

افزودن ویتامین C به جیره غذایی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و بررسی شاخص‌های رشد، بقاء و ترکیبات لاشه در دو تراکم مختلف پرورش

زینب فضایی^۱ میرمسعود سجادی^{۲*} ایمان سوری نژاد^۱ رضا اسعدی^۳

۱) گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس - ایران

۲) گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت - ایران

۳) گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری - ایران

(دریافت مقاله: ۱۹ آبان ماه ۱۳۹۳، پذیرش نهایی: ۲۲ دی ماه ۱۳۹۳)

چکیده

زمینه مطالعه: ویتامین C یکی از مواد مغذی مهم در پرورش ماهی به حساب می‌آید و به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی، در حفاظت سلول‌ها در برابر آسیب اکسایشی و بالا بردن مقاومت در برابر عوامل استرس‌زای محیطی و عوامل بیماری‌زا از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف: افزودن سطح بالای ویتامین C به جیره غذایی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در تراکم بالا و بررسی شاخص‌های رشد، بقاء و ترکیبات لاشه. روش کار: بچه ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان با میانگین وزن اولیه $(9/6 \pm 0/69 \text{ g})$ در دو تراکم ۵۰ و ۱۰۰ قطعه در ۵۰L آب با ۲ جیره غذایی با پروتئین و چربی یکسان غذادهی شدند. جیره‌های غذایی شامل جیره ۱ بدون افزودن ویتامین و جیره ۲ با افزودن 150 mg/kg ویتامین C بودند. تعداد ۹۰۰ عدد بچه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان در ۴ تیمار و هر تیمار شامل سه تکرار به صورت $T_{50(0)}$ (با تراکم ۵۰ و تغذیه شده با جیره ۱)، $T_{100(0)}$ (با تراکم ۱۰۰ و تغذیه شده با جیره ۱)، $T_{50(C)}$ (با تراکم ۵۰ و تغذیه شده با جیره ۲)، $T_{100(C)}$ (با تراکم ۱۰۰ و تغذیه شده با جیره ۲) و بطور کاملاً تصادفی در انکو با تورها توزیع شدند. نتایج: پس از ۶ هفته غذادهی شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذایی و بقاء در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار نشان داد ($p < 0/05$). تیمارهای $T_{50(0)}$ و $T_{50(C)}$ وزن بدست آمده، ضریب رشد ویژه و درصد بقاء بیشتری از تیمارهای $T_{100(0)}$ و $T_{100(C)}$ داشتند ($p < 0/05$). در خصوص ضریب تبدیل غذایی نیز تیمارهای $T_{100(0)}$ و $T_{100(C)}$ دارای ضریب تبدیل غذایی بیشتری نسبت به تیمارهای $T_{50(0)}$ و $T_{50(C)}$ بودند. از لحاظ ترکیب شیمیایی لاشه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($p < 0/05$). نتیجه‌گیری نهایی: نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن ویتامین C به جیره غذایی بچه ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان تأثیری بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذایی، بقاء و ترکیبات لاشه ماهیان ندارد اما تراکم بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذایی و بقاء در این گونه تأثیرگذار است.

واژه‌های کلیدی: جیره غذایی، شاخص‌های رشد، پرورش متراکم، قزل آلاهی رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*، ویتامین C

موجودات خونگرم است (۶). بنابراین جهت پیشگیری از خسارت‌های اقتصادی و تأثیر نامطلوبی که احتمالاً شرایط محیطی در اثر تراکم بالای ماهیان بر ساختار فیزیولوژیکی ماهی وارد می‌سازد، مدیریت علمی، کنترل کیفی آب و جلوگیری از بروز بیماری‌ها و مقاومت در برابر آنها از طریق تقویت مکانیزم دفاعی بدن امری ضروری است (۲).

ویتامین‌ها و مواد معدنی برای بالا بردن سطح سلامتی در رژیم غذایی ماهیان پرورشی که تراکم بالایی دارند استفاده می‌شوند. به عبارت دیگر استفاده از ویتامین‌ها در جیره غذایی یکی از راهکارهای مناسب پرورش در شرایط متراکم می‌باشد (۱۷). ویتامین C که اسید آسکوربیک نیز نامیده می‌شود ناپایدارترین ویتامین محلول در آب است و یکی از مواد مغذی مهم در پرورش ماهی به حساب می‌آید. این ویتامین در ساخت هورمون‌های استروئیدی مؤثر بوده و مقاومت بدن را در برابر استرس و عفونت‌ها افزایش می‌دهد (۴). حفظ سیستم کارآمد دفاعی برای بهبود رشد و نیز بالا بردن مقاومت در برابر عوامل استرس‌زای محیطی و عوامل بیماری‌زا، از اهمیت زیادی برخوردار است. ویتامین C به عنوان یک

