

بررسی اثرات آلفا-توکوفرول استات اضافه شده به جیره بر پارامترهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای

رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

محمدصدیق جسور^{۱*}، علی احسانی^{۱،۲}، اسحق زکی پور رحیم آبادی^۳، وفا فرهمندی^۴، محمد رهنما^۵ و علی ارشدی^۳

۱. پژوهشکده آرتمیا و آبزیان، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲. گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۴. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۵. گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

*نویسنده مسئول: m.s.jasour@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر افزودن سطوح بالاتر از میزان مورد نیاز آلفا توکوفرول استات به جیره بر روی پارامترهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای- رنگین کمان، ۴۵۰ عدد ماهی با میانگین وزنی 95 ± 5 گرم در سه تیمار غذایی شامل: ماهیان با جیره‌های آزمایشی شامل صفر (فاقد آلفا-توکوفرول)، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم آلفا توکوفرول به ازای هر کیلوگرم غذای تجاری قزل‌آلای به مدت ۸ هفته مورد پرورش قرار گرفتند. در طی عملیات زیست‌سنجی شاخص‌های رشد و تغذیه محاسبه گردید و داده‌ها با نرم افزار آماری SPSS آنالیز شدند. نتایج آزمایش نشان داد که اگرچه در تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف آلفا-توکوفرول اختلاف معنی داری در افزایش وزن مشاهده نگردید ($P > 0.05$) اما در مقایسه با گروه کنترل رشد به مراتب بهتری را به دست آمد ($P < 0.05$). علاوه بر آن، بهبود قابل توجه شاخص‌های افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه در تیمارهای حاوی ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم آلفا-توکوفرول در مقایسه با گروه کنترل مشاهده گردید ($P < 0.05$)، اما بین تیمارهای تغذیه شده با ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم آلفا-توکوفرول اختلاف قابل توجهی مشاهده نگردید ($P > 0.05$). با توجه به نتایج به دست آمده، در نهایت مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم آلفا توکوفرول استات به ازای هر کیلوگرم غذا جهت بهبود فاکتورهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در مرحله پروار بندی توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، ویتامین E، توکوفرول، شاخص‌های تغذیه‌ای

مقدمه

جامعه منجر گردد. یکی از راه‌های دستیابی به این مهم استفاده از محرک‌های رشد می‌باشد. ویتامین E یک ویتامین محلول در چربی (Insall, 2008) و به عنوان یک آنتی-اکسیدان طبیعی و محرک رشد محسوب می‌گردد (NRC,

قزل‌آلای رنگین کمان از گونه‌های تجاری و با اهمیت در صنعت آبی پروری دنیا و ایران می‌باشد که تلاش برای افزایش رشد آن می‌تواند در نهایت به تولید و سودآوری بیشتر در این صنعت و تامین پروتئین حیوانی مورد نیاز

پارامترهای رشد و تغذیه و افزایش کیفیت گوشت و ماندگاری آن داشته باشد (Lee et al., 2003; Lohakare et al., 2006; Panda et al., 2006; Samanta et al., 2006). از آنجایی که میزان آلفا توکوفرول جیره تجاری قزل‌آلای رنگین‌کمان در حد میزان مورد نیاز ماهی می‌باشد، لذا در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت بالای کیفیت جیره در بهبود کارایی رشد و کاهش هزینه‌های مصرفی در مزارع پرورش آبزیان اثر افزودن سطوح بالاتر از میزان مورد نیاز آلفا توکوفرول استات به جیره بر روی پارامترهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد ارزیابی قرار گرفت

مواد و روش کار

این تحقیق در سالن تکثیر و پرورش آبزیان پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبی دانشگاه ارومیه به مدت هشت هفته انجام گردید.

تهیه و ذخیره سازی ماهیان

تعداد ۴۵۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی 95 ± 5 گرم از یکی از مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در اطراف ارومیه تهیه گردید و با مخزن مخصوص حمل ماهی مجهز به هواده به سالن تکثیر و پرورش آبزیان پژوهشکده منتقل شدند و به منظور عملیات قرنطینه و ضدعفونی در سه حوضچه بتونی ۹۰۰ لیتری ذخیره گردیدند. پس از طی یک هفته و سازگاری ماهیان با شرایط محیط، عملیات تقسیم ماهیان در قالب ۳ تیمار و در ۳ تکرار در ۹ حوضچه بتونی انجام گردید.

