

تأثیر ویتامین‌های توکوفرول (ویتامین E) و ریوفلاوین (B_۲) بر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای ماهی شیب انگشت قد (*Acipenser nudiventris*)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف مکمل‌های ویتامین E و B_۲ بر روند رشد، بچه تاس ماهی شیب، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار در نظر گرفته شد. جیره شاهد فاقد مکمل‌های ویتامین E و B_۲ بود. در سایر جیره‌های بعد به ترتیب ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E در کیلوگرم جیره، ۲۰ میلی‌گرم ریوفلاوین در کیلوگرم جیره، مخلوط ویتامین E و ریوفلاوین به میزان ۳۰۰+۲۰، ۳۰۰+۳۰۰، ۳۰۰+۲۵ و ۳۰۰+۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره شد. بچه ماهیان شیب با وزن متوسط اولیه ۱/۵ ± ۳۰ گرم به مدت ۸ هفته تغذیه شدند و در پایان دوره پرورش شاخص‌های رشد (وزن و طول) و تغذیه‌ای (ضریب تبدیل، درصد افزایش وزن بدن، ضریب چاقی و میانگین رشد روزانه) در آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج در پایان کار نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن و طول بدن ماهیان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد ($P > 0/05$). ماهیانی که با غذای SFC حاوی E+B_۲ (۳۰۰+۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) تغذیه شدند (تیمار ۴) بیشترین افزایش وزن و طول را داشتند و در مقابل ماهیان تیمار شاهد کمترین افزایش وزن و طول را دارا بودند. همچنین بیشترین میزان ضریب تبدیل غذا، درصد افزایش وزن بدن، ضریب چاقی و میانگین رشد روزانه و وزن نهایی، بهبود و بالاترین شاخص‌های فوق‌الذکر و کمترین ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۲۰ میلی‌گرم ریوفلاوین مشاهده شد ($P > 0/05$). که مربوط به تیمار ۴ یعنی E+B_۲ (۳۰۰+۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مخلوط ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۲۰ میلی‌گرم ریوفلاوین در جیره موجب افزایش روند رشد، در بچه ماهی شیب می‌گردد.

واژگان کلیدی: تاس‌ماهی شیب، توکوفرول (ویتامین E)، ریوفلاوین، رشد، *Acipenser nudiventris*.

علیرضا عاشوری^۱

حسین خارا^{۲*}

محمدعلی یزدانی ساداتی^۳

رضوان اله کاظمی^۴

۱ و ۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
۳، ۴. موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس ماهیان دریای خزر، رشت، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات

h.khara1974@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱/۲۱

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۱۰۲۰۴

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

مقدمه

پرورش ماهیان خاویاری در کشور به سرعت رو به توسعه می‌باشد، گونه‌های پرورشی عمده در این مراکز تولیدی فیل ماهی، شیب (*Huso huso*) (*Acipenser nudiventris*) و چالباش (*Acipenser ruthenus*) است. یکی از اهداف تولیدکنندگان جهت رسیدن به صرفه اقتصادی، کاهش مرگ‌ومیر و تلفات بچه ماهیان، بالا بردن سرعت رشد و تولید بیشتر در واحد سطح است. موفقیت در پرورش متراکم ماهیان بر اساس شاخص‌های رشد و علائم آسیب‌شناسی ماهی تعریف می‌شود (Owen, 2011). وجود ویتامین‌ها به میزان کافی در پرورش متراکم اهمیت خاصی دارد. مواد غذایی طبیعی در تراکم‌های پایین و شرایط پرورش غیر متراکم امکان دارد

بتوانند نسبت‌های مناسب و یا تمامی ویتامینه‌ای مورد نیاز ماهیان را فراهم سازند، اما در تراکم‌های بالای پرورش که مواد غذایی طبیعی فقط برای حفظ حیات جمعیت کفایت می‌کنند و یا به‌طور کل موجود نمی‌باشد، افزودن ویتامین به جیره از اهمیت خاصی برخوردار می‌گردد (Halver, 1957). از سوی دیگر بررسی کیفیت پرورش ماهی در ایران نشان داده است که تغذیه اصولی و کامل ماهیان پرورشی به‌ویژه در گونه‌هایی که احتیاجات غذایی خود را منحصرأً از طریق غذای مصنوعی به دست می‌آورند وابسته به مقدار بهینه ویتامینه‌ای به کار رفته در جیره غذایی می‌باشد (افشار مازندران، ۱۳۸۱).

عامل دوم جهت پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان در محیط متراکم سلامتی آن‌ها است، بدین معنی که آن‌ها باید قادر به مقابله با شرایط استرس‌زای محیط و حذف عوامل بیماری‌زای خارجی و درون‌سلولی و نگهداری تعادل اسمزی خود باشند (Sealey and Galtin, 1999; Galtin, 2002).

در تغذیه ماهیان سردابی دو ویتامین بانام‌های ویتامین E و ریوفلاوین نقشی اساسی دارد. ویتامین E یک ویتامین محلول در چربی است و کمبود آن در آزادماهی آتلانتیک (*Salmo salar*) موجب کاهش رشد، بیرون‌زدگی چشم، چسبندگی فیل‌های آب‌ششی، ضایعات و دژنراسیون عضلات، کاهش میزان تخم و باروری و کاهش پاسخ ایمنی اختصاصی می‌گردد (Poston et al., 1976; Lall et al., 2000).

تحقیقات بر روی ماهی روهو (*Labeo rohita*) نشان داد که تغذیه این ماهی با ویتامین E در غلظت‌های ۰،۵۰،۱۰۰،۱۵۰،۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذای خشک، رژیم غذایی ماهی حاوی کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل ویتامین E به طرز چشمگیری با کاهش وزن، کارایی تغذیه و شاخص‌های غذایی دیگر نسبت به گروه‌های دیگر مواجه گردید. با افزایش ویتامین E هم از مقادیر TBARS و هم شکنندگی اریتروسیت کاسته شده است. بر اساس این آزمایش به جهت رشد بهینه و عملکردهای دیگر رژیم خوراک، نیاز ویتامین E در خصوص بچه ماهی روهو ۱۳۱/۹۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک خشک خواهد بود (Sau et al., 2004).