مقدمه

ماهی قزل آلاهی رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* گونه‌ای از خانواده آزاد ماهیان Salmonidae می‌باشد که بومی رودخانه‌های ساحلی شمال غرب آمریکا است (۲۰). این ماهی به علت سرعت رشد زیاد و گوشت لذیذ از ارزش اقتصادی بالایی در جهان برخوردار است. برای افزایش تولید در واحد سطح و استفاده هر چه بیشتر از آب و فضای در دسترس روش‌های مختلفی در آبی‌پروری ابداع شده است که این امر در نهایت منجر به افزایش تولید پروتئین با کیفیت مطلوب و نیز سودآوری بیشتر برای تولید کننده خواهد شد (۷). از آنجا که هدف صنعت آبی‌پروری بهینه ساختن رشد و تولید ماهی بیشتر و با کیفیت بالا است پرورش ماهی به صورت متراکم یک راهکار مناسب و مهم است اما پرورش ماهی بصورت متراکم زمانی می‌تواند اقتصادی باشد که ماهی از سرعت رشد مناسب و میزان بقاء بالایی برخوردار باشد تا بتواند هزینه‌های مصرفی را جبران کند. تأثیر سوء عوامل استرس‌زا در ماهیان بیشتر از



در کیسه‌های پلاستیکی ضخیم بسته‌بندی و شماره‌گذاری شده و در فریزر در دمای 30°C - نگهداری شدند. برای اطمینان از ترکیب شیمیایی جیره‌های ساخته شده نمونه‌ای از هر یک از آنها در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱).

نظر به اهمیت عوامل مختلف محیطی در پرورش ماهیان و وابستگی شدید آنها از نظر رشد و سلامتی به برخی از این عوامل و نیز به جهت اینکه فاکتورهای کیفی آب تغییری در نتایج حاصل از تأثیر نوع غذا و تراکم بر تیمارها ایجاد نکند سعی بر آن شد تا کلیه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در همه تیمارها یکسان باشند. pH، دما و اکسیژن به صورت روزانه با استفاده از دستگاه (Water Checker-U10, HURIBA, Japan) اندازه‌گیری شد.

میانگین درجه حرارت ورودی و خروجی تراف‌ها در تیمارهای مختلف در طول آزمایش به ترتیب ($18/11 \pm 0/29^{\circ}\text{C}$) و ($17/89 \pm 0/24^{\circ}\text{C}$)، میانگین pH ($7/13 \pm 0/11$) و میانگین اکسیژن ورودی و خروجی تراف‌ها به ترتیب ($8/20 \pm 0/42 \text{ mg/L}$) و ($7/76 \pm 0/48 \text{ mg/L}$) بود. تعویض آب با تمیز کردن و سیفون کردن مواد غذایی خورده نشده و مدفوع ماهیان در تمامی تراف‌ها بصورت روزانه صورت می‌گرفت. در پایان دوره پرورش، ۲۴ ساعت قبل از نمونه برداری به ماهیان غذا داده نشد.

جهت اندازه‌گیری شاخص‌های رشد تمام ماهیان بطور انفرادی وزن شدند. برای اندازه‌گیری افزایش وزن بدن (BWI , Body weight increase) از فرمول $\text{BWI} = \text{Wt}_2 - \text{Wt}_1$ استفاده شد که در آن Wt_1 وزن اولیه ماهی (g) و Wt_2 وزن نهایی ماهی (g) می‌باشد.

ضریب تبدیل غذایی (FCR, Feed conversion ratio) از فرمول $\text{FCR} = \text{gram dry feed eaten} / \text{gram live weight gain}$ به دست آمد که در آن dry feed eaten غذای خورده شده (g) و live weight gain به دست آمده ماهی (g) می‌باشد. برای اندازه‌گیری نرخ رشد ویژه (rate) از فرمول (SGR, Specific growth rate) استفاده شد:

$$\text{SGR} (\% / \text{day}) = [(\text{LnWt}_2 - \text{LnWt}_1) / (t_2 - t_1)] \times 100$$

که در آن LnWt_1 لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی و LnWt_2 لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی و $t_2 - t_1$ طول دوره آزمایش می‌باشد. برای اندازه‌گیری درصد بقاء (Survival rate) از فرمول:

$$\text{Survival rate} = (\text{Nt} - \text{No}) \times 100$$

استفاده شده که در آن No تعداد ماهیان در ابتدای دوره آزمایش و Nt تعداد ماهیان در انتهای دوره آزمایش می‌باشد (۲۵، ۲۶).

از هر تانک ۲۰ قطعه بچه ماهی (از هر تیمار ۶۰ قطعه) پس از جدا کردن سرودم و امعاء و احشابه صورت خرد و یکنواخت درآمده و برای آنالیز ترکیب شیمیایی نهایی لاشه جهت تعیین مقادیر رطوبت، پروتئین خام، چربی و خاکستر استفاده شد (۱). برای اندازه‌گیری پروتئین از روش کجلدال و با دستگاه تمام اتوماتیک BUCHI K - 370, Germany استفاده شد و چربی با استفاده از روش سوکسله با دستگاه (Germany)

آنتی‌اکسیدان قوی، در حفاظت سلول‌ها در برابر آسیب اکسایشی و همچنین در کاهش استرس ناشی از تراکم، دستکاری و جابجایی نقش مهمی را بازی می‌کند (۱۱). افزودن ویتامین C به جیره غذایی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) در شرایط پرورش متراکم، تأثیری بر شاخص‌های رشد این گونه نداشت (۲۲) اما اضافه نمودن این ویتامین به جیره غذایی ماهی کپور هندی (*Labeo rohita*) پرورش یافته در شرایط متراکم باعث افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در ماهی‌ها شد (۱۳). مطالعه Montero و همکاران در سال ۱۹۹۹ نیز در بررسی تأثیر تغذیه ماهیان شانک سرطلایی (*Sparus aurata* L.) نگهداری شده در شرایط متراکم با جیره حاوی ویتامین C نشان داد که افزودن ویتامین در جیره غذایی تأثیری بر رشد و ضریب تبدیل غذایی در این گونه دریایی ندارد. با توجه به گزارش‌های مختلف منتشر شده که نتایج مشابه و یا متضادی را در گونه‌های مختلف بیان می‌کنند هدف از این مطالعه تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در دو تراکم مختلف، با جیره حاوی ویتامین C و بررسی شاخص‌های رشد، بقاء و ترکیبات لاشه به عنوان شاخص‌های مهم تولید در آبرزی پروری می‌باشد.