تهیه جیره‌های آزمایشی

(1993). تغذیه ماهی با جیره بدون ویتامین E باعث به مخاطره افتادن ایمنی اختصاصی و فعالیت بیگانه خواری و افزایش میزان مرگ و میر در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود (Blazer and Wolk, 1984; Hardie et al., 1990). آلفا توکوفرول استات (α -TA) از بین ۴ جفت همولوگ‌های ویتامین E (α ، β ، γ ، δ - توکوفرول^۱ و توکوترینول^۲) به عنوان مهم‌ترین منبع ویتامین E در آبی پروری محسوب می‌گردد (Hamre and Lie, 1995; NRC, 1993; Kaltaranta, 1992; Valenzuela et al., 2002). استفاده از α -TA در جیره آبزیان باعث افزایش کارایی سیستم ایمنی بدن (Verlhac et al., 1993; Blazer et al., 1989)، افزایش اشتها و موجب بهبود فاکتورهای رشد (Sealey and Gatlin, 2002; Frigg et al., 1990; Celik and Altun, 2009; Hung and Hung, 2004; Peng et al., 2009) نیز می‌گردد. در مطالعاتی که بر روی ماهیانی نظیر، آزاد ماهی چینوک (Woodall et al., 1964)، آزاد ماهی آتلانتیک (Lall et al., 1988)، راک فیش کراهی (Murai and Bai and Lee, 1998)، گربه ماهی روگامی (Andrew, 1974; Lovell et al., 1984; Wilson et al., 1984) و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Hung et al., 1983; Cowey et al., 1980) صورت گرفت، به ترتیب مقادیر ۳۰، ۳۵، ۴۵، ۵۰ و ۵۰ میلی‌گرم ویتامین E به ازای هر کیلوگرم غذا را به عنوان میزان ضروری و مورد نیاز گزارش نموده‌اند. مصرف سطوح بالاتر از میزان نیازمندی ویتامین E در گونه‌های آبزیان می‌تواند اثرات مثبتی در سیستم ایمنی، قابل هضم بودن مواد غذایی، بهبود

^۱. α -Tocopherol acetate

^۲. Tocotrienol

با اضافه نمودن آب اقدام به ساخت خمیر گردید و با استفاده از چرخ گوشت (Super Grinder; MK-) (G20NR) با قطر سوراخ ۴/۵ میلی متر رشته های مناسب تهیه و رشته های غذا جهت خشک شدن در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه خشک گردیدند و سپس اقدام به شکستن رشته ها و پلت مناسب تهیه گردیدند. پلت ها در ظروف پلاستیکی قرار داده شد و به منظور جلوگیری از اکسیداسیون در دمای ۲۴- درجه سانتی گراد نگهداری گردیدند و غذای مورد نیاز برای مصرف روزانه در هر روز از فریزر خارج گردید و در پس از چند ساعت و رسیدن دمای غذا به دمای محیط جهت مصرف ماهیان توزین می گردید.

ویتامین E مورد نظر در این تحقیق با بر چسپ (all-rac- α -Tocopheryl acetate) از شرکت مرک آلمان تهیه گردید (جدول ۱). غذای کنسانتره برای تغذیه ماهیان در مرحله پرواربندی از نوع GFT-2 (فرادانه-اصفهان) استفاده گردید. ترکیب این غذا در جدول ۲ آورده شده است. برای تهیه جیره غذایی مورد نیاز در تیمارها، پس از عملیات زیست سنجی و محاسبه بیومس هر حوضچه، ابتدا غذای تجاری با استفاده از دستگاه آسیاب (مدل IKH-S1، شرکت ایران خودسازی) پودر گردید و سپس ویتامین E به میزان ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلو گرم غذا توسط ترازویی (Mettler Toledo; XS205 dual range, USA) با دقت ۰/۰۱ میلی گرم توزین و سپس از طریق حل نمودن در ۳ درصد روغن سویا به غذای پودر شده اضافه گردید و سپس

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آلفا توکوفرول استات استفاده در تحقیق

۲۰	حلالیت (°C)
-۲۷/۵	نقطه ذوب (°C)
۴۷۲/۷۵	وزن مولی (گرم بر مول)
۰/۹۶	چگالی (گرم بر سانتی متر مکعب)
۱۸۴	دمای جوش (°C)

تنها روغن سویا به آن اضافه شده بود تغذیه شدند. ماهیان در این شرایط تا هشت هفته با جیره های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. غذا دهی ماهیان به صورت سیری ظاهری و بدون محدودیت در نظر گرفته شد.