Liu و همکاران در سال ۲۰۰۷ عنوان کردند که کاربرد ویتامین E در جیره غذایی میگوی سفید (*Litopenaeus vannamei*) منجر به افزایش رشد آن شده است. کاربرد ویتامین E و اسیدهای چرب غیراشباع (HUFA) منجر به بهبود راندمان رشد و مقاومت استرس لاروهای فیل‌ماهیان شد. استفاده از آلفا توکوفرول استات به‌عنوان منبع ویتامین E در غنی‌سازی آرتیمیا به همراه اسیدهای چرب ضروری افزایش میزان رشد لاروهای فیل‌ماهی را در پی داشت (جلالی و همکاران، ۱۳۸۷) که با نتایج حاضر همخوانی دارد.

Huang و همکاران در سال ۲۰۰۴ آزمایشی را به جهت بالا بردن اثرات خوراکی ویتامین E بر رشد، ضد اکسیدشدگی بافت چربی و سطح گلوکوتائین تیلاپیا ی دورگه انجام دادند که در آن رژیم غذایی روغن اکسیدشده وجود داشت. به تیلاپیا دورگه‌ی نابالغ رژیم خوراک حاوی ۰ تا ۳۰۰ IU ویتامین E در ۱۲ درصد رژیم خوراک چربی‌دار به مدت ۱۴ هفته داده شد. عملکرد رشد در ماهیانی که با رژیم غذایی حاوی ۰ و ۴۰ IU ویتامین E تغذیه‌شده بودند نسبت به دسته‌ای که شاهد میزان بالاتر ویتامین E در رژیم غذایی‌شان بود به طرز چشمگیری در سطح پایین‌تری قرار داشت. القاء اسکوربات به ضد اکسیدشدگی چربی در ماهیچه و کبد ماهیانی که رژیم غذایی‌شان حاوی ۰ و ۴۰ IU ویتامین E بود به طرز قابل‌ملاحظه‌ای بزرگ‌تر از دسته‌ای بود که رژیم غذایی حاوی مقادیر بالاتری ویتامین E (در کیلوگرم ۸۰ < IU) داشتند. افزایش ویتامین در بافت و سطح گلوکوتائین کبد، همزمان با افزایش ویتامین E خوراک همراه بود. نیازمندی ویتامین E در رژیم غذایی تیلاپیا دورگه‌ی نابالغ که روغن اکسیدشده مورد تغذیه قرار گرفتند IU ۶۲/۵ در ۲ سطوح Lin و همکاران در سال ۲۰۰۵ رژیم خوراک ویتامین E مورد نیاز ماهی هامور (*Epinephelus malabaricus*) در ۲ سطوح چربی و اثرات حاصله بر روی واکنش‌های ایمنی را در مدت ۸ هفته در غلظت‌های (۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ میلی‌گرم برگیلوگرم) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که رژیم غذایی بهینه از ویتامین E که پیش‌نیاز ماهیان هامور نابالغ است به ترتیب ۶۸-۶۱ و ۱۱۵-۱۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در رژیم غذایی حاوی ۴ درصد چربی و ۹ درصد است که باعث افزایش وزن در آن‌ها می‌شود. شریف‌زاده در سال ۱۳۸۹ اثر ویتامین E و ریوفلاوین بر رشد، بقاء و فاکتورهای خونی ماهی انگشت قد کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*) را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که رژیم خوراک بهینه از ویتامین‌های فوق برای بچه ماهیان کپور E+B_۲، ۸۰+۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

ریوفلاوین یک ویتامین محلول در آب است که کمبود آن اختلالات وسیع و گسترده‌ای در آزادماهیان ایجاد می‌کند. کمبود آن در قزل‌الای رنگین‌کمان به‌صورت رشد ضعیف، کدر شدن عدسی، تغییر شکل ستون فقرات و افزایش مرگ‌ومیر در مراحل لاروی، انگشت قد و پرواری گزارش شده است (Halver, 1957).

در تحقیقی که به بررسی تعیین نیاز *Sunshine bass* به ریوفلاوین مورد بررسی قرار گرفت مشخص شد که بچه ماهیانی که با مقدار کم ریوفلاوین تغذیه شدند کم‌اشتهایی و رشد کم را نشان دادند (Fang Deng and Wilson, 2003). این علائم در اکثر گونه‌های تغذیه‌شده با غذاهای حاوی ریوفلاوین کم، موجود می‌باشد (NRC, 1993). تیره شدن پوست و آب‌مروارید بر اثر کمبود ویتامین ریوفلاوین در جیره غذایی در *Chinook salmon* (Halver, 1957) و نیز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش شده است (Kitamura et al., 1967). دیگر علائم کمبود خاص گونه‌ها همچون فرسایش باله، کم‌خونی و کوتوله شدن در *Sunshine bass* با کمبود ریوفلاوین مشاهده نشده است و مشخص گردید که غذاهای حاوی بیش از ۳/۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم ریوفلاوین برای جلوگیری از علائم کمبود و حمایت از رشد بهینه *Sunshine bass* کافی است و نیاز ریوفلاوین برای این ماهی ۵ میلی گرم بر کیلوگرم در مواد غذایی می‌باشد (Fang Deng and Wilson, 2003). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق علائم کمبود ویتامین B_۶ در بچه ماهی کپور مشاهده نشده است که این ممکن است بر اثر اختلاف موجود در این گونه‌ها، سایز ماهی یا دیگر شرایط آزمایشی باشد. Woodward در سال ۱۹۸۲، از مکمل ریوفلاوین بر روی ۶ رژیم غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقادیر (۰، ۰.۴، ۱.۰، ۲.۵، ۵.۰، ۱۰.۰) به این نتیجه رسید که ماهیانی که از مکمل‌های غذایی به مقدار ۴ میلی گرم بر کیلوگرم تغذیه شدند، پارامترهای رشد و راندمان تبدیل غذایی‌شان بیشتر از مقادیر دیگر بوده است. اگرچه مکمل ریوفلاوین به‌عنوان رژیم غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان کاربرد و مقرون‌به‌صرفه است اما ممکن است ماهی قزل‌آلا به میزان بالای ریوفلاوین در رژیم غذایی حساسیت نشان دهد اما در تحقیق دیگری، نتایج حاصل از اثر مازاد رژیم غذایی ریوفلاوین بر رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبت به استفاده بیش‌از حد رژیم غذایی ریوفلاوین حساسیت نداشته و کاهش رشدی که توسط محققین دیگر بیان شده در نتیجه برخی تأثیرات غذایی و یا ناقص بودن طرح آزمایشی می‌باشد (Hughes, 1984). در تحقیقی که به بررسی تأثیر ریوفلاوین در رژیم غذایی در دفاع آنتی‌اکسیدانی در ماهی هامور در غلظت‌های (۰/۹، ۱/۶، ۴/۴، ۶/۷، ۱۲/۹، ۱۹/۴ میلی گرم بر کیلوگرم) انجام شد به این نتیجه رسیدند که در غلظت‌های ۰/۹ و ۱/۶ میلی گرم بر کیلوگرم فعالیت آنتی‌اکسیدانی ضعیفی دارند (Huang et al., 2010). از آنجایی که تاس ماهی شیپ یکی از گونه‌های عمده در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری در کشور محسوب می‌گردد و باید در تراکم‌های بالا پرورش یابد، شناخت نیازمندی‌های غذایی و بررسی تأثیر افزودن ویتامین‌های محلول در آب و چربی بر روند رشد که تأثیر مثبتی بر افزایش بازده تولید خواهد داشت از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، بنابراین در این تحقیق اثر سطوح مختلف ویتامین E و ریوفلاوین به‌صورت جداگانه و مخلوط باهم بر روند رشد، بچه تاس ماهی شپ در مرحله رشد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جهت تهیه ویتامین E و ریوفلاوین، ویتامین E و B_۶ مورد استفاده در این آزمایش از شرکت پدیده کالای باستان تهران خریداری شد. بر اساس بروشورهای دریافتی هر کیلوگرم پرمیکس رومیت E حاوی ۵۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E مکمل و هر کیلوگرم رومیت B_۶ حاوی ۴۰۰۰ میلی‌گرم ریوفلاوین بود.