مواد و روش کار

تحقیق حاضر در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی حسین‌آباد واقع در شهرستان بیستون، در استان کرمانشاه انجام شد. به این منظور از تراف‌های کالیفرنایی با ابعاد $25 \times 45 \times 200 \text{ cm}$ به منظور سازگار نمودن و پرورش بچه ماهیان در دو تراکم مختلف استفاده شد. این تراف‌ها به میزان 50 L آبگیری شدند و روزانه 75% آب آنها تعویض شد. پس از سازگاری کامل ماهیان با شرایط پرورشی، تعداد ۹۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی $69/6 \pm 9/6 \text{ g}$ با دو تراکم ۵۰ و ۱۰۰ قطعه در 50 L آب در ۱۲ تراف توزیع شدند. به تدریج و پس از گذشت یک هفته جیره‌های آزمایشی جایگزین غذای تجاری شدند و به مدت ۴۵ روز ماهیان با غذای آزمایشی در فواصل زمانی منظم (ساعت ۹/۰۰ و ۱۷/۰۰) و به میزان روزانه 2% وزن بدن مورد تغذیه قرار گرفتند.

دو جیره غذایی به صورت جیره بدون افزودن ویتامین به عنوان جیره شاهد و جیره ۲ با افزودن 150 mg/kg ویتامین C فرموله شد. پس از مشخص نمودن ارقام جیره و فرمولاسیون جیره غذایی و تجزیه شیمیایی آن، کار ساخت جیره غذایی آغاز شد. تمام جیره‌ها دارای پروتئین و چربی یکسان بودند. ابتدا مواد اولیه بکار رفته در فرمولاسیون جیره‌های غذایی در داخل تشت کاملاً مخلوط شدند، سپس با اضافه نمودن تدریجی آب مخلوط خمیری شکلی به دست آمد و با استفاده از چرخ گوشت بصورت پلت‌هایی با قطر 3 mm شکل داده شدند. پلت‌های خارج شده از چرخ گوشت روی پلاستیک گسترده و در دمای اتاق کاملاً خشک شدند. در طول مدت خشک شدن، غذاهای پلت شده مرتب بهم زده شدند تا به صورت یکنواخت مخلوط شوند. پس از خشک شدن، جیره‌های غذایی



جدول ۱. فرمولاسیون (۱۰۰g/گرم ماده غذایی) و ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک) جیره های آزمایشی. ۱- هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل ۲۶g آهن، ۱۲/۵g روی، ۲g سلنیوم، ۴۸۰mg کبالت، ۴/۲g مس، ۱g ید، ۱۲g کلرید کولین و حامل تارسیدن به یک کیلوگرم می باشد. ۲- هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل ۱۶۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۴۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۴g ویتامین E، ۲g ویتامین K3، ۲g ویتامین B1، ۸g ویتامین B2، ۱۲g ویتامین B3، ۴g ویتامین B5، ۴g ویتامین B6، ۲g ویتامین B9، ۸g ویتامین B12، ۰/۲۴g ویتامین H2، ۲g ویتامین B.H.T و حامل تارسیدن به یک کیلوگرم می باشد. ۳- میزان ماده مؤثره ویتامین C بر اساس نیامندی های قزل آلاهی رنگین کمان در (NRC (1998)، ۱۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم غذایی می باشد.

مواد غذایی	ترکیبات جیره های غذایی (g)
۱	۲
۶۵۰	۶۵۰
کنجاله سویا	۱۹۵/۷
۱۹۵/۷	۴۷
آرد گندم	۵۰
۵۰	۱۰/۱
آرد ذرت	۱۰/۱
۱۰/۱	۲۰
نشاسته ذرت	۲۰
۲۰	۱۰
مکمل معدنی ^۱	۱۰
۱۰	۱۰
مکمل ویتامینه ^۲	۱۰
۱۰	۲۰
لیزین	۲۰
۲۰	۲۰
متیونین	۲۰
۲۰	۱۰/۸
روغن ماهی	۱۰/۸
۱۰/۸	۱۰/۸
روغن سویا	۱۰/۸
۱۰/۸	۲/۵
ضد قارچ	۲/۵
۲/۵	-
ویتامین C ^۳	۳
۳	۴۰
پروتئین	۴۰
۴۰	۱۳/۶
چربی	۱۳/۶
۱۳/۶	۶/۲
رطوبت	۶/۲
۶/۲	۱۶
خاکستر	۱۶

جدول ۲. مقایسه میانگین شاخص های رشد ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در دو تراکم ۵۰ و ۱۰۰ و تغذیه شده با جیره حاوی (۱۵۰mg/kg) و بدون ویتامین C. میانگین و انحراف از معیار (Mean±S.D) با حروف متفاوت در ردیف های یکسان نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری می باشد ($p < 0.05$). (*تیمار با تراکم ۵۰ بدون افزودن ویتامین C ($T_{50(0)}$), تراکم ۵۰ با افزودن ویتامین C ($T_{50(C)}$), تراکم ۱۰۰ بدون افزودن ویتامین C ($T_{100(0)}$) و تراکم ۱۰۰ با افزودن ویتامین C ($T_{100(C)}$).

