

تأثیر غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید بر شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه- ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی *Cyprinus carpio*

سید حسین حسینی مشهدی^۱، مسعود هدایتی فرد^{۲*}، شایان قبادی^۳

* hedayati.m.@qaemiau.ac.ir

- ۱- مرکز تحصیلات تکمیلی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی
- ۲- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، صندوق پستی: ۱۶۳
- ۳- گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی.

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۴

چکیده

در این پژوهش اثر غلظت‌های متفاوت آسکوربیک اسید بر روی شاخص‌های رشد و بقای ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی و همچنین تعیین مقادیر بهینه این ویتامین در شرایط پرورش انجام شد. برای این منظور بچه‌ماهیان کپور با وزن متوسط $6/85 \pm 0/16$ گرم با جیره غذایی حاوی خوراک آغازین کپور (SFC) با ۴ سطح مختلف از آسکوربیک اسید (mg/Kg) ۳۰۰، ۱۰۰، ۵۰۰ (صفر) به مدت ۸ هفته مورد تغذیه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن و طول بدن ماهیان اختلاف معنی دار آماری وجود دارد ($p < 0.05$)؛ اما در شاخص بازماندگی تفاوتی مشاهده نشد ($p > 0.05$). ماهیانی که با خوراک SFC حاوی ۳۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید (تیمار ۲) تغذیه شدند، بیشترین افزایش وزن و طول و ماهیان شاهد و تیمار ۳ که با ۵۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید تغذیه شدند، کمترین افزایش وزن و طول را نشان دادند ($p < 0.05$). نتایج همچنین نشان داد بیشترین میزان شاخص رشد ویژه (SGR)، وزن مطلق (WG)، نرخ رشد روزانه (DGR)، درصد افزایش وزن بدن (BW%) و کمترین ضریب تبدیل غذایی (FCR) در تیمار ۲ (با ۳۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید) مشاهده گردید. تفاوتی در ضریب فولتون (CF) بین تیمارها دیده نشد ($p > 0.05$). بنابر نتایج حاصله افزودن آسکوربیک اسید به میزان ۳۰۰ mg/Kg موجب بهبود شاخص‌های رشد ماهیان انگشت‌قد کپور پرورشی گردید.

کلمات کلیدی: آسکوربیک اسید، تغذیه، شاخص‌های رشد، بازماندگی، کپور معمولی

* نویسنده مسئول

مقدمه

ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم ماهیان پرورشی، نقش مهمی در افزایش میزان تولیدات آبی‌پروری در جهان ایفاء می‌کند. مطابق آمار در سال ۱۳۹۲ از حدود ۳۷۰ هزار تن ماهی پرورشی تولیدشده در کشور، ۱۶۸ هزار تن مربوط به ماهیان گرم-آبی بود که نزدیک به ۵۵ هزار تن آن ماهی کپور بوده است (IFO, 2014).

تحقیقات متعددی بر اهمیت ترکیبات جیره غذایی همچون اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب ضروری، مواد معدنی و ویتامین‌ها بر سلامت و رشد آبزیان پرورشی اشاره دارد (Halver, 1989; Lovell, 1989; Webster & Lim, 2002). در این میان باتوجه به آنکه آبزیان قادر به سنتز ویتامین‌ها نبوده و یا به مقدار کافی سنتز نمی‌کنند (Wilson, 1991)، به منظور تکامل و رشد طبیعی و نرمال بودن فعالیت‌های متابولیکی، نیاز افزودن به مقادیر بهینه از ویتامین‌ها در جیره غذایی ضروری می‌باشد (Lovell, 1989; Watanabe, 1996). ویتامین ث (C) و یا آسکوربیک اسید که در زمره ویتامین‌های محلول در آب قرار دارد، یکی از ویتامین‌های حساس بوده که دارای نقش‌های متابولیک متعددی از جمله اثر بر رشد، افزایش بازماندگی و جلوگیری از مرگ و میر، بهبود و التیام زخم‌ها، کاهش اثرات ناشی از استرس، افزایش مقاومت بدن ماهی در برابر عوامل بیماری‌زا و همچنین بهبود عملکرد تولید مثل، سنتز پروکلاژن و تبدیل غضروف به استخوان و نیز بلوغ گلبول‌های قرمز می‌باشد (Li & Robinson, 1999; Dabrowski, 2001).

ویتامین C اثرات مثبتی روی فاکتورهای ایمنی ماهیان دارد (Arab & Rajabi Islami, 2015) و علاوه بر این یک آنتی‌اکسیدانت بسیار قدرتمند در برابر تخریب اکسیداتیو بافت‌های مختلف ماهی است (Adham et al., 2000) و در سوخت و ساز تیروزین و نیز تبدیل هیدروکسی پرولین^۱ به پرولین نیز نقش دارد (Halver, 1989; Dabrowski, 2001). اسید آسکوربیک ویتامین حساسی است و در مجاورت هوا و گرما به سرعت از بین می‌رود (Timmons et al.,

2001) با این حال بایستی به جیره غذایی روزانه ماهی اضافه شود؛ Boonyaratpalin و همکاران (۱۹۹۲) از آسکوربیک فسفات منیزیم^۲ به‌عنوان منبع ویتامین C در جیره ماهی باس دریایی^۳ استفاده کردند و محدوده مورد نیاز در برخی ماهیان از جمله سیچلید مکزیک^۴ (Chávez de Martínez, 1990) قزل‌آلای رنگین‌کمان^۵ (Halver, 1982; Cho and Cowey, 1993;) (Miari et al., 2013) لارو کپور (Dabrowski et al., 1998; Gouillou-Coustans et al., 1988) فرای زیر یک‌گرمی کپور (Faramarzi, 2012)، سفیدماهی آزاد^۶ (Dabrowski, 1990)، فیل‌ماهی^۷ (Falahatkar et al., 2006)، سوف حاجی‌طرخان^۸ (Lee and Dabrowski, 2004) (Li and Lovell, 1985; Dabrowski et al., 1996) عوارض کمبود آن بر روی گربه‌ماهی کانالی^۹ تاثیر جیره غنی شده با ویتامین‌های C و E روی شاخص‌های خونی ماهی زینتی آرپایما^{۱۰} (de Andrade et al., 2007) بررسی شد. تغییرات شاخص‌های رشد و خون گربه‌ماهی قهوه‌ای^{۱۱} انگشت‌قد تحت جیره غذایی حاوی انواع ویتامین C چه بصورت آسکوربیک اسید و چه بصورت انکپسوله و نیز همراه با سایر مکمل‌ها مورد بررسی قرار گرفت (Aničić et al., 2013).

حضور طبیعی ویتامین C در مواد غذایی و محصولات بیولوژیک به روش اتوانالایزر و ردیابی فلئورومتري^{۱۲} توسط Bourgeois و همکاران (۱۹۸۹) اندازه‌گیری شد. همچنین Fracalossi و همکاران (۲۰۰۱) بیوسنتز آسکوربیک اسید را در ماهیان منطقه آمازون بررسی نمودند و Roy & Guma (۱۹۵۸) تفاوت‌های گونه‌ای ماهیان را در مسیر این بیوسنتز بررسی نمودند.

^۲ Ascorbyl-phosphate-Mg

^۳ Seabass (*Lates calcarifer*)

^۴ *Cichlasoma urophthalmus*

Oncorhynchus mykiss

^۵ Whitefish (*Coregonus laietus*)

Huso huso

^۸ *Perca flavescens*

^۹ *Ictalurus punctatus*

^{۱۰} Pirarucu (*Arapaima gigas*)

^{۱۱} *Ameiurus nebulosus* L.