در طراحی و ساخت جیره غذایی، نحوه تغذیه و پرورش ابتدا اجزای اولیه غذا (پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر، فیبر، کربوهیدرات و انرژی کل) آنالیز شد، سپس با استفاده از برنامه‌ریزی خطی در محیط اکسل یک جیره (حاوی ۴۹ درصد پروتئین، ۱۴ درصد چربی و ۲۱ مگا ژول انرژی در کیلوگرم) بر اساس میزان انرژی آزادشده از هر گرم پروتئین، لیپید و کربوهیدرات به ترتیب برابر با ۵/۴۸، ۹/۸ و ۴/۱۸ کیلوکالری بر اساس روش‌های اندازه‌گیری استاندارد مواد غذایی با روش NRC در سال ۱۹۹۳ ساخته شد. سپس جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر، انرژی کل و تعیین مقدار ریوفلاوین و ویتامین E به آزمایشگاه ارسال گردید. مقدار ویتامین E تقریباً ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره و مقدار ریوفلاوین ۴/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره اعلام گردید، در مرحله بعد ۵ جیره ایزوکالریک و ایزوپروتئین با جیره اول ساخته و ویتامین E و ریوفلاوین (B_۶) در سطوح مختلف به ترتیب زیر به ازای هر کیلوگرم جیره اضافه گردید:

جیره ۱: فاقد ویتامین E و B_۶

جیره ۲: ترتیب ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E

جیره ۳: ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ریوفلاوین

جیره ۴: ویتامین E و ریوفلاوین به میزان ۳۰۰+۱۵ میلی‌گرم

جیره ۵: ویتامین E و ریوفلاوین ۲۰+۳۰۰ میلی‌گرم

جیره ۶: ویتامین E و ریوفلاوین ۲۵+۳۰۰ میلی‌گرم به هر کیلوگرم جیره اضافه شد.

ترکیب شیمیایی جیره‌ها در جدول ۱ ارائه گردیده است:

جدول ۱: ترکیب شیمیایی جیره‌های ساخته‌شده.

تیمار						ترکیب شیمیایی
جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳	جیره ۴	جیره ۵	جیره ۶	
۰+۰	۳۰۰+۰	۰+۲۰	۳۰۰+۱۵	۳۰۰+۲۰	۳۰۰+۲۵	
۹۵/۳۷	۹۵/۱	۹۵/۲	۹۵/۳	۹۵/۲	۹۵/۴	ماده خشک (درصد)
۴۹	۴۹/۱	۴۹/۲	۴۸/۸	۴۹	۴۹/۱	پروتئین (درصد)
۱۴/۱	۱۴	۱۳/۸	۱۴/۱	۱۴	۱۴	چربی (درصد)
۱۴/۲	۱۴/۳	۱۴/۱	۱۴/۲	۱۴/۲	۱۴/۲	رطوبت (درصد)
۲۰/۷	۲۰/۷	۲۰/۷	۲۰/۷	۲۰/۷	۲۰/۷	خاکستر (درصد)
۲	۱/۹	۲	۲	۲/۱	۲	فیبر (درصد)
۲۱/۱	۲۱/۱	۲۱/۱۵	۲۱/۲۷	۲۱/۲	۲۱/۱۸	انرژی کل (مگاژول بر کیلوگرم)

ترکیبات غذای SFC شامل: پودر ماهی، پودر گوشت، کنجاله سویا، آرد گندم، مکمل معدنی، مکمل ویتامینه.

تعداد ۱۴۰ عدد ماهی شیپ با وزن اولیه 2 ± 25 گرم از انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاوباری دکتر دادمان رشت به سایت چاپکسر انتقال و در وان‌های فایبرگلاس ذخیره به‌منظور سازگاری با شرایط جدید با جیره بیمار فرانسه به مدت ۲ هفته تغذیه شدند. پس از طی این دوره تعداد ۱۲۰ عدد ماهی با متوسط وزن $0.145 \pm 0.33/30$ گرم انتخاب و به‌صورت تصادفی بدون دارا بودن اختلاف معنی‌دار آماری در شاخص وزن در ۱۲ وان فایبرگلاس دو تنی توزیع گردیدند. ماهیان در طول دوره پرورش روزانه به میزان ۳ تا ۵ درصد وزن بدن (تا حد سیری) در سه نوبت تغذیه شدند. زیست‌سنجی ماهیان و شستشوی وان‌ها در فواصل ۲۵ روزه انجام گرفت و بر اساس وزن دست آمده میزان غذای داده‌شده برای ۱۵ روز بعد تنظیم گردید.

