌تواند موارد زیر باشد:

در این پژوهش فسفر مازاد نسبت به کلسیم در جیره غذایی کم‌تر بوده و باعث افزایش جذب فسفر شده است. همچنین شاید مقادیر آهن، آلومینیوم و منیزیم در آب در پژوهش‌های گذشته، بیش از حد مطلوب بوده که از طریق پیوند با فسفر تشکیل نمک‌های نامحلول داده و باعث توقف جذب فسفر شده است (Webster و Lim، ۲۰۰۶). نتایج این پژوهش در مورد کلسیم پلاسما خون در بچه ماهیان با نتایج Barnett و همکاران (۱۹۸۲) که بر روی قزل آلائی رنگین کمان انجام شد، اختلاف داشت که با افزایش مقدار ویتامین D₃ به جیره، کلسیم خون چندان تغییر نکرده بود که شاید دلیل آن، کمبود ویتامین D یا افزایش لیپید یا افزایش فیبر در جیره

کلسیم خون بچه ماهیان در شاهد کم‌تر از سایر تیمارها بوده است و بیش‌ترین میزان کلسیم به ترتیب در تیمار ۱، ۲ و ۳ مشاهده شده است و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بین شاهد با تیمارها مشاهده گردید ($P < 0.05$). فسفر خون بچه ماهیان در شاهد کم‌تر از سایر تیمارها بوده است و در تیمارهای ۱ و ۲ از بیش‌ترین مقدار برخوردار بوده است و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین شاهد با تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده گردید ($P < 0.05$). میزان آلکالین فسفاتاز خون در خون بچه ماهیان در تیمار ۱ بیش‌تر از سایر تیمارها بوده است و تیمارهای ۲ و ۳ در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند و کم‌ترین میزان آلکالین فسفاتاز خون در خون بچه ماهیان در شاهد مشاهده شده است و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بین تیمار ۱ با شاهد و سایر تیمارها مشاهده گردید ($P < 0.05$). میزان کلسیم استخوان ماهیان در تیمارهای ۱ و ۲ بیش از تیمار ۳ و شاهد بوده است و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ($P < 0.05$). همچنین کلسیم بافت عضله ماهیان در تیمارهای ۱ و ۲ بیش از تیمار ۳ و شاهد بوده است و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بین شاهد با تیمارها مشاهده گردید ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت‌های پژوهش‌های انجام گرفته در خصوص ویتامین D و با توجه به این‌که از

کاهش این آنزیم مواجه شده بود. شاید یکی از دلایل کاهش این آنزیم در پژوهش گوپتا را بتوان کمبود ویتامین D جیره غذایی دانست. در بررسی دیگری که بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط Barnett و همکاران (۱۹۸۲) انجام شد، سطوح آلکالین فسفاتاز پلاسمای خون در قیاس با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت که شاید دلیل این اختلاف با این پژوهش را بتوان در غلظت‌های آن آزمایش دانست که سطوح ویتامین D_۳، ۲۵۰ و ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_۳ طراحی شده بود که حتی از غلظت استاندارد ۲۴۰۰-۱۶۰۰ واحد بین‌المللی برای ماهی قزل‌آلا کم‌تر بوده است. نتایج سطح ویتامین D خون در این پژوهش با نتایج Barnett و همکاران (۱۹۸۲) بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان مطابقت دارد.

از نتایج بارز و بسیار مهم این پژوهش می‌توان به افزایش مقادیر کلسیم استخوان در سایر تیمارها در قیاس با تیمار شاهد که منجر به رشد و استحکام استخوان‌ها، کاهش بروز ناهنجاری‌های استخوانی، رشد و تغذیه بهتر آبزی و در نهایت تولید یک ماده غذایی بسیار مناسب در زندگی انسان اشاره نمود. همچنین از نتایج مهم‌تر دیگر، افزایش میزان کلسیم بافت عضله ماهی در سایر تیمارها در قیاس با تیمار شاهد است که این مطلب در تغذیه انسان به دلیل این‌که همواره در سال‌های اخیر اثبات شده که کمبود ویتامین D در انسان مشهودتر شده است، بسیار مهم می‌باشد. بنابراین توجه به استفاده از مواد غذایی هم‌چون ماهی که تامین‌کننده بسیاری از ریزمغذی‌ها و مواد معدنی است، در این راه نقشی مؤثر دارد اما امروزه با توجه به کاهش صید و افزایش نرخ جمعیت انسانی نیاز است منابع جایگزین برای مصرف در نظر گرفته شود، پس نقش آبزی‌پروری بارزتر می‌گردد. نتایج این پژوهش تأیید می‌کند که