^{۱۲} Autoanalyzer and Fluorimetric detection

^۱ Hydroxy Propylene

انحراف جانبی (اسکولیوزیس^{۱۵}) و عمودی (لردوزیس^{۱۶}) دائمی در ستون مهره‌ها می‌شود (Gouillou-Coustans et al., 1998; Webster and Lim, 2002) و شکل طبیعی آنها را تغییر داده (Lovell, 1989; Halver, 1989). سبب تشکیل غیرصحيح كلاژن، تغییرات غضروفی و نازک شدن عروق موین می‌گردد (Mokhayer, 1995).

سطح دقیق نیاز آسکوربیک اسید برای ماهی کپور معمولی هنوز شناسایی نشده است لیکن گزارش‌هایی همانند NRC (1991) و Lovell (1989) آن را برای این گونه لازم ولی نامشخص توصیف نموده‌اند. علت این امر ممکن است به جهت محیط زیست ماهی کپور باشد که در شرایط پرورش نیز در استخرهای خاکی رشد می‌کنند و احتمال تامین سطوح حداقل برخی ویتامین‌ها از طریق منابع غذایی طبیعی وجود دارد.

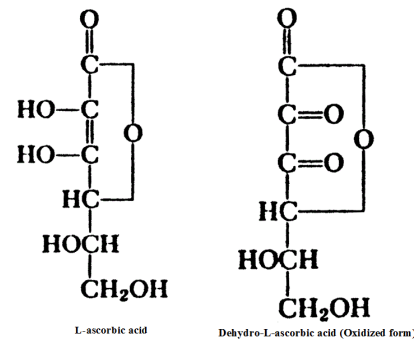
پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف آسکوربیک اسید جیره غذایی بر روی تغییرات شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی کپور معمولی انگشت قد و تعیین حداقل ویتامین C مورد نیاز در محیط کنترل شده و به-دور از عوامل خارجی طراحی و به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی طهران زهرا (بابل، استان مازندران) انجام گردید. به همین منظور تعداد ۳۶۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی (با وزن متوسط ۱۶/۸۵±۰/۱۶ گرم) از استخر پرورشی خاکی صید و به ۱۱ عدد آکواریوم با ظرفیت آب ۲۰۰ لیتر و در هر آکواریوم تعداد ۳۰ قطعه بچه‌ماهی با تراکم ۱ گرم ماهی در هر لیتر، منتقل گردید. پارامترهای محیطی شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH در طول دوره آزمایش مورد بررسی قرار گرفت و ثبت گردید. با استفاده از دستگاه فتومتر (Palintest-7000, Englamd) فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه مورد استفاده مورد آزمایش قرار گرفت.

به دلیل کمبود آنزیم L-gulonolactone oxidase^{۱۳} که تسریع کننده تبدیل L-gulonolactone به آسکوربیک اسید است، برخی ماهیان قادر به سنتز ویتامین C در بدن نیستند؛ بنابراین به دریافت روزانه آن نیاز دارند.

در هر صورت ماهیان تجاری به مقادیر کافی از ویتامین‌ها به منظور رشد مناسب در سیستم‌های پرورش متراکم^{۱۴} نیاز دارند و نیاز به ویتامین C برای تقویت ایمنی ماهیان بسیار بالاتر از سطح مورد نیاز جهت پی‌شگیری از برور علائم کمبود آنهاست (Verlhac et al., 1996; de Andrade et al., 2007). شایع‌ترین کمبود ویتامین در ماهی‌ها ویتامین B₁ (تیامین) و در میگوها ویتامین C است (New, 1987).



شکل ۱: فرمول گستره شیمیایی ال-آسکوربیک اسید (چپ) و دهیدرو-ال-آسکوربیک اسید (فرم اکسید شده) (راست)
Figure 1: Chemical Formula of L-Ascorbic acid (left) and Dehydro L-Ascorbic acid (Right)

تعیین مقادیر بهینه ویتامین‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. چراکه عدم وجود آسکوربیک اسید در جیره، سبب اختلالات متابولیک متعددی منجمله نقص در متابولیسم تیروزین گردیده که بدنبال آن باعث بروز عوارض پاتولوژیک همانند مشکلات کلیوی می‌گردد که مشابه عوارض ماهیانی است که با جیره فاقد ویتامین ث تغذیه شده بودند (Gouillou-Coustans et al., 1998; Wang et al., 2003). کمبود ویتامین ث همچنین سبب

^{۱۵} Scoliosis
^{۱۶} Lordosis

^{۱۳} GLO, EC 1.1.3.8
^{۱۴} Intensive culture systems

بهمراه میزان مشخص اسکوربیل پلی فسفات آنتی پروویک C (به عنوان منبع ویتامینه آسکوربیک اسید) به صورت امولسیون به غذای آماده شده افزوده شد. به خوراک شاهد نیز به مقدار یکسان روغن اضافه شد. عملیات پخت پیش از فرآیند غنی‌سازی انجام شده و فرآیند افزودن منبع ویتامینه به خوراک بدون به‌کار بردن حرارت صورت پذیرفت.

بچه ماهیان طی ۸ هفته با تیمارهای غذایی ذکر شده مورد تغذیه قرار گرفتند. ترکیبات خوراک SFC شامل آرد ماهی، کنجاله سویا، آرد گندم، مکمل معدنی، مکمل ویتامینه، آرد ذرت، آنتی اکسیدانت، گلوتن گندم، متیونین، لیزین، ملاس، دی‌کلسیم فسفات، نمک و آنزیمیت بود.

زیست سنجی و تعیین شاخص‌های رشد: به

منظور زیست سنجی در پایان دوره، تعداد ۱۰ قطعه بچه ماهی از هر تکرار و مجموعاً ۳۰ عدد از هر تیمار و نهایتاً ۱۲۰ عدد از کل آزمایش به صورت تصادفی انتخاب گردیدند. بچه‌ماهیان پس از بیهوشی با عصاره پودر گل میخک (مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، به کمک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱۰ g توزین و توسط تخته بیومتری با دقت ۱ mm طول آنها اندازه‌گیری گردید.

همچنین در پایان دوره براساس داده‌ها، مقادیر شاخص‌های ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه، افزایش وزن بدن، رشد روزانه، وزن مطلق و همچنین درصد بازماندگی محاسبه شد.

۱- ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Biswas, 1993):

$$FCR = F / (W_t - W_o)$$

که در آن: F = مقدار غذای مصرف شده. W_o = میانگین بیوماس اولیه (گرم)، W_t = میانگین بیوماس نهایی (گرم) است.

۲- ضریب رشد ویژه (SGR) (Biswas, 1993):

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

که در آن: W_o = میانگین بیوماس اولیه (گرم). W_t = میانگین بیوماس نهایی (گرم). t = تعداد روزهای پرورش است.

تغذیه بچه ماهیان با خوراک‌های مورد نظر پس از ۴۸ ساعت بعد از انتقال به حوضچه‌ها و آداپته‌سازی با شرایط جدید پرورش، آغاز گردید. بچه‌ماهیان طی دوره آزمایش با خوراک دان^{۱۷} نوع SFC^{۱۸} (خوراک آغازین ماهی کپور معمولی با ۳۳ درصد پروتئین و ۱۰/۵ درصد چربی، ساخت کارخانه خوراک دام و آبزیان مازندران) مورد تغذیه قرار گرفتند. میزان غذادهی روزانه و تعداد دفعات آن براساس بایوماس هر حوضچه (آکواریوم) و درجه حرارت آب و همچنین با توجه به جداول تغذیه ای تعیین گردید (Huet, 1994). تیمارهای غذایی به‌کار رفته در این تحقیق به شرح جدول ۱ می‌باشند.