*تیمار	اضافه وزن (g)		ضریب تبدیل غذا ضریب رشد ویژه		بقاء (%)
	فاکتور	فاکتور	فاکتور	فاکتور	
$T_{50(0)}$	۲۱/۳۶±۰/۷ ^b	۲/۱۰±۰/۱۴ ^a	۱/۱۲±۰/۰۱ ^b	۷۸/۶±۱/۱۵ ^b	
$T_{100(0)}$	۱۷/۷±۰/۰۷ ^a	۴/۷۳±۰/۲۶ ^b	۰/۹۶±۰/۰۲ ^a	۷۶/۰±۱/۷۳ ^a	
$T_{50(C)}$	۲۲±۰/۰۷ ^b	۲/۰۲±۰/۱۴ ^a	۱/۱۷±۰/۰۱ ^b	۷۹/۳±۱/۱۵ ^b	
$T_{100(C)}$	۱۸/۳۳±۰/۲۴ ^a	۴/۶۹±۰/۳۶ ^b	۰/۹۸±۰/۰۵ ^a	۷۴/۲۳±۰/۵۷ ^a	

رشد در اثر پرورش در شرایط متراکم را گزارش نمودند. همچنین، Trenzado و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش دادند که شاخص های رشد از جمله وزن اضافه شده در پایان دوره در بچه ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان نگهداری شده در شرایط متراکم در مقایسه با بچه ماهیانی که در شرایط با

Beher, Serien-Nr: 8070109, اندازه گیری شد. برای اندازه گیری رطوبت، از فور Memert با دمای $30 \pm 100^\circ C$ استفاده شد. برای گرفتن خاکستر، نمونه ها در داخل کوره الکتریکی با قابلیت تنظیم دما تا $550^\circ C$ قرار داده شدند.

تجزیه و تحلیل داده در ارتباط با شاخص های رشد، بقاء و ترکیبات لاشه بر اساس آزمون دانکن در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS در سطح ۰/۰۵ انجام پذیرفت. کلیه داده ها به صورت میانگین خطای استاندارد بیان شد و نرمال سازی داده ها توسط کولموگراف-اسمیرنوف صورت گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های رشد، بقاء و ترکیبات لاشه ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان تغذیه شده با جیره های آزمایشی در جدول ۲ و ۳ ارائه شده است. از لحاظ وزن به دست آمده و ضریب رشد ویژه، بین تیمارهای با تراکم ۵۰ بدون افزودن ویتامین C ($T_{50(0)}$) و تراکم ۵۰ با افزودن ویتامین C ($T_{50(C)}$) و بین تیمارهای با تراکم ۱۰۰ بدون افزودن ویتامین C ($T_{100(0)}$) و تراکم ۱۰۰ با افزودن ویتامین C ($T_{100(C)}$) اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد ($p > 0.05$) ولی در مقایسه بین دو تراکم، تیمارهای $T_{50(0)}$ و $T_{50(C)}$ و $T_{100(0)}$ و $T_{100(C)}$ داشتند ($p < 0.05$). در خصوص ضریب تبدیل غذایی نیز تیمارهای $T_{100(0)}$ و $T_{100(C)}$ ضریب تبدیل غذایی بیشتری نسبت به تیمارهای $T_{50(0)}$ و $T_{50(C)}$ داشتند و اختلاف بین آنها معنی دار بود ($p < 0.05$). از لحاظ درصد بقاء، تیمارهای $T_{50(0)}$ و $T_{50(C)}$ درصد بقاء بالاتری داشتند و از این لحاظ با تیمارهای $T_{100(0)}$ و $T_{100(C)}$ دارای اختلاف معنی دار آماری بودند ($p < 0.05$). در رابطه با نتایج آنالیز لاشه، تفاوت معنی داری بین درصد پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت لاشه با افزایش ویتامین C به جیره ی غذایی بین تیمارها وجود نداشت ($p < 0.05$) (جدول ۳).

بحث

در تحقیق حاضر، ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان پرورش یافته در دو تراکم ۵۰ و ۱۰۰ و تغذیه شده با جیره حاوی و بدون ویتامین C از لحاظ شاخص های رشد دارای اختلاف معنی دار آماری بودند. وزن بدست آمده و ضریب رشد ویژه در تیمارهای با تراکم ۵۰ بطور معنی داری بیشتر از تیمارهای با تراکم ۱۰۰ بود. این نتایج مشابه گزارش های ارائه شده در خصوص تأثیر تراکم بر رشد ماهیان پرورشی است. به عنوان مثال، Fernandez و Martinez در سال ۱۹۹۱ بیان نمودند که ماهی های توربوت (*Scophthalmus maximus* L.) که در شرایط متراکم پرورش داده شده بودند میزان شاخص های رشد در آنها کاهش یافته است. در خرگوش ماهی (*Siganus rivulatus*)، Saoud و همکاران در سال ۲۰۰۶، کاهش



شرایط موجود می شوند و به همین علت کاهش رشد را به دنبال خواهند داشت (۵). علت تأثیر ویتامین های موجود در جیره های غذایی بر شاخص های رشد ماهیان که در برخی تحقیقات گزارش شده است می تواند به دلایل مختلفی از جمله دوز ویتامین های افزوده شده به جیره های غذایی، گونه و نژاد مورد بررسی، سن، وزن ماهی، عوامل و شرایط محیطی و طول مدت غذایی باشد (۵).