جیره گروه شاهد در این تحقیق مانند سایر گروه ها تهیه گردید، با این تفاوت که در گروه شاهد ویتامین E استفاده نگردید. ماهیان تیمار یک در این تحقیق به عنوان گروه شاهد بوده و در تمام طول دوره تحقیق با جیره کنترل که

جدول ۲- درصد ترکیبات غذاهای تجاری مورد استفاده برای تغذیه تیمارها

ماده	درصد موجود در غذا (GFT2)
پروتئین خام (حداقل)	۴۲
چربی خام (حداقل)	۱۲
خاکستر (حداکثر)	۱۳
فیبر (حداکثر)	۳/۷
فسفر (حداقل)	۰/۸۵
رطوبت (حداکثر)	۱۰

زیست سنجی ماهیان

در این تحقیق جهت ارزیابی فاکتورهای رشد در روزهای صفر و ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ تمامی تیمارها مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. به منظور عملیات زیست‌سنجی از هر تکرار ۱۰ عدد ماهی به طور کاملاً تصادفی صید و با استفاده از پودر گل میخک (۱۵۰ ppm) بیهوش گردیدند و طول کل با استفاده از خط کش با دقت یک میلی‌متر و وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری گردید و فاکتورهایی نظیر ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، فاکتور وضعیت (ضریب چاقی) و رشد روزانه محاسبه قرار گرفت. آب حوضچه‌های پرورشی از یک منبع چاه عمیق تأمین می‌گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مانند اکسیژن، دما و دی‌بی در ابتدای دوره پرورش به صورت روزانه اندازه‌گیری می‌گردید و داده‌های آن ثبت گردید که میانگین اکسیژن، دما و دی‌بی به ترتیب در طول دوره پرورش 10.5 ± 0.5 میلی‌گرم در لیتر، 14.5 ± 0.5 درجه سانتی‌گراد و ۱۷ لیتر در دقیقه بود.

آنالیز آماری داده‌ها

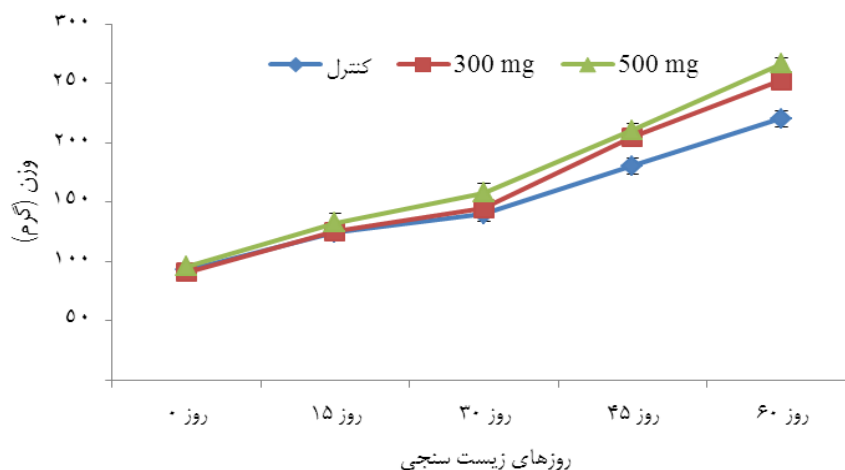
تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله با نرم افزار SPSS انجام پذیرفت. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی پس از کنترل طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف (Kolomogorav - Smirnov) از تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA نرم افزار SPSS نسخه ۱۸) در قالب طرح آماری فاکتوریل کاملاً تصادفی استفاده گردید. همچنین برای تعیین تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف از آزمون دانکن (Duncan) استفاده گردید. لازم به ذکر است که در تمامی مراحل تجزیه و تحلیل، خطای مجاز برای رد فرضیه H_0 ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج

در طول دوره پرورش، در روزهای ۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ اقدام به زیست‌سنجی تیمارشد و نتایج حاصله در نمودار ۱

یافت ($P < 0.05$) و اما این شاخص در گروه‌های ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم نسبت به هم فاقد اختلاف معنی‌دار بود. ضریب چاقی نیز در ابتدای دوره پرورش در گروه‌های ۵۰۰ میلی‌گرم، ۳۰۰ میلی‌گرم و کنترل به ترتیب $1/16 \pm 0/00$ ، $1/15 \pm 0/00$ و $1/18 \pm 0/00$ بود و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P > 0.05$). در انتهای دوره پرورش نیز، ضریب چاقی در گروه ۵۰۰ میلی‌گرم ($0/00 \pm$)، $1/28$ با گروه ۳۰۰ میلی‌گرم ($0/00 \pm 1/19$) و کنترل ($0/00 \pm 1/15$) اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$)، اما در گروه‌های ۳۰۰ میلی‌گرم و کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($P > 0.05$). ماهیان در طی دوره پرورش به طور متوسط $2/3 \pm 0/3$ گرم در روز رشد داشتند که اثر افزایش آلفا توکوفرول استات در جیره به طور یکسانی باعث افزایش وزن روزانه در گروه ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم نسبت به گروه کنترل گردید ($P < 0.05$).

آورده شده است. بررسی نتایج نشان داد که تغذیه ماهیان با جیره‌های حاوی سطوح مختلف آلفا توکوفرول تا روز ۱۵ دوره پرورش تأثیر معنی‌داری بر روی میانگین وزن بدن نشان نداد ($P > 0.05$). از روز ۱۵ تا پایان دوره پرورش، گروه ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم اگر چه اختلاف معنی‌داری را با همدیگر نشان ندادند ($P > 0.05$)، اما میزان رشد در این دو گروه به طور معنی‌داری بهتر از گروه کنترل بود ($P < 0.05$) (نمودار ۱). نتایج مقایسه میانگین‌های وزن، طول، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و فاکتور شرایط در جداول ۳ آورده شده است. نتایج آزمایش پس از آنالیز آماری نشان داد که افزایش وزن بدن پس از ۸ هفته پرورش، در تیمار ۵۰۰، ۳۰۰ و کنترل به ترتیب $171/33$ ، $162/0$ و $127/58$ گرم بود، در این بین تیمار ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم به طور مشابهی دارای بیشترین افزایش وزن بودند و با گروه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P > 0.05$). ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی نیز در گروه ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری بهبود



نمودار ۱- میانگین وزن تیمارهای مختلف در روزهای مختلف زیست سنجی

جدول ۳- شاخص های رشد و تغذیه ماهی قزل آلی رنگین کمان تغذیه شده با سطوح مختلف آلفا توکوفرول استات در طی ۸ هفته پرورش

تیمارها	پارامترهای رشد و تغذیه					
	میانگین وزن اولیه (گرم)	میانگین وزن پایان دوره (گرم)	ضریب تبدیل غذایی (FCR)	ضریب رشد ویژه (SGR)	ضریب چاقی (CF) آغاز دوره	ضریب چاقی (CF) پایان دوره
کنترل (شاهد)	۹۲/۸۱ ± ۳/۷۷۳ ^a	۲۲۰/۴۰ ± ۶/۶۵۰	۱/۲۱ ± ۰/۰۶۲	۱/۴۴ ± ۰/۰۲۸	۱/۱۸ ± ۰/۰۳ ^a	۲/۱۲۶۴ ± ۰/۰۵۶
۳۰۰ میلی گرم	۹۰/۶۶ ± ۲/۹۲۹ ^a	۲۵۲/۶۶ ± ۲/۰۲۰ ^a	۱/۰۸ ± ۰/۰۹۵ ^a	۱/۶۶ ± ۰/۱۳۲ ^a	۱/۱۵ ± ۰/۰۴ ^a	۲/۶۰۸۳ ± ۰/۳۳۳ ^a
۵۰۰ میلی گرم	۹۵/۳۳ ± ۱/۶۰۷ ^a	۲۶۲/۶۶ ± ۵/۴۸۴ ^a	۱/۰۰ ± ۰/۰۷۳ ^a	۱/۶۸ ± ۰/۰۴۷ ^a	۱/۱۶ ± ۰/۰۳ ^a	۲/۷۸۸۹ ± ۰/۱۵۸ ^a