آنالیز شیمیایی ترکیبات، مواد اولیه، جیره‌های آزمایشی با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین ترکیب تقریبی مواد شیمیایی بروش AOAC در سال ۱۹۹۰ انجام شد. برای اندازه‌گیری درصد رطوبت، نمونه‌های آزمایشی در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت در دستگاه اون تا رسیدن به یک وزن خشک شدند. پروتئین با اندازه‌گیری نیتروژن کل ($N=6/25$) با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین شد. چربی با استفاده از حلال کلروفورم با نقطه‌جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت در دستگاه سوکسله استخراج و خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ ساعت اندازه‌گیری شد. انرژی کل اجزا و جیره غذایی با استفاده از بمب کالری متر اندازه‌گیری شد. مقدار ویتامین در جیره پایه با استفاده از دستگاه آنالیز غذا به‌وسیله دستگاه کروماتوگرافی مایع (HPLC) (مدل CECIL-۱۱۰۰-SERES) تعیین گردید.

جدول ۲: آنالیز غذای SFC مورد استفاده.

ترکیبات غذایی	درصد در جیره
پروتئین	49.0 ± 0.8
چربی	14.1 ± 0.2
خاکستر	20.7 ± 1.0
رطوبت	14.2 ± 0.2
فیبر	2.0 ± 0.1

با انجام زیست‌سنجی ۱۵ روزه و با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از طول و وزن ماهیان و تشکیل بانک اطلاعاتی، محاسبات آماری شاخص‌های رشد، غذا، شاخص هپاتوسوماتیک بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شد (Hung et al., 1987):

$$CF = (Bw/TL^3) \times 100$$

Bw = میانگین وزن نهایی بدن برحسب گرم

TL = میانگین طول کل نهایی برحسب سانتی‌متر.

درصد افزایشی وزن بدن (%BWI) (Hung et al. 1989):

$$\%BWI = (Bwf - Bwi) / Bwi \times 100$$

Bwi = متوسط وزن اولیه در هر تانک

Bwf = متوسط وزن نهایی در هر تانک

ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Ronyai et al., 1990):

$$FCR = F / (wt - wo)$$

F = مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی

Wo = میانگین بیوماس اولیه (گرم)

Wt = میانگین بیوماس نهایی (گرم)

S.G.R (Ronyai et al., 1990) (درصد در روز):

$$S.G.R = (Lnwt - Lnwo) / t \times 100$$

Wo = میانگین بیوماس اولیه (گرم)

Wt = میانگین بیوماس نهایی (گرم)

T = تعداد روزهای پرورش

داده‌های اولیه در نرم‌افزار اکسل به‌عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره و پس از ثبت با آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون جداساز دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش نوزدهم در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون Kolmogorov-Smirnov جهت بررسی توزیع نرمال ماهیان توزیع شده در وان‌ها استفاده شد.

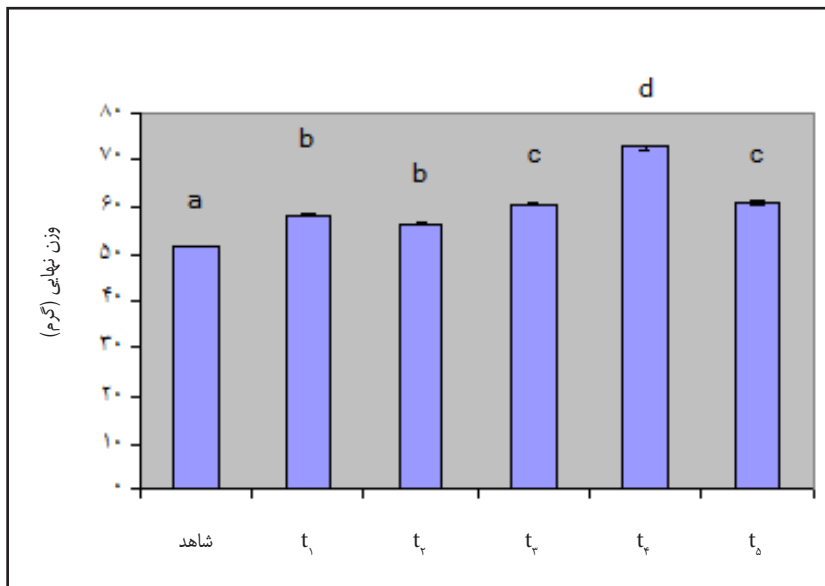
نتایج

نتایج مربوط به میانگین درجه حرارت، اکسیژن و pH در جدول ۳ و نتایج مربوط به تأثیر جیره‌های غذایی بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذا، به ترتیب در جدول ۴ آمده است. میانگین اکسیژن محلول، درجه حرارت و pH در طول دوره به ترتیب برابر با $7/13 \pm 0/5$ میلی‌گرم در لیتر، $24/6 \pm 0/5$ درجه سانتی‌گراد و pH برابر با $7/2 \pm 0/23$ بود.

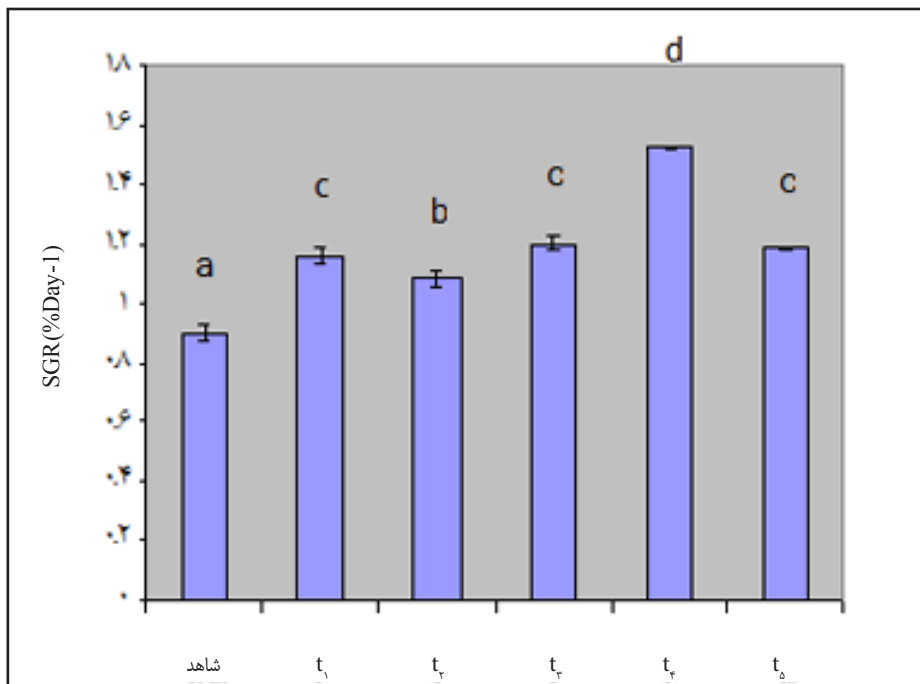
جدول ۳: میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در دوره‌های ۲۵ روزه.