جدول ۱: انواع خوراک آزمایشی مورد استفاده با مقادیر مختلف آسکوربیک اسید

Table 1: Experimental Feeds with different Ascorbic acid amounts

شماره	شرح تیمار	تعداد تکرار
۱	خوراک SFC + آسکوربیک اسید ۱۰۰ mg/kg	۳
۲	خوراک SFC + آسکوربیک اسید ۳۰۰ mg/kg	۳
۳	خوراک SFC + آسکوربیک اسید ۵۰۰ mg/kg	۳
۴	خوراک SFC + آسکوربیک اسید ۰ mg/kg	۳

تولید خوراک‌های آزمایشی: محصول آسکوربیک

اسید با نام تجاری Anprovit C 500 (ساخت ایتالیا) که هر کیلوگرم آن حاوی ۵۰۰ گرم L-ascorbic acid (AA) در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. در عمل ابتدا خوراک SFC، آنالیز گردید و ترکیبات تقریبی آن شامل پروتئین (با دستگاه کجلدال BAP-40 آلمان)، چربی، رطوبت و خاکستر اندازه‌گیری شد (AOAC, 2005).

در هر تیمار مقادیر مورد نظر از آسکوربیک اسید به خوراک اضافه گردید. برای این منظور مقادیر یکسان روغن

^{۱۷} Pellet

^{۱۸} Starter Food carp

آزمایشی استفاده گردید. جداول و نمودارها نیز به وسیله نرم افزار 2007^{MST} Excel ترسیم شدند.

نتایج

میانگین درجه حرارت آب $24/61 \pm 0/2$ سانتی‌گراد به- ترتیب با حداقل و حداکثر $23/6$ و $24/8$ سانتی‌گراد بود. میانگین اکسیژن محلول $7/19 \pm 0/06$ mg/l به ترتیب با حداقل و حداکثر $6/52$ و $7/3$ mg/l اندازه‌گیری شد. میانگین pH حدود $7/68 \pm 0/01$ برآورد گردید و طی دوره آزمایش بین $7/5$ تا 7 در نوسان بود. ترکیبات تقریبی خوراک دان آغازین ماهی کپور معمولی (SFC) مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است فاکتورهای شیمیایی آب چاه مورد استفاده نیز در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲: ترکیبات تقریبی خوراک SFC مورد استفاده جهت پرورش بچه‌ماهیان کپور معمولی

Table 2: Approximate composition of SFC used for Carp Fingerlings

درصد در خوراک	شاخص	ردیف
۳۳/۰۱	پروتئین	۱
۱۰/۵۰	چربی	۲
۸/۷۱	رطوبت	۳
۱۰/۲۰	خاکستر	۴

جدول ۳، فاکتورهای شیمیایی آب چاه مورد استفاده

Tab 3. Chemical factors of used water

ردیف	فاکتور	مقدار	ردیف	فاکتور	مقدار
۱	pH	۷/۳	۸	منیزیوم	۱۲ میلی گرم در لیتر
۲	قلیابیت تام	۲۶۰ میلی گرم در لیتر	۹	فسفات	۱/۴ میلی گرم در لیتر
۳	سختی کل	۳۱۰ میلی گرم در لیتر	۱۰	پتاسیم	۳/۳ میلی گرم در لیتر
۴	آهن کل	۰/۰۱ میلی گرم در لیتر	۱۱	روی	۰/۰۱ میلی گرم در لیتر
۵	سولفات	۲۳ میلی گرم در لیتر	۱۲	نیتريت	۱/۳ میلی گرم در لیتر
۶	سولفید	۰/۰۶ میلی گرم در لیتر	۱۳	نترات	۰/۰۱ میلی گرم در لیتر
۷	کلسیم	۴۵ میلی گرم در لیتر	۱۴	آمونیاک	۰/۲۲ میلی گرم در لیتر

۳- درصد افزایش وزن بدن (%BWi) (Hung et al., 1989)

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

که در آن: Bwi = متوسط وزن اولیه در هر آکواریوم، Bwf = متوسط وزن نهایی در هر آکواریوم است.

۴- رشد روزانه (گرم/روز) (DGR) (Hung et al., 1989):

$$G.R = (Bwf - Bwi) / n$$

که در آن: Bwi = متوسط وزن اولیه در هر آکواریوم، Bwf = متوسط وزن نهایی در هر آکواریوم. n = تعداد روزهای پرورش است.

۵- ضریب چاقی یا فولتون (CF) (Biswas, 1993):

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

که در آن: Bw = میانگین وزن نهایی بدن (گرم)؛ TL = میانگین طول کل نهایی (سانتی‌متر) است.

۶- درصد بازماندگی (S) (Biswas, 1993):

$100 \times$ تعداد لاروهای موجود در پایان آزمایش = درصد بازماندگی
تعداد لاروهای موجود در شروع آزمایش

۷- افزایش وزن مطلق (WG) (Biswas, 1993):

وزن ابتدایی بدن (گرم) - وزن نهایی بدن (گرم) = WG

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری داده-

های با نرم افزار SPSS 17 انجام گردید. با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA ONE WAY) استفاده شده است. همچنین از آزمون جداساز دانکن (Duncan) در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($p < 0.05$) برای تعیین اختلافها بین گروه‌های

مطابق نتایج در تیمارهای مورد بررسی بین شاخص‌های ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، درصد افزایش وزن بدن (BMI%)، وزن مطلق (WG) و نسبت رشد روزانه (DGR) اختلاف دیده شد ($p < 0.05$) در حالیکه در پایان دوره پرورش اختلافی در شاخص فاکتور فولتون یا ضریب چاقی (CF) دیده نشد ($p > 0.05$). درصد کامل بازماندگی (S) در بچه‌ماهیان کپور تغذیه شده با غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید نشان می‌دهد ماهیان در محیطی کنترل شده پرورش یافتند ($p > 0.05$).

شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان کپور تغذیه شده با غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید در جدول‌های ۴ تا ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان داد، بیشترین وزن و طول مربوط به بچه ماهیان تیمار ۲ تغذیه شده با 300 mg/Kg آسکوربیک اسید به ترتیب با $21/29$ گرم و $10/93$ سانتی‌متر می‌باشد ($p < 0.05$). فقط این گروه آزمایشی با سایر تیمارها اختلاف داشت و بچه‌ماهیانی که از سایر خوراک‌های حاوری آسکوربیک اسید تغذیه شدند، اختلافی با یکدیگر نداشتند ($p < 0.05$).