اعداد در یک ستون با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار ($P > 0.05$) هستند. میانگین ± انحراف معیار. تعداد تکرار در هر تیمار

بحث

ویتامین E مرکب از یک حلقه کرومان با یک زنجیره جانبی اشباع ایزوترپنوئیدی ۱۶- کربنه می باشد. بسته به موقعیت جانشینی گروه های متیل در حلقه کرومان، ترکیبات را α ، β ، γ و δ می نامند (Sokol, 1996). از آنجائیکه این ماده نقش موثری در افزایش رشد و تحریک سیستم ایمنی برخی از گونه های آبزیان داشته است، لذا مورد توجه محققین قرار گرفته و افراد زیادی تاثیرات این ماده را در آبی پروری مورد بررسی قرار داده اند. در تحقیقی با مطالعه ای بر روی فیل ماهی، که طی هشت هفته با سطوح مختلف ویتامین E (۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم/کیلوگرم) تغذیه شده بودند، نشان دادند که افزودن ویتامین E به جیره به طور قابل ملاحظه ای بر روی فاکتورهای رشد و تغذیه فیل ماهی تأثیرگذار است، اما مقدار پایین ویتامین E (۵۰ میلی

گرم/کیلوگرم غذا) استفاده شده از نظر آماری نسبت به تیمارهای حاوی سطوح بالاتر بالاترین کارایی را از نظر شاخص های رشد و تغذیه نشان داد. در بررسی که از بین جیره های حاوی سطوح مختلف ویتامین E در ماهی *Oplegnathus fasciatus* انجام پذیرفت، تغذیه با جیره حاوی ۲۵ میلی گرم/کیلوگرم رشد به مراتب بهتری در مقایسه با گروه های دیگر نشان داد. همچنین در مطالعه ای نشان دادند که سطوح مختلف ویتامین E (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم غذا) طی هشت هفته پرورش ماهی قزل آلا، از هفته چهارم نسبت به گروه کنترل اختلاف قابل ملاحظه ای را نشان دادند و در آخر دوره نیز ماهیان تغذیه شده با ۵۰ میلی گرم ویتامین E به ازای هر کیلوگرم غذا رشد به مراتب بهتری در مقایسه با گروه کنترل داشتند، اما

اختلاف معنی‌دار در تیمارهای تغذیه شده با سطوح ویتامین E مشاهده نگردید. همچنین، در ماهیان جوان توربوت و هالیبوت آتلانتیک، ضریب رشد ویژه و افزایش وزن تحت تاثیر ویتامین E (۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم غذا) گزارش گردیده است (Tocher et al., 2002). در تحقیق حاضر هم پس از بررسی ۸ هفته‌ای تأثیر آلفا توکوفرول بر روی فاکتورهای رشد و تغذیه در قزل‌آلای رنگین‌کمان مشخص گردید، پارامترهای رشد و تغذیه به طور معنی‌داری تحت تأثیر افزودن آلفا توکوفرول به جیره در طی دوره پرورش قرار گرفت؛ اما افزایش سطوح ویتامین E (از ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم)، تأثیر معنی‌داری در بهبود پارامترهای رشد و تغذیه طی هشت هفته دوره پرورش نداشت. بهترین ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، رشد روزانه و ضریب چاقی در پایان دوره و در تیمار تغذیه شده با ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E به ازای هر کیلوگرم غذا مشاهده گردید (جدول ۳). بر طبق مطالعات محققین زیادی مصرف سطوح بالاتر از میزان نیازمندی ویتامین E در گونه‌های آبزیان می‌تواند اثرات مثبتی در سیستم ایمنی، قابل هضم بودن مواد غذایی، بهبود پارامترهای رشد و تغذیه و افزایش کیفیت گوشت و ماندگاری آن داشته باشد و از آنجایی که میزان آلفا توکوفرول جیره تجاری قزل‌آلای رنگین‌کمان در حد میزان مورد نیاز ماهی می‌باشد، نتیجه مطالعه حاضر نیز نشان داد که مقدار بالاتر از نیازمندی ماهی قزل‌آلا تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا، در بهبود اغلب پارامترهای رشد و تغذیه اثر مثبتی داشته است (Lee et al., 2003; Lohakare et al., 2006; Panda et al., 2006; Samanta et al., 2006).