دوره	دما (درجه سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	PH
اول	$22 \pm 0/5$	$7/6 \pm 0/5$	$7/3 \pm 0/3$
دوم	$24 \pm 0/5$	$6/9 \pm 0/6$	$7/4 \pm 0/1$
سوم	$27 \pm 0/5$	$6/9 \pm 0/4$	$7/1 \pm 0/3$

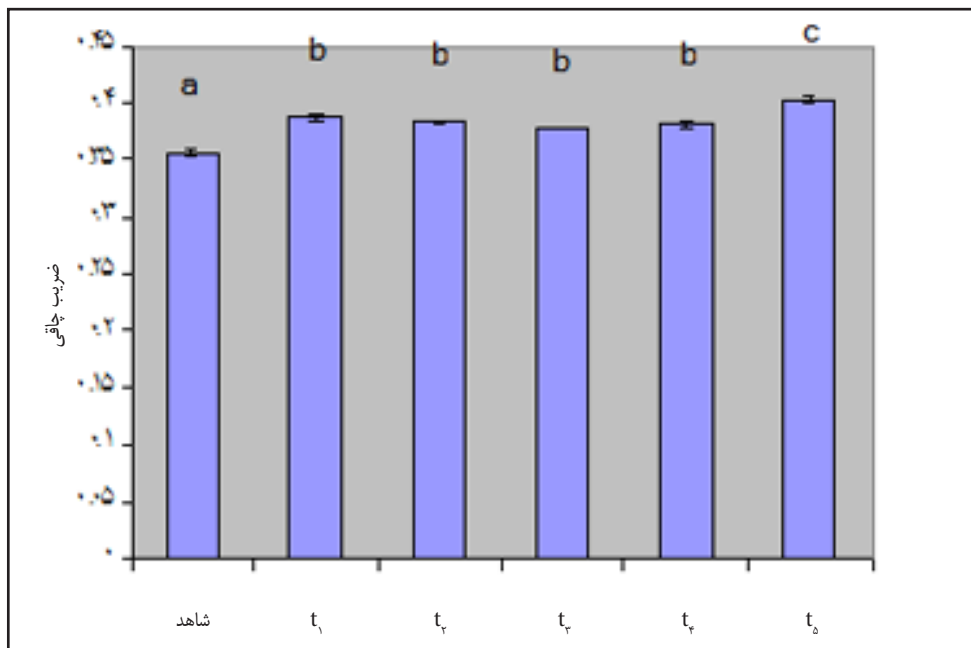
با افزایش سطوح ویتامین E و B_p در تیمار شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E + ۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_p دارای بیشترین وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه به ترتیب به مقدار $(72/5 \pm 0/1)$ گرم، $(135/0 \pm 0/0)$ درصد و $(1/52 \pm 0/004)$ درصد در روز بودند ($P > 0/05$)، اما روند کاهش شاخص‌های فوق‌الذکر در ماهیان جیره ۶ تغذیه‌شده با جیره حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E + ۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_p مشاهده شد هرچند که نسبت به جیره شاهد در سطوح بالاتر و دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P > 0/05$). کمترین ضریب تبدیل غذا در ماهیان جیره ۵ (۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E + ۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_p) ثبت گردید. ضریب تبدیل غذا با افزودن مکمل‌های ویتامین در مقایسه با جیره شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P > 0/05$). میانگین وزن، طول، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، رشد ویژه، رشد روزانه و میانگین درصد افزایش وزن بدن به ترتیب در اشکال ۱ تا ۷ ارائه شده است.



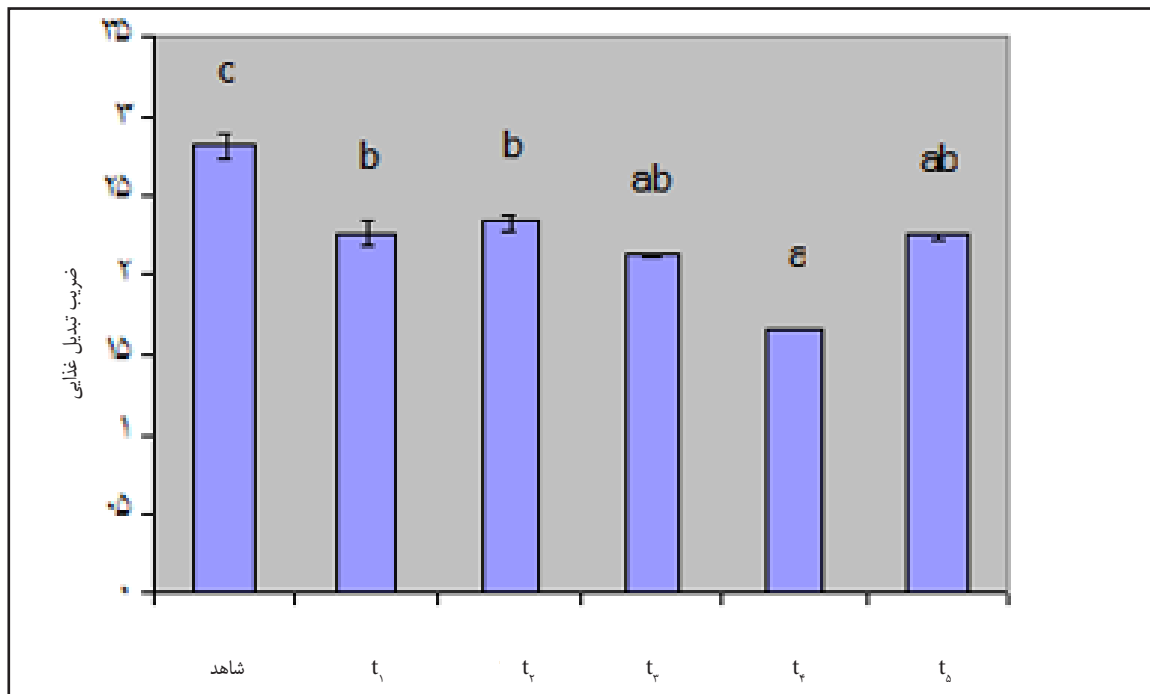
شکل ۱: میانگین وزن ماهی انگشت قد شیپ (*Acipenser nudiventris*) (میانگین \pm انحراف معیار) تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی آزمایشی در روز.