جدول ۴: مقایسه شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهیان کپور تغذیه شده با مقادیر مختلف آسکوربیک اسید در روز ۱۵
Table 4: Comparison of Growth and Survival Indices in Carps fed by different amounts of Ascorbic acid at the day 15

شاخص	شاهد	تیمار ۱ 100 mg/kg	تیمار ۲ 300 mg/kg	تیمار ۳ 500 mg/kg
میانگین وزن کل (g)	$9/36 \pm 0/79^c$	$9/97 \pm 1/07^a$	$10/48 \pm 1/25^b$	$9/39 \pm 1/12^c$
میانگین طول کل (cm)	$7/64 \pm 0/64^a$	$7/78 \pm 0/58^a$	$7/83 \pm 0/66^a$	$7/73 \pm 0/61^a$
ضریب رشد ویژه (SGR)	$2/05 \pm 0/19^b$	$2/68 \pm 0/16^a$	$3/03 \pm 0/23^a$	$2/29 \pm 0/11^b$
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	$6/22 \pm 0/62^b$	$4/52 \pm 0/33^a$	$3/92 \pm 0/39^a$	$5/44 \pm 0/41^b$
درصد افزایش وزن بدن (BW%)	$33/38 \pm 2/89^b$	$42/87 \pm 9/37^{ab}$	$52/45 \pm 4/22^b$	$27/97 \pm 2/24^b$
نسبت رشد روزانه (DGR)	$0/211 \pm 0/04^b$	$0/22 \pm 0/07^a$	$0/243 \pm 0/1^a$	$0/184 \pm 0/09^b$
ضریب چاقی (CF)	$2/093 \pm 0/16^a$	$2/115 \pm 0/65^a$	$2/233 \pm 0/131^a$	$2/032 \pm 0/107^a$
افزایش وزن مطلق (WG)	$2/51 \pm 1/02^c$	$3/12 \pm 1/02^a$	$3/63 \pm 1/01^b$	$2/54 \pm 0/95^c$
بازماندگی (/)	100	100	100	100

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($p < 0.05$) و مقادیر افزایشی نسبت به زیست سنجی مرحله قبل به دست آمده‌اند.

جدول ۵: مقایسه شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهیان کپور تغذیه شده با مقادیر مختلف آسکوربیک اسید در روز ۳۰
Table 4: Comparison of Growth and Survival Indices in Carps fed by different amounts of Ascorbic acid at the day 30

شاخص	شاهد	تیمار ۱ 100 mg/kg	تیمار ۲ 300 mg/kg	تیمار ۳ 500 mg/kg
میانگین وزن کل (g)	$11/70 \pm 0/83$	$11/88 \pm 1/16^a$	$14/13 \pm 1/24^b$	$13/01 \pm 1/21^b$
میانگین طول کل (cm)	$8/51 \pm 0/43^a$	$8/65 \pm 0/56^a$	$9/33 \pm 0/58^a$	$8/80 \pm 0/46^a$
ضریب رشد ویژه (SGR)	$1/59 \pm 0/05^a$	$1/25 \pm 0/17^a$	$2/13 \pm 0/17^b$	$2/33 \pm 0/12^b$
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	$8/26 \pm 0/03^a$	$8/89 \pm 0/42^a$	$4/36 \pm 0/43^b$	$5/35 \pm 0/34^b$
درصد افزایش وزن بدن (BW%)	$24/79 \pm 0/47^a$	$19/24 \pm 2/97^a$	$34/95 \pm 3/298^b$	$28/71 \pm 2/381^b$
نسبت رشد روزانه (DGR)	$0/128 \pm 0/15^a$	$0/168 \pm 0/22^a$	$0/263 \pm 0/18^b$	$0/257 \pm 0/13^b$
ضریب چاقی (CF)	$1/902 \pm 0/03^a$	$1/883 \pm 0/066^a$	$1/752 \pm 0/074^a$	$1/974 \pm 0/04^a$
افزایش وزن مطلق (WG)	$4/85 \pm 0/31^a$	$5/03 \pm 0/38^a$	$7/28 \pm 0/41^b$	$6/16 \pm 0/28^{ab}$
افزایش وزن نسبت به روز ۱۵	$2/34 \pm 0/22^a$	$1/91 \pm 0/17^a$	$3/65 \pm 1/01^b$	$3/62 \pm 0/50^b$
بازماندگی (/)	11/70 ± 0/83	100	100	100

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($p < 0.05$) و مقادیر افزایشی نسبت به زیست سنجی مرحله قبل به دست آمده‌اند.

جدول ۶: مقایسه شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهیان کپور تغذیه‌شده با مقادیر مختلف آسکوربیک اسید در روز ۴۵

Table 4: Comparison of Growth and Survival Indices in Carps fed by different amounts of Ascorbic acid at the day 45

شاخص	شاهد	تیمار ۱ 100 mg/kg	تیمار ۲ 300 mg/kg	تیمار ۳ 500 mg/kg
میانگین وزن کل (g)	۱۳/۷۱±۱/۲۲ ^a	۱۴/۱۴±۰/۳ ^a	۱۶/۸۴±۱/۸۶ ^b	۱۵/۳۶±۰/۹۳ ^c
میانگین طول کل (cm)	۸/۸۹±۰/۵۲ ^c	۹/۲۴±۰/۷۸ ^{bc}	۱۰/۰۳±۱/۰۴ ^a	۹/۵۴±۰/۸۸ ^{ab}
ضریب رشد ویژه (SGR)	۱/۱۳±۰/۰۷ ^a	۱/۲۵±۰/۰۲ ^a	۱/۲۵±۰/۱۶ ^a	۱/۱۸±۰/۰۲۱ ^a
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۸/۹۵±۰/۰۶ ^a	۸/۰۳±۱/۱۹ ^a	۸/۰۸±۱/۱۵ ^a	۸/۲۶±۱/۷۲ ^a
درصد افزایش وزن بدن (BWi%)	۱۷/۱۹±۱/۱۵ ^a	۱۹/۱۷±۳/۰۳ ^a	۱۹/۱۷±۲/۶۵ ^a	۱۸/۰۸±۳/۵۷ ^a
نسبت رشد روزانه (DGR)	۰/۱۴۳±۰/۰۱ ^a	۰/۱۶۳±۰/۰۲ ^a	۰/۲۱۲±۰/۰۷ ^a	۰/۱۶۸±۰/۰۳ ^a
ضریب چاقی (CF)	۱/۹۵±۰/۰۱ ^b	۱/۷۹±۰/۱۱ ^{ab}	۱/۶۶±۰/۱۱ ^a	۱/۷۸±۰/۱۱۴ ^{ab}
افزایش وزن مطلق (WG)	۶/۸۶±۱/۰۳ ^a	۷/۲۹±۱/۰۲ ^a	۹/۹۹±۱/۰۱ ^b	۸/۵۱±۰/۹۵ ^a
افزایش وزن نسبت به روز ۳۰	۲/۰۱±۰/۲۵ ^a	۲/۲۶±۰/۲۵ ^{ab}	۲/۷۱±۰/۳۱ ^b	۲/۳۵±۰/۴۴ ^{ab}
بازماندگی (%)	۱۳/۷۱±۱/۲۲ ^a	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($p < 0.05$) و مقادیر افزایشی نسبت به زیست سنجی مرحله قبل به دست آمده‌اند.