جهت تأثیر ویتامین افزوده شده به جیره غذایی بر عملکرد رشد و بقاء ماهیان سردآبی، افزودن ویتامین C با دوز ۱۰۰ mg/kg در جیره غذایی در شرایط تراکم عادی و حداقل به میزان ده برابر در شرایط مترکم و استرس زا توصیه شده است (۳، ۱۵). ویتامین C می تواند از طریق جلوگیری از تغییرات هورمونی و حفظ توان سیستم ایمنی به مواد مغذی این اجازه را بدهد که صرف رشد ماهی شوند (۵). با توجه به دوز ویتامین افزوده شده به جیره غذایی (ویتامین C با دوز ۱۵۰۰ mg/kg) در تحقیق کنونی، ویتامین C با این دوز تأثیری بر عملکرد رشد و بقاء ماهیان قزل آلابی رنگین کمان نداشت. در تأثیر ویتامین بر رشد و بقاء ماهیان گونه و نژاد ماهی مورد آزمایش نیز مهم است بطوریکه آزمایشی با دو نژاد از ماهی قزل آلابی رنگین کمان که دارای اختلاف رشد بودند نشان داد که نرخ رشد بالاتر، نیاز ویتامینی بالاتری در جیره غذایی جهت افزایش رشد دارد (۹).

سن ماهیان مورد آزمایش یکی دیگر از فاکتورهای دخیل در تأثیر ویتامین افزوده شده به جیره غذایی بر عملکرد رشد و بقاء ماهی در مطالعات مختلف می باشد بطوریکه Merchie و همکاران در سال ۱۹۹۶ نشان دادند که ماهی توربوت در مرحله لاروی در مقایسه با مرحله نوزادی نیاز ویتامینی بالاتری جهت افزایش رشد و بقاء دارد. شرایط محیطی یکی دیگر از فاکتورهای دخیل در تأثیر ویتامین افزوده شده به جیره غذایی بر رشد و بقاء ماهیان در مطالعات می باشد بطوریکه تحقیقات نشان داده است که تأثیر ویتامین موجود در جیره غذایی بر عملکرد رشد و بقاء در مطالعات انجام شده روی ماهیان آب شور با مطالعات انجام شده در ماهیان آب شیرین متفاوت است (۲۱).

مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای غذایی تحقیق حاضر اختلاف معنی داری را نشان داد و مقدار آن در تیمارهای با تراکم ۱۰۰ افزایش معنی داری نسبت به تیمارهای با تراکم ۵۰ داشت. این نتایج مشابه گزارش های ارائه شده در خصوص تأثیر تراکم بر ضریب تبدیل غذایی ماهیان نگهداری شده در شرایط مترکم است به عنوان مثال Martinez و Fernandez در سال ۱۹۹۱ گزارش نمودند که در ماهی های توربوت (*Scophthalmus maximus* L.) پرورش داده شده در شرایط با تراکم بالا، میزان ضریب تبدیل غذایی بطور معنی داری نسبت به سایر تیمارها افزایش یافته است. گزارش ارائه شده توسط Gholipour و همکاران در سال ۲۰۰۶ نیز افزایش معنی دار ضریب تبدیل غذایی در ماهیان قزل آلابی رنگین کمان در تیمارهای با تراکم بالا را نسبت به سایر تیمارها نشان می دهد.

جدول ۳. مقایسه ترکیبات لاشه ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در دو تراکم ۵۰ و ۱۰۰ و تغذیه شده با جیره حاوی (۱۵۰۰ mg/kg) و بدون ویتامین C. میانگین و انحراف از معیار (Mean±S.D) با حروف متفاوت در ردیف های یکسان نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری می باشد ($p < 0.05$). (* تیمار با تراکم ۵۰ بدون افزودن ویتامین C ($T_{50(C)}$), تراکم ۵۰ با افزودن ویتامین C ($T_{50(C)}$), تراکم ۱۰۰ بدون افزودن ویتامین C ($T_{100(C)}$) و تراکم ۱۰۰ با افزودن ویتامین C ($V_{100(C)}$).

*تیمار	فاکتور پروتئین (%)	چربی (%)	رطوبت (%)	خاکستر (%)
$T_{50(C)}$	۱۶/۳۵±۰/۰۲	۱۸/۵۸±۰/۰۱	۷۵/۴۶±۰/۰۲	۸/۴۳±۰/۰۱
$T_{100(C)}$	۱۶/۲۲±۰/۰۲	۱۸/۵۳±۰/۰۲	۷۵/۴۸±۰/۰۲	۸/۳۹±۰/۰۴
$T_{50(C)}$	۱۶/۲۰±۰/۰۱	۱۸/۵۶±۰/۰۱	۷۵/۵۸±۰/۰۲	۸/۵۰±۰/۰۵
$T_{100(C)}$	۱۶/۲۰±۰/۰۱	۱۸/۵۳±۰/۰۶	۷۵/۴۷±۰/۰۲	۸/۴۶±۰/۰۵

تراکم کمتر نگهداری شده بودند کاهش پیدا کرده است. در ماهی هالیبوت کالیفرنیا (*Paralichthys californicus*) نیز کاهش رشد در اثر نگهداری در تراکم بالا توسط Merino و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش شده است. Rafatnejad و همکاران در سال ۲۰۱۰ نیز کاهش رشد در اثر افزایش تراکم پرورش در فیل ماهیان جوان (*Huso huso*) را گزارش نموده اند.