غذایی و یا حتی حضور اسید فایتيک که عاملی در جهت تشکیل فیتات کلسیم است شده و مانع از جذب کلسیم شده باشد. در بررسی کلسیم و فسفر پلاسمای خون که توسط Miranda de Oliveira و همکاران (۱۹۸۹) بر روی گونه ماهی منطقه آمازون در جنوب آمریکا به نام تامباکویی (*Colossoma macropomum*) انجام شد، اختلاف معنی‌داری در فسفر و کلسیم پلاسمای خون نشان داد که با نتایج این پژوهش بر روی قزل‌آلا مطابقت دارد. همچنین در بررسی کلسیم و فسفر پلاسمای خون گربه‌ماهی آب شیرین (*Heteropneustes fossilis*) اختلاف معنی‌داری در کلسیم و فسفر خون در پایان دوره ۱۰ روزه آزمایش به‌دست آمده از ویتامین D و متابولیسم‌های آن دیده شد که با نتایج این پژوهش بر روی بچه‌ماهی قزل‌آلا مطابقت دارد (Srivastav و همکاران، ۱۹۹۷). بررسی کلسیم استخوان و کلسیم بافت عضله در بچه‌ماهیان، نتایج این پژوهش با نتایج Barnett و همکاران (۱۹۸۲) که بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد، اختلاف داشت که در آن زمان با افزایش مقادیر ویتامین D تغییر معنی‌داری در کلسیم استخوان مشاهده نشد که شاید دلیل آن را پس از گذشت چندین سال بتوان در پیشرفت ابزارهای اندازه‌گیری با درصد خطای پایین و جیره‌های غذایی و ترکیبات غذایی در زمان حال دانست. نتایج به‌دست آمده از بررسی آلکالین فسفاتاز پلاسما خون در بچه‌ماهیان با یافته‌های Shiau و Hwang (۱۹۹۴) روی میگوی ببری سیاه انجام دادند، یکسان بود که افزایش ویتامین D جیره غذایی، آلکالین فسفاتاز خون را در قیاس با شاهد افزایش داد. این پژوهش که بر روی بچه‌ماهیان قزل‌آلا انجام شد با نتایج Gupta (۲۰۰۴) که روی بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور هندی انجام شد، اختلاف داشته است که با افزایش غلظت ویتامین D با

سپاسگزاری

از دکتر گلپایگانی به دلیل در اختیار قرار دادن محل اجرای آزمایش ها و مزرعه تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا و همچنین دکتر جوادی به دلیل تامین بچه ماهی قزل آلا ی این پروژه و در اختیار قرار دادن تجربیات چندین ساله خود سپاسگزاری می نمایم.

اضافه کردن ویتامین D در جیره غذایی، ارتباطی بسیار ارزشمند با افزایش سطوح کلسیم استخوان، بافت ماهی و افزایش کلسیم پلاسمای خون شده که در نهایت محصولی با کیفیت بالا در اختیار انسان قرار می دهد تا در زندگی استفاده کند.