جدول ۷: مقایسه شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهیان کپور تغذیه‌شده با مقادیر مختلف آسکوربیک اسید در کل دوره ۶۰ روزه

Table 4: Comparison of Growth and Survival Indices in Carps fed by different amounts of Ascorbic acid at the day 60

شاخص	شاهد	تیمار ۱ 100 mg/kg	تیمار ۲ 300 mg/kg	تیمار ۳ 500 mg/kg
میانگین وزن کل (g)	۱۷/۸۵±۱/۸۹ ^a	۱۷/۹۱±۱/۷۴ ^a	۲۱/۲۹±۲/۱۹ ^b	۱۷/۷۶±۱/۹۸ ^a
میانگین طول کل (cm)	۹/۹۹±۰/۳۵ ^{ab}	۱۰/۴۲±۰/۸۸ ^{ab}	۱۰/۹۳±۰/۸۰ ^a	۹/۶۳±۰/۹۴ ^b
ضریب رشد ویژه (SGR)	۱/۶۰±۰/۰۲۱ ^a	۱/۶۰±۰/۱۴ ^a	۱/۸۸±۰/۱۲ ^b	۱/۵۸±۰/۱۱۵ ^a
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۵/۵۱±۰/۱۲ ^c	۵/۰۱±۰/۱۱ ^a	۴/۲۱±۰/۱۴ ^b	۵/۰۴±۰/۱۶ ^a
درصد افزایش وزن بدن (BWi%)	۱۶۰/۵۸±۱/۲۶ ^a	۱۶۱/۴۵±۱/۵۱ ^a	۲۱۰/۸۰±۴/۲۶ ^b	۱۵۹/۲۷±۸/۱۱ ^a
نسبت رشد روزانه (DGR)	۰/۱۷±۰/۰۴ ^a	۰/۱۸±۰/۰۸ ^{ab}	۰/۲۴±۰/۰۳ ^b	۰/۱۸±۰/۰۶ ^{ab}
ضریب چاقی (CF)	۱/۷۹±۰/۰۵ ^a	۱/۵۸±۰/۰۲ ^a	۱/۶۳±۰/۰۲ ^a	۱/۹۸±۰/۰۵ ^a
افزایش وزن مطلق (WG)	۱۱/۰۰±۰/۳۰ ^a	۱۱/۰۶±۰/۱۵ ^a	۱۴/۴۴±۰/۴۵ ^b	۱۰/۹۱±۱/۰۲ ^a
افزایش وزن نسبت به روز ۴۵	۴/۱۴±۰/۰۹ ^a	۳/۷۷±۰/۱۵ ^a	۴/۴۵±۰/۱۱ ^b	۲/۴۰±۰/۱۴ ^c
کل غذای مصرفی در ۶۰ روز (g)	۶۰/۷۰	۵۵/۵۲	۶۰/۸۸	۵۵/۰۵
بازماندگی (%)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($p < 0.05$) و مقادیر افزایشی نسبت به زیست سنجی کل دوره به دست آمده‌اند.

۳۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید) با ۶۰/۸۸ گرم بالاترین مصرف خوراک را در حداقل ضریب تبدیل غذایی با FCR برابر با ۴/۲۱ داشتند ($p < 0.05$).

بحث

در شرایط پرورش در یک محیط کنترل شده بازماندگی ۱۰۰ درصدی بچه‌ماهیان کپور تغذیه شده با غلظت‌های

مطابق نتایج، بین روزهای ۳۰ تا ۴۵ پرورش ماهی کپور، بیشترین مصرف خوراک مشاهده شد و شدت آن بعد از روز ۴۵ و با افزایش وزن بچه‌ماهیان، بطور مشخصی کاسته شد. در این دوره شدت مصرف غذا در ماهیانی که از خوراک‌های حاوی ویتامین آسکوربیک اسید استفاده می‌کردند بسیار مشهود بود و در بین آنها ماهیان تیمار ۲ (با

قهوه‌ای انگشت‌قد به‌مراه دارد (Aničić *et al.*, 2013). همچنین de Andrade و همکاران (۲۰۰۷) شاخص‌های رشد بالاتری را در ماهی زینتی آرپایما تغذیه شده با ویتامین C گزارش کردند. در پژوهش Gouillou-Coustans و همکاران (۱۹۹۸) و Faramarzi (۲۰۱۲) وزن و طول کل لارو کپور با افزایش میزان آسکوربیک اسید در خوراک، افزایش می‌یابد.

بالاترین افزایش وزن مطلق (WG) از روز ۴۵ به بعد یعنی تا پایان دوره ۶۰ روزه تغذیه الگوی ثابتی نشان داد و در تمام این دوره تیمار ۲ با ۳۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید بالاترین افزایش وزن مطلق به دست آمد؛ بطوریکه در روز ۴۵ با ۹/۹۹ و در روز ۶۰ با ۱۴/۴۴ گرم، بالاترین رشد را نشان داد ($p < 0.05$). حضور این ویتامین موجبات سهولت در افزایش رشد ماهیان پرورشی را فراهم می‌آورد. نتیجه‌ای که de Andrade *et al.*, (2013) و Aničić *et al.*, (2013) و Dabrowski, Li and Lovell (1985) *et al.*, (2007) و Falahatka *et al.*, (2005) و *et al.*, (1996) نیز تصریح کردند. در پژوهش Gouillou-Coustans و همکاران (۱۹۹۸) و همچنین Faramarzi (۲۰۱۲) وزن لارو کپور با افزایش آسکوربیک اسید در خوراک، افزایش می‌یابد و در عین حال کمترین وزن در تیمار فاقد ویتامین حاصل شد.

تغذیه بچه‌ماهیان کپور با غلظت‌ها متفاوت آسکوربیک اسید، موجب عدم بروز اختلاف در ضریب چاقی یا فاکتور (CF) وضعیت بچه‌ماهیان گردید بطوریکه بین ۱/۵۸ تا ۱/۹۸ در نوسان بود ($p > 0.05$). در مورد ضریب تبدیل غذایی نیز تقریباً همین نتیجه به دست آمد ولی در روز آخر پرورش کمترین و بهترین FCR با ۴/۲۱ و در تیمار ۳۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید به دست آمد ($p < 0.05$) و بالاترین و در واقع نامناسب‌ترین FCR نیز در تیمار شاهد با ۵/۵۱ مشاهده شد.

در بررسی Aničić و همکاران (2013) روی گربه-ماهی بهترین عملکرد FCR در تیمارهای حاوی ویتامین C انکپسوله برآورد شد، اما Falahatka و همکاران (۲۰۰۵) در فیل‌ماهی و Miar و همکاران (۲۰۱۳) در قزل‌آلا، اختلافی بین انواع تیمارهای تغذیه شده با ویتامین C در شاخص‌های CF و FCR نیافتند؛ با این حال از دید

مختلف آسکوربیک بدست آمد (جدول‌های ۴ تا ۷). کنترل شرایط محیطی به ویژه آب مورد استفاده در پرورش و تغذیه با جیره مناسب، می‌تواند موجب افزایش رشد و کاهش تلفات گردد. در سوابق موجود پیرامون مصرف ویتامین C هیچگونه گزارشی از بروز تلفات در ماهیان کپور حتی هنگام حذف آن از جیره غذایی دیده نشده است. به همین دلیل بسیاری سوابق میزان نیاز به این ویتامین را برای کپور نامشخص اعلان نمودند (Webster and Lim, 2002; Lovell, 1989; Halver, 1989; NRC, 1991). با این حال Gouillou-Coustans و همکاران (۱۹۹۸) برای لارو کپور تا روز هفتم پرورش بازماندگی کامل را گزارش کردند و پس از آن بیشترین بازماندگی با ۷۹ درصد در جیره‌های دارای بیشترین میزان آسکوربیک اسید (۹۰، ۲۷۰ و ۸۱۰ mg/K) و کمترین بقاء نیز با ۵۶ درصد در جیره فاقد این ویتامین دیده شد. علاوه بر این Falahatkar و همکاران (۲۰۰۶)، Faramarzi (۲۰۱۲) و Dabrowski (۱۹۹۴) نیز وقوع تلفات در جیره‌های فاقد ویتامین C را تایید نمودند. وقوع تلفات در اوزان پایین‌تر کپور در اثر فقدان ویتامین C به مراتب بیشتر است (Faramarzi, 2012).