مطالعات منتشر شده ای نیز مشابه نتایج حاصل از تحقیق حاضر در خصوص عدم تأثیر ویتامین C اضافه شده در جیره غذایی بر شاخص های رشد و وزن بدست آمده در ماهیان نگهداری شده تحت شرایط مترکم در شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) توسط Montero و همکاران در سال ۱۹۹۹ و در قزل آلابی رنگین کمان توسط Trenzado و همکاران در سال ۲۰۰۶ وجود دارد. در مقابل گزارشی از تأثیر ویتامین C بر شاخص های رشد در ماهی کپور هندی (*Labeo rohita*) توسط Misra و همکاران در سال ۲۰۰۶ و در قزل آلابی رنگین کمان توسط Dabrowski و همکاران در سال ۱۹۹۶ ارائه شده است.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق کنونی که بیانگر تأثیر تراکم و عدم تأثیر ویتامین بر شاخص های رشد بچه ماهیان قزل آلابی رنگین کمان می باشد می توان گفت که تراکم بالا به دلایلی از قبیل محدود نمودن دسترسی به غذا، و جود ماهی های غالب که باعث ایجاد طبقات مختلف وزنی در بین ماهیان می شود که این امر خود منجر به نامساوی شدن سهم هر ماهی در گرفتن غذا و در نتیجه افزایش نوسان در وزن و کاهش میزان کارایی و ثمر بخشی غذا خواهد شد، صرف غذای مصرفی در جهت متابولیسم جمعیت های مترکم و نه رشد ماهی و همچنین مصرف زیاد انرژی جهت مقابله با شرایط پر تنش و استرس ناشی از تراکم بالا، بر فاکتورهای رشد و وزن بدست آمده و ضریب رشد ویژه تأثیر منفی دارد. تمام عوامل استرس زای محیطی (از جمله تراکم) بر وضعیت سلامت ماهی اثر می گذارند و باعث انحراف ذخایر ریز مغذی های بدن (اسید آسکوربیک، اسید دکوزا هگزانوئیک و فسفولیپید) از عملکرد اصلی خود شده و این ذخایر به جای اینکه صرف رشد شوند بیشتر صرف مقابله با



میزان مرگ و میر با افزایش تراکم بالا می رود. در تحقیق حاضر، عامل تراکم و اضافه نمودن ویتامین C در جیره غذایی بر ترکیبات لاشه بچه ماهیان قزل آلابی رنگین کمان در تیمارهای مختلف اثر معنی داری نشان نداد. این نتایج مشابه گزارشی ارائه شده در خصوص عدم تأثیر تراکم بر ترکیبات لاشه ماهی هالیبوت کالیفرنیا (*Paralichthys californicus*) توسط Merino و همکاران در سال ۲۰۰۷ است. همچنین Vazzana و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارشی نمودند که آنالیز ترکیبات لاشه باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) نگهداری شده در شرایط متراکم در مقایسه با باس های دریایی که در تراکم کمتر نگهداری شده بودند تفاوت معنی داری ندارد. همچنین گزارشی مشابه نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص عدم تأثیر ویتامین C بر ترکیبات لاشه در ماهیان نگهداری شده در شرایط متراکم اما تغذیه شده با جیره های حاوی ویتامین C در ماهی کپور هندی توسط Misra و همکاران در سال ۲۰۰۶ و در قزل آلابی رنگین کمان توسط Trenzado و همکاران در سال ۲۰۰۶ ارائه شده است.

در مجموع با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می توان بیان نمود که تراکم بالا به عنوان یک عامل استرس زا بر شاخص های رشد و ضریب تبدیل غذایی در بچه ماهیان قزل آلابی رنگین کمان تأثیر منفی دارد. همچنین افزودن ویتامین C به جیره غذایی ماهیان پرورش یافته در تراکم بالا تأثیر معنی داری بر رشد، بهبود ضریب تبدیل غذایی و ترکیبات لاشه در این گونه ندارد.

تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس جعفر سرخوش مدیریت کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی حسین آباد بیستون و همچنین جناب آقای مهندس مجتبی پوریا و نیز تمامی دوستانی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند سپاسگزاری می گردد.

References

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005) Official Method of Analysis. (18th ad.) Washington, D.C. USA.
2. Barton, B.A., Iwama, G.K. (1991) Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Aquaculture*. 10: 3-26.
3. Blazer, V.S. (1992) Nutrition and disease resistance in fish. *Ann Rev Fish Dis*. 2: 309-323.
4. Dabrowski, K. (1990) Absorption of ascorbic acid and ascorbic sulfate and ascorbate metabolism in