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی پژوهشکده آرتیمیا و جانوران آبی دانشگاه ارومیه انجام گرفته است. از همکاری آقایان دکتر ناصر آق، مهندس حسین شمسی، مهندس حبیب‌الله محمدی و آقای سعید حاجی‌نژاد کارشناس محترم سالن تکثیر و پرورش پژوهشکده آرتیمیا و جانوران آبی دانشگاه ارومیه تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

توکوفرول جیره باعث بهبود پارامترهای رشد و تغذیه گردید اما بین تیمار حاوی ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم ویتامین E/کیلوگرم غذا تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. لذا پیشنهاد می‌شود که در صورت تمایل به مصرف آلفا توکوفرول استات جهت بهبود شاخص‌های تغذیه قزل‌آلای رنگین‌کمان در دوره پروار بندی از مقدار ۳۰۰ میلی گرم ویتامین E به ازای هر کیلوگرم غذا استفاده گردد.

References

- Bai, S.C., and Lee, K.J. 1998. Different levels of dietary DL- α -tocopheryl acetate affect the vitamin E status of juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*. Aquaculture. 161: 405-414.
- Blazer, V.S., and wolke, R.E. 1984. The effects of α -tocopherol acetate on the immune response and non-specific resistance factors of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) richardson. Aquaculture. 37: 1-9.
- Celik, F., and Altun, T. 2009. Effectes of different levels of vitamin E on some growth parameters and gonadal histology of tilapia *Oreochromis niloticus* fingerlings. J. Anim. Vet. Adv. 8: 643-649.
- Cowey, C.B., Adron, J.W., and Youngson, A. 1983. The vitamin E requirement of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), given diets containing polyunsaturated fatty acids derived from fish oil. Aquaculture. 30: 85-93.
- Frigg, M., Prabucki, A.L., and Ruhedl, E.U. 1990. Effects of dietary vitamin E levels on oxidative stability of trout fillets. Aquaculture. 84: 145-158.
- Hamre, K., and Lie, O. 1995. α -tocopherol levels in different organs of Atlantic salmon (*Salmo salar*) effects of smolification, dietary levels of n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E. Comp. Biochem. Physiol. 111: 5478-5554.
- Hardie, L.J., Fletcher, T.C., and Secombes, C.J. 1990. The effect of vitamin E on the immune response of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture: 95: 201-214.
- Huang, C.H., and Huang, S.L. 2004. Effect of dietary vitamin E on growth, tissue lipid peroxidation, and liver glutathione level of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* \times *O. aureus*, fed oxidized oil. Aquaculture. 237: 381-389.
- Hung, S.O., Cho, C.Y., and Slinger, S.J. 1980. Measurement of oxidation in fish oil and its effect on vitamin E nutrition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Can. J. fish Aqua. Sci. 37: 1248-1253.
- Hung, S.O., Cho, C.Y., and Slinger, S.J. 1981. Effect of oxidized fish oil, DL- α -Tocopherol acetate and ethoxyquin supplementation on the vitamin E nutrition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed practical diet. J. Nutr. 111: 648-657.
- Insall, L. 2008. Food additives and why they are used. p 1-21. In: Emerton, V (eds.),