از شروع پرورش ماهی کپور انگشت‌قد تا رسیدن به وزن حدود ۱۵ گرم، تمام جیره‌های حاوی آسکوربیک اسید، مقادیر وزن و طول کل بالاتری را نسبت به شاهد نشان دادند (جدول‌های ۴ تا ۶) اما در روز ۶۰ و پایان دوره پرورش تنها بین ماهیان تغذیه شده با خوراک حاوی ۳۰۰ mg/Kg با وزن ۲۱/۲۹ گرم نسبت به سایر تیمارها از رشد بیشتری برخوردار بودند ($p < 0.05$) درحالی‌که سایر تیمارها با یکدیگر و حتی با شاهد نیز تفاوتی نداشتند ($p > 0.05$) (جدول ۷)؛ اما در این زمان تفاوتی بین شاخص طول در تیمارهای آزمایش دیده نشد ($p > 0.05$). Falahatkar و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی ۶ غلظت مختلف از صفر تا ۱۶۰۰ mg/Kg در فیل‌ماهیان جوان، بهترین غلظت را برای افزایش وزن و طول ۲۰۰ mg/Kg پیشنهاد نمودند که در بین تیمارهای مورد استفاده، شبیه‌ترین غلظت به پژوهش کنونی بود. عنوان شده است که حضور ویتامین C چه بصورت آسکوربیک اسید و چه به صورت کپسوله، بالاترین شاخص رشد را در گربه‌ماهی

میزان DGR بعد از ۶۰ روز پرورش در ماهی کپور بین ۰/۱۸ تا ۰/۲۴ در نوسان بود در حالیکه در همین مدت با ۱۶۰۰ mg/Kg ویتامین C نسبت DGR فیلم ماهیان جوان به ۱/۴۴ رسید^{۱۹} (Falahatkar et al., 2006) که بیانگر سرعت رشد بسیار بالاتر ماهیان خاویاری است. این میزان برای لارو فرای زیر گرم کپور، طی ۹۰ روز به ۰/۰۹ در تیمار ۸۰۰ mg/Kg بود^۱.

طی ۸ هفته یا دقیق‌تر ۶۰ روز تغذیه مداوم بچه‌ماهیان کپور، هیچگونه علائمی ناشی از کمبود ویتامین ث، نظیر کاهش قابل ملاحظه رشد، دفرمه شدن سرپوش آبششی، لوردوزیز و اسکولیوزیز در بچه ماهیان مذکور مشاهده نگردید؛ اگرچه Falahatkar و همکاران (۲۰۰۶) نیز به نتیجه مشابهی رسیدند، اما Dabrowski و همکاران (۱۹۸۸) این علائم را در ماهیان کپور، Wilson و همکاران (۱۹۸۹) در گربه‌ماهی و Lall و همکاران (۱۹۹۰) در ماهی آزاد^{۲۰} بعد از حذف آسکوربیک اسید از جیره مشاهده نمودند.

گزارش Falahatkar و همکاران (۲۰۰۶) تایید کرده است که بچه فیلم ماهیان طی ۸ هفته غذایی خصوصاً در مراحل ابتدایی رشد و نمو نیاز افزون تری نسبت به ویتامین C دارند، چراکه مقاومت آنها نسبت به عوامل پاتوژن، پارامترهای زیست محیطی و کیفی آب و شرایط موجود در پرورش پایین‌تر بوده و در صورتی که توانایی سنتز این ویتامین در فیلم ماهی نیز به اندازه سایر ماهیان خاویاری مانند تاسماهی سیبری^{۲۱} (Moreau and Dabrowski, 1996)، تاس‌ماهی سفید^{۲۲} (Dabrowski, 1994) و تاس‌ماهی دریاچه‌ای^{۲۳} (Moreau et al., 1999) در نظر گرفته شود هم این مقدار خصوصاً در مراحل ابتدایی رشد و نمو به اندازه کافی نیست و نیاز آنها را مرتفع نمی‌سازد. این موضوع برای ماهیام کپور انگشت قد نیز صدق می‌کند.

اقتصادی و بر مبنای بهترین FCR، به ترتیب مقادیر ۲۰۰ و ۱۰۰ mg/Kg ویتامین C را (برای فیلم ماهی و قزل‌آلا) پیشنهاد نمودند. همچنین (Faramarzi 2012) بالاترین FCR را با ۲/۶۰ در جیره‌های ۱۲۰۰ و ۲۰۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید در لاروهای کپور کمتر از یک گرم مشاهده نمود؛ که البته مقادیر ویتامین مورد استفاده آن به مراتب بالاتر از پژوهش حاضر بود.

در مراحل شروع پرورش در روز ۱۵ و تا وزن ۱۰ گرمی، ضریب رشد ویژه (SGR) در تیمارهای ۱۰۰ و ۳۰۰ mg/Kg به ترتیب با ۲/۶۸ و ۳/۰۳ بالاترین عملکرد را داشتند، لیکن این الگو در ادامه تغییر کرد و در روز ۴۵ نسبت دوره قبل تفاوتی به وجود نیامد اما در پایان دوره وقتی وزن ماهیان به حدود ۲۰ گرمی رسید، بین تیمارها تفاوت دیده شد و بهترین عملکرد SGR در کل دوره با ۱/۸۸ در تیمار شماره ۲ با ۳۰۰ mg/Kg ($p < 0.05$) و مابقی تیمارها بین ۱/۵۸ تا ۱/۶۰ قرار داشتند. افزودن ویتامین C در جیره بچه فیلم ماهیان جوان تغییری در میزان SGR به وجود نمی‌آورد (Falahatkar et al., 2006)؛ اما در لارو فرای زیر گرم کپور، دوره ۹۰ روزه بدون ویتامین ۲/۸۷ بوده و بالاترین آن در تیمارهای ۱۲۰۰ و ۲۰۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید با ۳/۰۷ بوده است. میزان SGR بریا قزل‌آلای انگشت‌قدر طی ۶۰ روز پرورش بدون تفاوت و در حدود ۱/۲۹ (بدون ویتامین C) و ۱/۵۴ (با ۱۰۰ mg/Kg ویتامین C) گزارش شد (Miar et al., 2013).

پس از ۶۰ روز تغذیه بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور با خوراک‌های آزمایشی حاوی آسکوربیک اسید، بالاترین درصد افزایش وزن بدن (BW%) نیز در تیمار ۳۰۰ mg/Kg دیده شد ($p < 0.05$) درحالیکه مابین سایر تیمارها و نیز شاهد اختلافی دیده نشد. علیرغم اینکه در نسبت رشد روزانه (DGR) اختلافی بین هیچ‌یک از تیمارها دیده نشد اما بهترین رشد در همان تیمار ۲ با ۳۰۰ mg/Kg آسکوربیک اسید حاصل شد ($p > 0.05$). البته سرعت رشد و به طبع آن DGR لارو تازه تغذیه ماهی کپور به نراتب بیشتر از سن ماهیان انگشت قد است (Gouillou-Coustans et al., 1998).

^{۱۹} محاسبه توسط مولفین مسئول صورت گرفت

^{۲۰} *Salmo salar* L.