گزارش هایی مشابه نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص عدم تأثیر ویتامین های اضافه شده در جیره بر ضریب تبدیل غذایی در ماهیان نگهداری شده تحت شرایط متراکم اما تغذیه شده با جیره های حاوی ویتامین C در شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) توسط Montero و همکاران در سال ۱۹۹۹ و Ortuno و همکاران در سال ۲۰۰۱ ارائه شده است. گزارشی هایی نیز از تأثیر ویتامین C بر ضریب تبدیل غذایی در گونه های مختلف از جمله قزل آلابی رنگین کمان توسط Dabrowski و همکاران در سال ۱۹۹۶ منتشر شده است. در مسائل پرورشی یکی از مهمترین عوامل نشان دهنده بازده اقتصادی عامل ضریب تبدیل غذایی می باشد. به جهت اینکه در تحقیق حاضر عوامل مؤثر بر ضریب تبدیل غذایی مثل میزان و دفعات غذایی، درجه حرارت و نوع خوراک (۱۹،۲۵) (عدم تأثیر ویتامین موجود در جیره های غذایی بر ضریب تبدیل غذایی) برای کلیه تیمارها بطوریکسکان بود پس می توان نتیجه گرفت که تراکم نقش تعیین کننده ای در اختلافات ایجاد شده داشته است. افزایش تراکم باعث کاهش بهره وری غذای مصرفی توسط ماهی شده و کاهش رشد در نتیجه افزایش ضریب تبدیل غذایی را به دنبال دارد که همین مساله باعث افزایش هزینه تولید خواهد شد (۷).

درصد بقاء در تیمارهای مختلف تحقیق حاضر تفاوت معنی داری را نشان داد بطوریکه تیمارهای با تراکم ۷۵٪ بقاء بیشتری نسبت به تیمارهای با تراکم ۱۰۰٪ داشتند. این نتایج مشابه گزارشی ارائه شده در خصوص تأثیر تراکم بر بقاء ماهیان نگهداری شده در شرایط متراکم است. Vazzana و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارشی کردند که میزان بقاء در باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) نگهداری شده در تراکم کمتر در مقایسه با باس های دریایی که در شرایط متراکم نگهداری شده بودند افزایش معنی داری پیدا کرده بود. گزارشی نیز از کاهش درصد بقاء در اثر نگهداری در تراکم بالا در ماهی هالیبوت کالیفرنیا (*Paralichthys californicus*) توسط Merino و همکاران در سال ۲۰۰۷ ارائه شده است.

در تحقیق کنونی اضافه نمودن ویتامین C به جیره غذایی اثر معنی داری بر میزان بقاء بچه ماهیان نداشت. گزارشی مشابه نتایج حاصل از این تحقیق در ماهیان قزل آلابی رنگین کمان تغذیه شده با رژیم حاوی ویتامین C توسط Dabrowski و همکاران در سال ۱۹۹۶ و Wahli و همکاران در سال ۱۹۹۸ ارائه شده است. در تضاد با نتایج تحقیق حاضر، گزارشی نیز از عدم تأثیر تراکم بر بقاء در خرگوش ماهی (*Siganus rivulatus*) توسط Saoud و همکاران در سال ۲۰۰۶ و تأثیر ویتامین C بر بقاء در کپور هندی (*Labeo rohita*) توسط Misra و همکاران در سال ۲۰۰۶ وجود دارد. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق کنونی می توان ابراز نمود که نگهداری ماهیان در تراکم بالا به علت کاهش دسترسی به غذا، افزایش تعداد برخوردها، بروز زخم و ایجاد بیماری و بالا رفتن استرس بر میزان بقاء و بازماندگی ماهیان اثر منفی دارد و در نهایت



- Common carp (*Cyprinus carpio* L.). J Comp Physiol B. 160: 549-561.
5. Dabrowski, K., Matusiewicz, K., Matusiewicz, M., Hoppe, P.P., Ebeling, J. (1996) Bioavailability of vitamin C from two ascorbyl monophosphate esters in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (walbaum). Aquac Nutr. 2: 3-10.
 6. Gabaudan, J., Verlhac, V. (1994) Biological efficacy of Rovimix Stay - C as a source of vitamin C for salmonids. Aquac Res. 25: 128.
 7. Gholipour, F., Allameh, S.K., Arani, M.M., Nasr, M. (2006) Effect of density on growth and feed conversion ratio in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Pajouhesh & Sazandegi. (In Persian). 70: 23-27.
 8. Martinez, C., Fernandez, C. (1991) Influence of stock density on turbot (*Scophthalmus maximus* L.) growth. J Appl Ichthyol. 20: 79-90.
 9. Matusiewicz, M., Dabrowski, K., Volker, L., Matusiewicz, K. (1994) Regulation of saturation and depletion of AA in rainbow trout. J Nutr Biochem. 6: 204-212.
 10. Merchie, G., Lavens, P., Storch, V., Nelis, H., De Leenheer, A., Sorgeloos, P. (1996) Influence of dietary vitamin C dosage on turbot (*Scophthalmus maximus*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nursery stage. Comp Biochem Physiol A. 114: 123-133.
 11. Merchie, G., Lavens, P., Sorgeloos, P. (1997) Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. Aquaculture. 155: 165-181.
 12. Merino, G.E., Piedrahita, R.H., Conklin, D.E. (2007) The effect of fish stocking density on the growth of California halibut (*Paralichthys californicus*) juveniles. Aquaculture. 265: 176-186.
 13. Misra, C.K., Mukherjee, S.C., Pradhan, J. (2006) Effects of dietary vitamin C on immunity, growth and survival of Indian major carp *Labeo rohita*, fingerlings. Aquac Nutr. 13: 35-44.
 14. Montero, D., Tort, L., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.M. (1999) Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture. 171: 269-278.
 15. NRC (National Research Council). (1998) Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, D.C. USA.
 16. Ortuno, J., Cuesta, A., Esteban, M.A., Meseguer, J. (2001) Effect of oral administration of high dietary vitamin C and E dosages on the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. Aquaculture. 79: 167-180.
 17. Panush, R.S., Delafuente, J.C. (1985) Vitamins and immuno competence. J Nutr. 45: 97-123.
 18. Rafatnejad, S., Falahatkar, B., Toloei Gilani, M.H., Ebrahimzadeh Sheikhan, M., Heidari Ghadikolaei, M. (2010) Effect of different stocking densities on some water quality parameters and growth indices in Beluga (*Huso huso*) in rearing tanks. Iran Vet J. 6: 38-35.
 19. Saoud, P.I., Ghanawi, J., Lebbos, N. (2006) Effects of stocking density on the survival, growth, size variation and condition index of juvenile rabbitfish (*Siganus rivulatus*). Aquaculture. 16: 109-116.
 20. Sedgwick, S.D. (2001) Trout Farming Handbook. (5th ed.) Fishing News Book. Oxford, UK.
 21. Thomas, P. (1990) Molecular and biochemical responses of fish to stressors and their potential use in environmental monitoring. Am Fish Soc Symp. 8: 9-28.
 22. Trenzado, C.E., de la Higuera, M., Morales, A.E. (2006) Influence of dietary vitamins E and C and HUFA on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance under crowding conditions. Aquaculture. 263: 249-258.
 23. Vazzana, M., Cammarata, M., Cooper, E.L., Parrinello, N. (2002) Effect of stress in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) depresses peritoneal leukocyte cytotoxicity. Aquaculture. 210: 231-243.
 24. Wahli, T., Verlhac, V., Gabaudan, J., Schuep, W., Meier, W. (1998) Influence of combined vitamin C and E on non-specific immunity and disease resist-