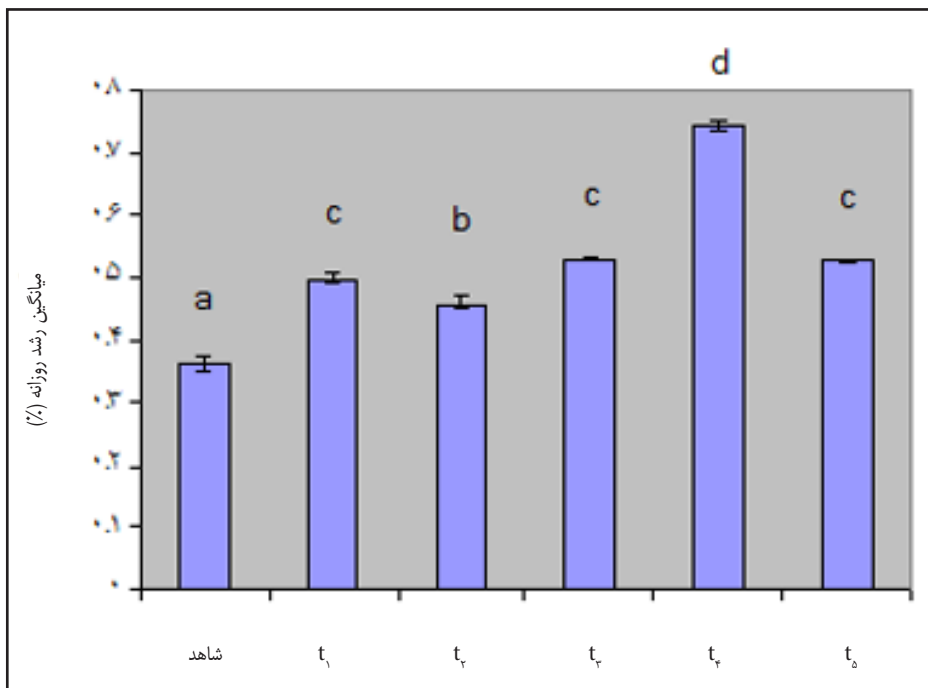
شکل ۲: میانگین طول ماهی انگشت قد شیپ (*Acipenser nudiventris*) (میانگین \pm انحراف معیار) تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی آزمایشی در روز.



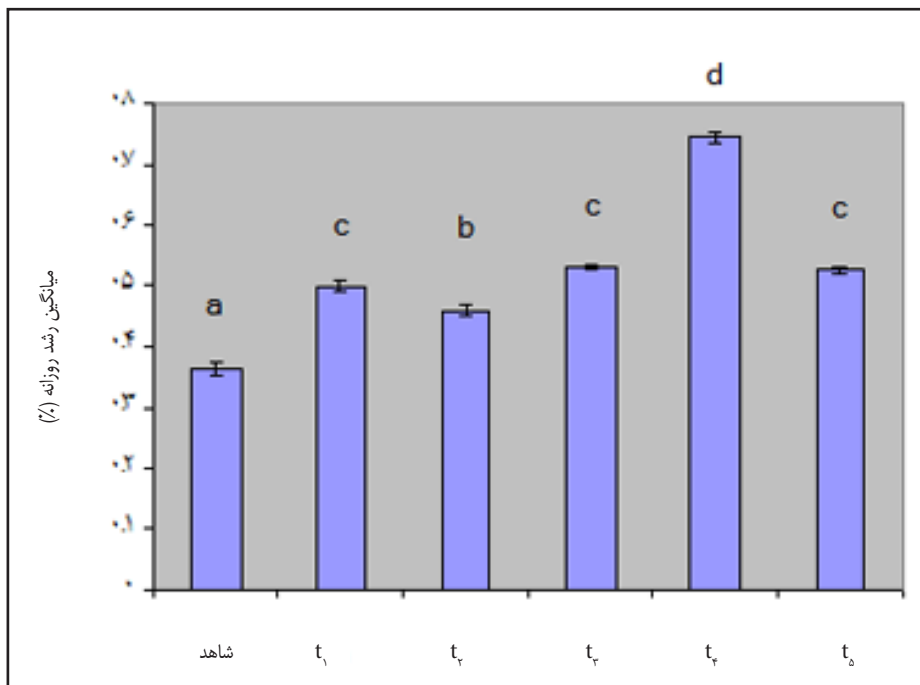
شکل ۳: میانگین ضرب چاقی ماهی انگشت قد شیپ (*Acipenser nudiventris*) (میانگین \pm انحراف معیار) تغذیه شده با جیره های غذایی آزمایش در روز.



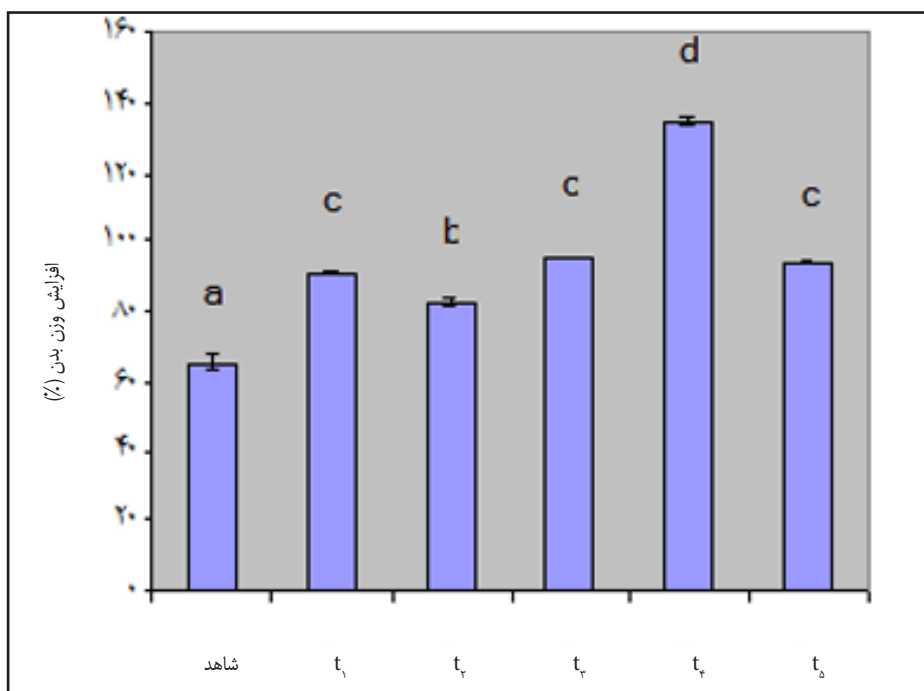
شکل ۴: میانگین ضرب تبدیل غذایی ماهی انگشت قد شیپ (*Acipenser nudiventris*) (میانگین \pm انحراف معیار) تغذیه شده با جیره های غذایی آزمایش در روز.