^{۲۱} *Acipenser baeri*

^{۲۲} *A. transmontanus*

^{۲۳} *A. fluvescens*

اینکه آیا ماهی کپور نیاز قطعی به دریافت ویتامین C از طریق خوراک دارد یا خیر، مشخص نیست. برای تشخیص سنتز آسکوربیک اسید در بدن ماهی کپور، Gouillou-Coustans و همکاران (۱۹۹۸) لاروهای این ماهی را در معرض گرسنگی ۷ روزه قرار دادند و سپس غلظت آسکوربیک اسید کل بدن (442 ± 33 نانوگرم در هر لارو^{۲۶}) را اندازه‌گیری کردند که تفاوت معنی‌داری با غلظت آن در بدن لاروها (390 ± 62 نانوگرم در هر لارو) در ابتدای آزمایش نداشت ($p < 0.05$).

در همین راستا Sato و همکاران (۱۹۷۸) برخی فعالیت‌های آنزیم L-gulonolactone oxidase را در ماهی کپور شناسایی کردند و اظهار نمودند که کپور بقدر کافی این توانایی را دارد که برای تشکیل کلاژن آسکوربیک اسید را سنتز کند. آنها دریافتند که با ماهیان جوان در اندازه‌های مختلف، غلظت آسکوربیک اسید در هیپوتوپانکراس، کلیه و سرم ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد آسکوربیک اسید کاهش نیافت. در هر صورت چه L-gulonolactone oxidase در لاروها شروع به تغذیه فعال باشد یا خیر، تحقیقات پیرامون آن باید ادامه یابد؛ چراکه این امر به بهبود پرورش و فرآیند تولید کمک شایانی می‌نماید.

تعیین مقادیر بهینه ویتامین‌ها در جیره غذایی آبزیان پرورشی بسیار حائز اهمیت است؛ بطوریکه که کمبود و یا مصرف بیش از حد آنها موجب کاهش یا توقف رشد می‌گردد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد غلظت مناسب آسکوربیک اسید در جیره غذایی ماهی کپور، علیرغم عدم تفاوت در میزان بازماندگی نقش موثری در رشد و افزایش شاخص‌های زیستی بدن نظیر وزن و طول کل ایفا می‌کند؛ بطوریکه در بچه‌ماهیان تغذیه شده با آسکوربیک اسید با غلظت 300 mg/Kg ، بالاترین شاخص‌های افزایش وزن، افزایش وزن مطلق، SGR، و همچنین کمترین FCR دیده شد.

تشکر و قدردانی

مولفین از آقای ولی‌نژاد شوبی مدیر کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی طهران زهرا، به جهت در اختیار گذاردن

با استفاده از غنی سازی غذای زنده^{۲۴} می‌توان انواع ویتامین مورد نیاز ماهیان را تامین نمود. به عنوان مثال Dabrowski و همکاران (۱۹۸۸) نشان دادند که آرتمیای^{۲۵} زنده می‌تواند آسکوربیک اسید را به بدن ماهی کپور برساند.

پیرامون میزان دقیق مورد نیاز ویتامین C و آسکوربیک اسید در ماهیان مختلف پرورشی، گزارش‌های مختلفی وجود دارد. این میزان برای آزادماهیان 100 mg/Kg و برای گربه ماهیان 60 mg/Kg (Lovell, 1989)، برای فیل‌ماهیان جوان 200 mg/Kg (Falahatkar et al., 2006)، برای میگوها 200 تا 400 mg/Kg (NRC, 1991) برآورد شده است. درحالیکه برخی منابع این مقادیر را بین غیرلازم تا 100 mg/Kg برای گربه‌ماهی و بین 100 تا 500 mg/Kg برای قزل‌آلای رنگین‌کمان (Goddard, 1995; Lall et al., 1990) عنوان کرده‌اند. اما برای ماهی کپور حضور آن در خوراک لازم اما نامشخص بیان شده است (Lovell, 1989; Halver; NRC, 1991; Wilson, 1991). گزارش FAO (2015) بیان شده است که ماهیان انگشت‌قد و پرواری کپور نیازی به ویتامین C ندارند چراکه می‌توانند آسکوربیک اسید را از D-glucose سنتز کنند و (Csengeri and Majoros, 2004) در گزارشی از مزارع کپور در مجارستان حداقل نیاز این ماهی به ویتامین C را برای انگشت‌قد 100 mg/Kg و برای ماهیان درحال رشد نیز 80 mg/Kg و نهایتاً برای ماهیان بازاری و مولدین کپور 50 mg/Kg پیشنهاد نمودند؛ این مقادیر همانگونه که تاکید شد حداقل نیاز کپور به آسکوربیک اسید بودند.

با این حال در جیره‌های تهیه شده برای ماهی کپور در شرایط متراکم پرورش در مزارع آلمان، 20 mg در هر کیلوگرم خوراک پیشنهاد می‌شده است (Martyshev, 1983). همچنین Tacon (1988) میزان صفر تا 100 mg/Kg را برای جیره‌های تکمیلی و مقادیر 30 تا 100 mg/Kg آسکوربیک اسید را برای جیره کامل ماهی کپور توصیه نموده است.

^{۲۴} Enrichment of Live Food
^{۲۵} Artemia

^{۲۶} ng/larva

Boonyaratpalin, M., Boonyaratpalin, S. and Supamataya, K., 1992. Ascorbyl-phosphate-Mg as dietary vitamin C source for seabass (*Lates calcarifer*) In *the Proceedings of the Third Asian Fisheries Forum*, Singapore, 26–30 October 1992, pp: 725–728.

Bourgeois, C.F., Chartois, H.R., Coustans, M.F. and George, P.R., 1989. Dosage automatisé de la vitamine C dans les aliments et les milieux biologiques, *Analysis*. 9: 519–525.

Chávez de Martínez, M.C., 1990. Vitamin C requirement of the Mexican native cichlid *Cichlasoma urophthalmus* (Gunther), *Aquaculture*, 86(4): 409–416. [dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90329-L](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90329-L)

Cho, C.Y. and Cowey, C.B., 1993. Utilization of monophosphate esters of ascorbic acid by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) In: Kaushik, S.J., Luquet, P. _Eds., *Fish Nutrition in Practice*, Biarritz _France.. Les Colloques No. 61, INRA, Paris, pp: 149–156. [books.google.com/books?isbn=9401140189]

Csengeri, I. and Majoros, F., 2004. Magyar takarmánykódex, II. Kötet. Gazdasági állatok táplálóanyag-szükséglete, takarmányok kémiai összetétele és mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben. Budapest. [MOKKAI0008735065]

Dabrowski, K., Hinterleitner, S., Sturbauer, C., El-Fiky, N. and Wieser, W., 1988. Do carp larvae require

امکانات کارگاه و همچنین از محسن بخشی و زهرا بخشی برای کمک‌های شایان توجه در پیشبرد پروژه تقدیر می‌نمایند.

منابع

Adham, K.G., Hashem, H.O., Abu-Shabana, M.B. and Kamel, A.H., 2000. Vitamin C deficiency in the catfish *Clarias gariepinus*, *Aquaculture Nutrition*, 6: 129–139.

DOI: 10.1046/j.1365-2095.2000.00139.x

Aničić, I., Treer, T., Matulić, D., Safner, R., Tomljanović, T., Piria, M. and Šprem, N., 2013. Effects of dietary vitamin C and soybean lecithin in the nutrition of brown bullhead (*Ameiurus nebulosus* L.) Fingerlings, *Italian Journal of Animal Science*, 12(27): 167–176.