- ance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J Fish Dis. 21: 127-137.
25. Wang, Y., Kong, L.J., Li, C., Bureau, D.P. (2006) Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and carcass composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). Aquaculture. 261: 1307-1313.
26. Webster, C.D., Tidwell, H.J., Tiu, L.S., Yancey, D.H. (1995) Use of soybean meal as partial or total substitute of fish meal in diets for blue catfish (*Ictalurus furcatus*). Aquat Living Resour. 8: 379-384.



Vitamin C supplementation to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet and analysis of growth indices, survival and carcass composition at two different stocking densities

Fazaei, Z.¹, Sajjadi, M.M.^{2*}, Sourinejad, I.¹, Asadi, R.³

¹Department of Fisheries, Faculty of Marine and Atmospheric Sciences and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas-Iran

²Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht-Iran

³Department of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, University of Agriculture and Natural Resources, Sari-Iran

(Received 10 November 2014, Accepted 12 January 2015)

Abstract:

BACKGROUND: Vitamin C is one of the important nutrients in fish culture and as a potent anti-oxidant, is of great importance in preserving cells against oxidation and boosting resistance in stress conditions and against pathogens. **OBJECTIVES:** The purpose of the present study is to add high level of vitamin C supplementation to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet reared at high density and analysis of growth indices, survival and carcass composition at two different stocking densities. **METHODS:** Rainbow trout juveniles with initial body weight of 9.6 ± 0.69 g at two densities of 50 and 100 pieces in 50 liters of water were fed two diets containing the same level of protein and fat. Experimental diets were diet 1 without adding vitamin and diet 2 with adding 1500 mg/kg of vitamin C. A total number of 900 rainbow trout juveniles in four treatments each with three replicates as T50 (0) (with the density of 50 and fed with diet 1), T100 (0) (with the density of 100 and fed with diet 1), T50 (C) (with the density of 50 and fed with diet 2) and T100 (C) (with the density of 100 and fed with diet 2) were randomly distributed in incubators. **RESULTS:** After 6 weeks of feeding, growth indices, feed conversion ratio and viability were significantly different between treatments ($p < 0.05$). T50 (0) and T50(C) treatments had higher weight gain, specific growth rate and viability than T100 (0) and T100(C) ($p < 0.05$). In the case of feed conversion ratio, it was higher in T100 (0) and T100(C) treatments compared to T50 (0) and T50(C) ones ($p < 0.05$). Carcass composition was not significantly different between treatments ($p > 0.05$). **CONCLUSIONS:** The results showed that vitamin C supplementation in the diet of rainbow trout juveniles did not have significant effects on growth indices, feed conversion ratio, survival and carcass composition but density was a key factor in growth, feed conversion ratio and survival in this species.

Key words: diet, growth indices, intensive culture, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), vitamin C

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Formulation (g/100 g of diet) and chemical composition (% in dry matter) of the test diet.

Table 2. Mean \pm S.D of growth indices of Rainbow trout at densities of 50 and 100 fed with diet containing (1500 mg/kg) and without vitamin C ($p < 0.05$). (*) Treatment with density of 50 without vitamin C (T50 (0)) and with vitamin C (T50(C)), density of 100 without vitamin C (T100 (0)) and with vitamin C (T100(C)).

Table 3. Mean \pm S.D of carcass composition of Rainbow trout at densities of 50 and 100 fed with diet containing and without vitamin C ($p < 0.05$).

*Corresponding author's email: mmsajjadi@hotmail.com, Tel: 0182-3223024, Fax: 0182-3222102

J. Vet. Res. 70, 1:55-62, 2015