منابع

- Barnett, B.J., Jones, G., Young Cho, C., Slinger, S.J., 1982. The Biological activity of 25-Hydroxycholecalciferol and 1, 25- Dihydroxycholecalciferol for Rainbow Trout. Department of Nutrition. College of biological Science. 112, 2020-2026.
- Barnett, B.J., Young Cho, C., Slinger, S.J., 1982. Relative biopotency of dietary Ergocalciferol and Cholecalciferol and the role of and requirement for vitamin D in rainbow trout. Department of Nutrition. College of Biological Science 112, 2011-2019.
- Drummond Sedwick, A., 2007. Guide to breeding and reproduction of salmon. Translated by Abda ... Mashai. Third edition. Daryasar Publications. 208 p.
- Euroimmun, A.G., Stocker, W., Schlumberger, W., 2007. Alle Beitrag zum Thema Autoimmundiagnostik. In: Gressner A., Arndt T. (Hrsg.) Springer Lexikon Klinische Chemie. Medizinische Labordiagnostik von A-Z. Springer Medizin Verlag, Heidelberg 1.
- Fischbach, F., Zawta, B., 1992. Age-dependent reference limits of several enzymes in plasma at different measuring temperatures. Klim Lab. 38, 61-555.
- Goddard, A., 2001. Nutrition management in intensive aquaculture. Translation: Alizadeh, M., Dadgar, Sh. First Edition. Deputy of Aquatic Reproduction - General Directorate of Education and Extension. 190 p.
- Gupta, A.K., 2004. Effect of vitamin D diets on certain biological and biochemical profiles in the fingerling of *Catla catla*. Department of Limnology and Fisheries 38 (2), 97-100.
- Miranda de Oliveira, A., de Assis Mendes, F., Cristina Leite Menezes, Adalberto Luis Val, A., 1989. Effect of vitamin D supplementation on haematological parameters and weight gain of Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Instituto Nacinal de Pesquisas da Amazonia.
- Mokhir, B., 1996. Diseases of farmed fish - third edition. University of Tehran Press. 369 p.
- Perkin-Elmer Corporation, 1996. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy. 310P. Copyright ©. The Perkin-Elmer Corporation. All rights reserved. Printed in the United States of America.
- Shepherd, J., Bromage, N., 2002. Intensive fish farming - Volume One. Sattari and Motamed translation. second edition. University of Guilan Publications. 194 p.
- Shiau, Sh.Y., Hwang, J.Y., 1994. The dietary requirement of juvenile grass shrimp (*Penaeus Monodon*) for vitamin D. Department of Marine Food Science, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan 202, Republic of China. pp. 2445-2450.
- Srivastav, A.K., Srivastav, S.K., Sasamaya, Y., Suzuki, N., Norman, A.W., 1997. Vitamin D metabolism affect serum Calcium and Phosphate in freshwater catfish, *Heteropneustes fossilis*. Zoological Science 14, 743-746.
- Thomas, L., 1998. Clinical Laboratory Diagnostic 1st ed. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft, pp. 136-46.
- Webster, K.D., Lim, K., 2006. Nutrition and nutritional needs of fish in aquaculture (with emphasis on cultivable species in Iran). Translated by Ebrahimi, A., Birqdar, A. First Edition. Jihad University Publishing Center, Isfahan Industrial Branch. 292 p.

Effects of vitamin D diets in the fingerling rainbow trout on calcium metabolism

S. Dehghanzadeh^{1*}, A.A. Zamini², H. Khara²

¹M.Sc. Graduated, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

²Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Abstract

Vitamin D associated with calcium and phosphorus metabolism and they affected on the uptake and deposition minerals in bone. Fish enabled to use only vitamin D₃ and Cholecalciferol is added to the diet of fish. This study on 120 fry of rainbow trout with on average weight 3 gr at 8 weeks in 12 tank fiberglass with a density of 10 fish per tank for determined the effect of different levels of vitamin D in calcium metabolism was performed in 9 nutritional dietary treatments and control experiments. Results showed that the level of vitamin D₃ in the diet increased phosphorus, calcium plasma, muscle calcium, calcium bony and alkaline phosphatase. In this study, it is going to follow the development of strong bones, reduce the incidence of skeletal malformations, growth performance and better nutrition and eventually producing so good food in human life.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*; Vitamin D; Calcium metabolism; Cholecalciferol; Alkaline phosphatase

* Corresponding authors; sajjad_dehghanzadeh@yahoo.com