- Essential guide to food additives. Leather heat publishing. UK.
12. Kaltaranta, J.K. 1992. Control of lipid oxidation in fish oil with various antioxidative compounds. J. Am. Oil Chem. Soc. 69: 810-813.
 13. Lall, S.P., Oliver, G., Hines, J.A., and Ferguson, H.W. 1988. The role of vitamin E in nutrition and immune response of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Bull. Aqua. Assoc. Can. 88: 76-78.
 14. Lee, S.K., Kim, Y.S., Liang, C.Y., and Song, Y.H. 2003. Effects of dietary vitamin E supplementation on color stability, oxidation and reducing ability of Hanwoo (*Korean cattle*) beef during retail display. Asian Austral. J. Anim. Sci. 16: 1529-1534.
 15. Lohakare, J.D., Lee, S.H., and Chae, B.J. 2006. Effect of dietary fat-soluble vitamins on growth performance and nutrient digestibility in growing pigs. Asian Austral. J. Anim. Sci. 19: 563-567.
 16. Lovell, R.T., Miyazaki, T., and Rabegnator, S. 1984. Requirement for alpha-tocopherol by channel catfish fed diets low in polyunsaturated triglycerides. J. Nutr. 114: 894-901.
 17. Murai, T., and Andrews, J.W. 1974. Interactions of dietary α -tocopherol, oxidized menhaden oil and ethoxyquin on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). J. Nutr. 104: 1416-1431.
 18. NRC (National Research Council). 1993. Nutrient requirement of fish. National Academy Press, Washington, DC. p: 114.
 19. Panda, N., Kaur, H., and Mohanty, T.K. 2006. Reproductive performance of dairy buffaloes supplemented with varying levels of vitamin E. Asian Austral. J. Anim. Sci. 19: 19-25.
 20. Peng, S., Chen, L., Qin, J.G., Hou, J., Yu, N., Long, Z., Li, E., and Ye. J. 2009. Effects of dietary vitamin E supplementation on growth performance, lipid peroxidation and tissue fatty acid composition of black sea bream (*Acanthopagrus schlegeli*) fed oxidized fish oil. Aqua. Nutr. 15: 329-337.
 21. Samanta, A.K., Dass, R.S., Rawat, M., Mishra, S.C., and Mehra, U.R. 2006. Effect of dietary vitamin E supplementation on serum α -tocopherol and immune status of crossbred calves. Asian Austral. J. Anim. Sci. 19: 500-506.
 22. Sealey, W.M., and Gatlin, D.M. 2002. Dietary vitamin C and vitamin E interact to influence growth and tissue composition of juvenile hybrid striped bass (*Morone chrysops* \times *M. Saxatilis*) but have limited effects on immune response. J. Nutr. 132: 748-755.
 23. Sokol, R.J. 1996. Vitamin E. In: Ziegler, E. and Filer, L.J. (ed.), Present Knowledge in Nutrition. 7th ed., International Life Sciences Institute. DC Press. Washington. P: 130-135.
 24. Tocher, D.R., Mourente, G., Van Dereecken, A., Evjemo, J.O., Dlaz, E., Bell, J.G., Geurden, I., Lavens, P., and Olsen, Y. 2002. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defense mechanisms of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.). Aqua. Nutr. 8: 195-207.
 25. Ue, M., Leo, L., Wu, X., Ren, Z., Gao, P., Yu, Y., and Pearl, G. 2006. Effect of sex alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolobrax japonicus*). Aquaculture. 260: 206-214.
 26. Valenzuela, A., Sanhueza, J., and Nieto, S. 2002. Differential Inhibitory effect of Alpha-, Beta-, Gamma-, and Delta-tocopherol on the metal-induced oxidation of cholesterol in

- unilamellar phospholipids- cholesterol liposomes. *J. Food Sci.* 67: 2051-2054.
27. Verlhac, V., N'Doye, A.T., Gabaudan, J., Troutaud, D., and Deschaux, P. 1993. Vitamin nutrition and fish immunity: influence of antioxidant vitamin (C and E) on immune response of rainbow trout. In: *Fish Nutrition in Practice*. 167 (INRA, eds), pp 24-27. Les Colloques. Paris.
28. Weatherly, A.H., and Gill, H.S. 1987. *The biology of fish growth*. Academic Press. London. p: 430.
29. Wilson, R.P., Bowser, P.R., and Poe, W.E. 1984. Dietary vitamin E requirement of fingerling channel catfish. *J. Nutr.* 114: 2053-2058.
30. Woodall, A.N., Ashley, L.M., Halver, J.E., Olcott, H.S., and Veen, J.V.D. 1964. Nutrition of salmonid fishes: the alpha-tocopherol requirement of Chinook salmon. *J. Nutr.* 84: 125-135.