شکل ۵: میانگین رشد ویژه ماهی انگشت قد شیپ (*Acipenser nudiventris*) تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی آزمایشی در روز.



شکل ۶: میانگین رشد روزانه ماهی انگشت قد شیپ (*Acipenser nudiventris*) (میانگین \pm انحراف معیار) تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی آزمایشی در روز.



شکل ۷: میانگین درصد افزایش وزن بدن ماهی انگشت قد شیپ (*Acipenser nudiventris*) (میانگین \pm انحراف معیار) تغذیه شده با جیره های غذایی آزمایشی در روز.

جدول ۴: تأثیر مکمل های ویتامین بر روند رشد و ضریب تبدیل غذایی بچه ماهیان شیپ (*Acipenser nudiventris*) در یک دوره ۸ هفته ای.

جیره های آزمایشی / سطوح مکمل های ویتامین E و ریبو فلاوین (میلی گرم در کیلوگرم)						
شخص ها	جیره ۱ +++	جیره ۲ ++++	جیره ۳ ++۲۰	جیره ۴ ۳۰++۱۵	جیره ۵ ۳۰++۲۰	جیره ۶ ۳۰++۲۵
وزن اولیه	۳۰/۹۰±۰/۳۳۵	۳۰/۴۵±۰/۳۲۱	۳۰/۸۵±۰/۳۱۲	۳۰/۸۵±۰/۳۱۵	۳۰/۸۵±۰/۳۰۵	۳۱/۳۵±۰/۳۰۳
وزن نهایی (FW)	۵۱/۲±۰/۳۲	۵۸/۲۵±۰/۳۲۱	۵۶/۴۵±۰/۳۲۵	۶۰/۴۲±۰/۳۳۷	۷۲/۵±۰/۳۴۱	۶۰/۸۵±۰/۳۵۵
ضریب چاقی	۰/۳۵±۰/۳۰۱۳	۰/۳۸±۰/۳۰۲	۰/۳۸±۰/۳۰۲۱	۰/۳۷±۰/۳۰۱۹	۰/۳۳±۰/۳۰۰۹۵	۰/۴۰±۰/۳۰۰۳۶
درصد افزایش وزن (BWI)	۶۵/۷±۲/۳۵	۹۱/۲۹±۰/۳۵۹	۸۳/۲۷±۰/۳۸۹	۹۵/۸۶±۰/۳۶	۱۳۵/۰±۰/۳۵۶	۹۴/۰۹±۰/۳۰۹
ضریب رشد ویژه (SGR)	۰/۹±۰/۳۰۲۷	۱/۱۵±۰/۳۰۲۱	۱/۰۸±۰/۳۰۲۹	۱/۲±۰/۳۰۲۳	۱/۵۲±۰/۳۰۰۴	۱/۱۸±۰/۳۰۰۹
ضریب تبدیل	۲/۸۱±۰/۳۰۷۵	۲/۹۲±۰/۳۰۷	۲/۳۳±۰/۳۰۵۸	۲/۱۳±۰/۳۰۱۶	۱/۶۵±۰/۳۰۱۹	۲/۲۳±۰/۳۰۱۸

بحث و نتیجه گیری

در آینده سوددهی آبی پروری وابسته به توانایی متخصصین تغذیه در فرموله کردن جیره ها و اجزای غذایی و استفاده از مکمل های غذایی مناسب جهت حفظ روند رشد و سلامت ماهی در محیط های متراکم است (Sealey and Galtin, 1999; Galtin, 2002).

از آنجایی که ماهی ها قادر به سنتز ویتامین ها نیستند و یا برخی از آن ها را به مقدار ناکافی سنتز می کنند لذا برای تکامل طبیعی، رشد و نگهداری بایستی ویتامین ها در جیره غذایی ماهی ها گنجانده شود (Webster and Lim 2006). چراکه برای رشد طبیعی و

نرمال و فعالیت‌های متابولیکی ماهیان وجود ویتامین‌ها لازم و ضروری است. در آزمایش حاضر با افزایش سطوح ویتامین E و B_۲ در جیره، شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در مقایسه با جیره شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E + ۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_۲ دارای بیشترین وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه بودند (P>۰/۰۵). نتایج مشابهی توسط شریف‌زاده (۱۳۹۰) در مورد تأثیر مخلوط ویتامین E و ریوفلاوین بر رشد، بقاء و فاکتورهای خونی ماهی انگشت قد کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*) به‌دست‌آمده که پیشنهاد شده است در جیره غذایی این‌گونه ۸۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۷ میلی‌گرم ویتامین B_۲ گنجانده شود. Sau و همکاران (۲۰۰۴) نیاز بچه ماهی روهو (*Labeo rohita*) به رژیم خوراکی با ویتامین E، در ارتباط با روند رشد و ترکیب لاشه را در ۵ سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که رژیم خوراکی که حاوی کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم مکمل ویتامینی E بود به طرز چشمگیری با کاهش وزن روبرو می‌شود. در آن آزمایش نیاز ماهی روهو (*Labeo rohita*) به ویتامین E به جهت رشد بهینه و عملکردهای دیگر رژیم خوراکی ۱۳۱/۹۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در نظر گرفته شد. نتایج تحقیق حاضر همانند نتایج حاصله از آزمایش Sau و همکاران (۲۰۰۴)، Liu و همکاران (۲۰۰۷) و Huang (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که ویتامین E و B_۲ تأثیر بر رشد ماهی دارد. Koven و همکاران در سال ۱۹۹۳ نشان دادند که مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع امگا تری موجب افزایش نرخ رشد بسیاری از لاروهای دریایی مثل سیم دریایی سر طلایی می‌شود.

Kyeong و همکاران در سال ۲۰۰۴ اثرات درازمدت فعل و انفعالات رژیم خوراکی ویتامین E و C بر روی رشد و عملکرد تولیدمثلی در ماهی سوف زرد (*Perca flavescens*) مورد مطالعه قرار دادند. بدین منظور ماهیان نابالغ با ۴ رژیم غذایی (-، -C+E، -C-E، +C+E، +C-E) به مدت ۳۲ هفته مورد تغذیه قرار گرفتند. رژیم غذایی مورد آزمایش طوری تنظیم شد که حاوی سطح بالایی از ویتامین E (۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و یا عاری از آن باشد و مکمل ویتامینی C در آن باشد (۲۵۰ میلی‌گرم/کیلوگرم) و دیگری نباشد. نتایج این‌طور نشان داد که میزان رشد و زنده ماندن آن دسته از ماهیانی که با رژیم غذایی C-E+ و C+E+ تغذیه‌شده بودند به طرز چشمگیری بالاتر از دسته‌ای بود که با رژیم غذایی C-E- تغذیه شدند. این بررسی نشانگر آن است که مکمل‌های خوراکی C و E میزان رشد را افزایش می‌دهند.

تحقیق حاضر همانند نتایج حاصله از آزمایش Sau و همکاران (۲۰۰۴)، Woodward (۱۹۸۲) Liu و همکاران (۲۰۰۷)، Copeman و همکاران (۲۰۰۲) و Huang و همکاران (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که ویتامین E و B_۲ تأثیر بر رشد ماهی دارد. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان می‌دهد که غلظت، مناسب ویتامین E در جیره غذایی بچه ماهی شیپ، نقش بسزایی در رشد و افزایش شاخص‌های زیستی بدن نظیر وزن و طول کل ایفا می‌کند به‌طوری‌که مخلوط ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۲۰ میلی‌گرم ریوفلاوین در جیره موجب افزایش روند رشد و افزودن ویتامین E و ریوفلاوین به‌طور جداگانه به ترتیب در مقادیر ۳۰۰ و ۲۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره موجب ارتقای رشد در بچه ماهی شیپ می‌گردد و توصیه می‌گردد که این مقادیر در جیره غذایی تجاری ماهیان خاویاری اضافه گردد.

سپاسگزاری

از کلیه دوستانی که به نحوی ما را در جهت انجام امور مربوط به این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

افشار مازندران، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی ایزیان در ایران. انتشارات نوربخش، ۲۱۳ ص.
جلالی، م. ع.، حسینی، س. ع.، ایمانی‌پور، م. ر. و علی محمدی، ع. ا.، ۱۳۸۷. اثر آرتمیا اورمیانای غنی شده با ویتامین E و اسیدهای چرب غیر اشباع بر میزان رشد، بازماندگی و مقاومت به تنش شوری در لارو فیل ماهی. مجله علمی شیلات ایران. وزارت جهاد کشاورزی، ۱۱ ص.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1990. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists International. Washington DC, 1263 P

Copeman, L. A., Parrish, C. C., Brown, J. A., Harel, M., 2002. Effects of DHA, EPA and AA on the

early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*); a live food enrichment experiment. *Aquaculture* 210: 185-204.

Fang Deng, D. and Wilson, R., 2003. Dietary riboflavin requirement of juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* *Morone saxatilis*). *Aquaculture* 218:695-701.

Gatlin, D. M., 2002. Nutrition and fish health. In: Halver, J. (Ed). *Fish nutrition*. (Third ed) Elsevier Science. pp. 671-702.

Halver, J. E., 1957. Nutrition of salmonid fishes:4. Water-soluble vitamin requirements of Chinook salmon. *Journal of Nutrition*, 62: 225-243.

Huang, J., Tian, L., Wu, X., Yang, H. and Liu, Y., 2010. Effects of dietary riboflavin levels on antioxidant defense of the juvenile grouper *Epinephelus coioides*. *Fish Physiol Biochem*.

Hughes, S., 1984. Effect of Excess Dietary Riboflavin on Growth of Rainbow Trout. *American Institute of Nutrition. The Journal of Nutrition*. NY 13045-1660.

Hung, S. S. O., Aikins, K. F., Lutes, P. B. and Xu, R., 1989. Ability of Juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different Carbohydrate source. *J.Nutr*, vol.119, pp. 272-733.

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* .vol. 80, pp.147-153. products in Nigeria. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* Vol.2(2). pp. 29-036.

Kitamura, S., Suwa, T., Ohara, S. and Nakagawa, K., 1967. Studies on vitamin requirements of rainbow trout: 2. The deficiency symptoms of fourteen Kinds of vitamin. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*. 33, 1120-1125.

Koven, W. M., ler, A., sklan, D. and kissil, G. W., 1993. The association of cicosapentae-noic and docosahexaenoic acids in the main phospholipids of different-age *sparus aurata* larvae with growth. *Aquaculture* 116:71-82.

Kyeong, J. M., Byun, Y. I., Sung, E. C. and Chun, M. S., 2004. Ubevijkh Photometric Study of the open cluster NGC 2849. *The Astronomical Journal*, 128:2331-2338.

Lall, S. P., 2000. Nutrition and health of fish. *Avances en nutricion acuicola*. Memorias del simposium intemacionai de nutricion acuicola. Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M. Olvera-Novoa, M.A. and Civera-Cerecedo, R., Merida, Yucatan, Mexico.

Liu, Y., Wang, W., Wang, A., Wang, J. and Sun, R., 2007. Effects of dietary vitamin E supplementation on antioxidant enzyme activities in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) exposed to acute salinity changes. *Aquaculture* 265: 351-358.

NRC (National Research Council) (1993). Nutrient Requirements of Fish. The National Academies Press, Washington, DC, 114 pp.

Owen, M. A. G., 2011. The effect of dietary inclusion of category 3 animal by-product meals on rainbow trout (*O. mykiss* Walbaum) mineralized tissue and immune function. Thesis for degree of Doctor of Philosophy. University of Plymouth. 178 p.

Posten, F. L., Pedigo, R. B. and Hammond, R. B., 1976. Effects of artificial and insect defoliation on soybean net photosynthesis. *J. Econ. Ent.* Vol. 69. pp. 109-112.

Ronyai, A., Peteri, A. and Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. *Aquaculture Hungrica (Szarwas)*, Vol. 6, pp.13-18.

Sau, S., Paul, B., Mohanta, K. and Mohanty, S., 2004. Dietary vitamin E requirement, fish performance and carcass composition of rohu (*Labeo rohita*) fry. *Aquaculture*. Vol. 240. pp. 359-368

Sealey, W., Gatlin, D. M., 1999. Overview of the nutritional strategies affecting the health of marine fish. *Journal of Applied Aquaculture*, Vol. 9. pp. 11-26.

Webster, C. D. and Lim, C. E., 2006. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for aquaculture. CAB International, CABI publishing. pp 418.

Woodward, B., 1982. Riboflavin Supplementation of Diets for Rainbow Trout. The Journal of Nutrition. pp908-913.