[dx.doi.org/10.4081/ijas.2013.e27](https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e27)

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Edition, Current through Revision, AOAC International Suite 500481, Maryland USA, 20877-2417. [ISBN: 0-935584-77-3]

Arab, N. and Rajabi Islami, H., 2015. Effects of Dietary Ascorbic Acid on Growth Performance, Body Composition, and Some Immunological Parameters of Caspian Brown Trout, *Salmo trutta caspius*, *Journal of the World Aquaculture Society*, 46(5): 505–518. DOI: 10.1111/jwas.12215

Biswas, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology, New Delhi: South Asian Publishers, India. [ISBN-13: 978-817003158]

- vitamin C?, *Aquaculture*, 72: 295-306.
dx.doi.org/10.1016/0044-8486(88)90218-9
- Dabrowski, K., 1994.** Primitive Actinopterigian fishes can synthesis ascorbic acid, *Experientia*, 50: 745-748. DOI: 10.1007/BF01919376
- Dabrowski, K., 1990.** Ascorbic acid status in the early life of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.), *Aquaculture*, 84: 61-70. dx.doi.org/10.1016/0044-8486(90)90300-C
- Dabrowski, K., 2001.** Ascorbic acid in aquatic organisms CRC press. 288P. ISBN 9780849398810
- Dabrowski, K., Moreau, R. and El-Saidy, D., 1996.** Ontogenetic sensitivity of channel catfish to ascorbic acid deficiency, *Journal of Aquatic Animal Health*, 8: 22-27. dx.doi.org/10.1577/1548-8667(1996)008<0022:OSOCCT>2.3.CO;2
- de Andrade, J.I.A., Ono, E.A., de Menezes, G.C., Brasil, E.M., Roubach, R., Urbinati, E.C., Tavares-Dias, M., Marcon, J.L. and Affonso, E.G., 2007.** Influence of diets supplemented with vitamins C and E on pirarucu (*Arapaima gigas*) blood Parameters. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 146: 576-580. DOI: 10.1016/j.cbpa.2006.03.017
- Goddard, S., 1995.** Feeding Management in Intensive Aquaculture, New York, Springer, 194P. [ISBN: 978-1-4612-8497-0], DOI: 10.1007/978-1-4613-1173-7
- Gouillou-Coustans, M.F., Bergot, P. and Kaushik, S.K., 1998.** Dietary ascorbic acid needs of common carp *Cyprinus carpio* larvae, *Aquaculture*, 161: 453-461. dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00292-5
- Faramarzi, M., 2012.** Effect of dietary vitamin C on growth and feeding parameters, carcass composition and survival rate of common carp (*Cyprinus carpio*), *Global Veterinaria*, 8(5): 507-510. [www.idosi.org/gv/gv8(5)12.htm]
- Falahatkar, B., Soltani, M., Abtahi, B., Kalbasi, M. and Pourkazemi, M., 2006.** Effects of dietary vitamin C supplementation on performance, tissue chemical composition and alkaline phosphatase activity in great sturgeon (*Huso huso*), *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (Suppl. 1): 283-286. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2007.00969.x
- Fracalossi, D.M., Allen, M.E., Yuyama, L.K. and Oftedal, O.T., 2001.** Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes, *Aquaculture*, 192: 321-332. dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00455-5
- Halver, J.E., 1989.** Fish nutrition. Academic Press. London: 713P. [ISBN: 0-12-319652-3]
- Halver, J.E., 1982.** The vitamins required for cultivated salmonids, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 73B, 43-50. [openagricola.nal.usda.gov/Record/IND82100405]

- Huet, M., 1994.** Textbook of Fish Culture: Breeding and Cultivation of Fish, 2nd ed, Oxford, Fishing News Book(s)/Blackwell Scient. Publ., Ltd, 456P. DOI: 10.1002/iroh.19740590425
- Hung, S.S.O., Iutes, P.B., Conte, F.S. and Storebakken, T., 1989.** Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub yearling at different feeding rates, *Aquaculture*, 80: 147-153. dx.doi.org/10.1016/0044-8486(89)90280-9
- IFO. 2014.** Iranian Fisheries Statistics Yearbook for 2013, Iranian Fisheries Organization, IFO, Tehran.
- Lall, S.P., Olivier, G., Weerakoon, D.E.M. and Hines, J.A., 1990.** The effect of vitamin C deficiency and excess on immune response in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). In: Takeda, M., Watanabe, T.(Ed.), 3rd International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish, 28 Aug-1 Sep 1989, Toba, Japan. Tokyo University of Fisheries, Tokyo, Japan, pp: 427-441.
- Lee, K. and Dabrowski, K., 2004.** Long-term effects and interactions of dietary vitamins C and E on growth and reproduction of yellow perch *Perca flavescens*, *Aquaculture*, 230: 337-389. dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00421-6
- Li, M.H. and Robinson, E.H., 1999.** Dietary ascorbic acid requirement for growth and health in fish, *Journal of Applied Aquaculture*, 9(2): 53-80. dx.doi.org/10.1300/J028v09n02_04
- Li, Y. and Lovell, R.T., 1985.** Elevated levels of dietary ascorbic acid increase immune responses in channel catfish. *Journal of Nutrition*, 115: 123-131. [jn.nutrition.org/content/115/1/123.extrac]
- Lovell, R.T., 1989.** Nutrition and Feeding of Fish, 1st ed, Van Nostrand Reinhold, USA, 290P. DOI: 10.1007/978-1-4615-4909-3
- Martyshev, F.G., 1983.** Pond Fisheries, Amerind Publ. Co, New Dehli, 454P.
- Miar, A., Matinfar, A., Shamsaei, M. and Soltani, M., 2013.** Effects of Different Dietary Vitamin C and E Levels on Growth Performance and Hematological Parameters in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5(2): 220-226. [www.idosi.org/wjfm/wjfm5(2)13.htm]
- Mokhayer, B., 1995.** Disease of Cultivated Fish, 2nd ed, Tehran University Press, 482P. (in Persian)
- Moreau, R., Kaushik, S. and Dabrowski, K., 1996.** Ascorbic acid status affected by dietary treatment in the Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*; Brandt): tissue concentration, mobilization and L-gulonolactone oxidase activity. *Fish Physiology and Biochemistry*, 15: 431-438. DOI: 10.1007/BF01875586
- Moreau, R., Dabrowski, K. and Sato, P.H., 1999.** Renal L-gulonolactone oxidase activity as affected by dietary ascorbic acid in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*), *Aquaculture* 180: 250-257. dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00211-2

- New, M.B., 1987.** Feed and Feeding of Fish and Shrimp, Rome, UNDP/FAO, ADCP/REP/87/26, 275P.
- NRC, 1991.** Nutrient requirements of Warm water fishes, National Research council (NRC), National Academy of Sciences, Washington, DC, USA, 71P.
- Roy, R.N. and Guma, B.C., 1958.** Species difference in regard to the biosynthesis of ascorbic acid, Nature, 182: 319–320. DOI: 10.1038/182319a0
- Sato, M., Yoshinaka, R., Yamamoto, Y. and Ikeda, S., 1978.** Non-essentiality of ascorbic acid in the diet of carp, Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 44: 1151–1156. DOI: 10.2331/suisan.44.1151
- Tacon, A.G.J., 1988.** The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - A training manual. 3. Feeding methods, FAO Field Document, Project GP/RLA/075/ITA Field Document No. 7, Brasilia, Brazil. 208P. [www.fao.org/3/a-ab467e /]
- Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Sammerflet, S.T. and Vinci, B.J., 2001.** Recirculation Aquaculture System.NRAC publication, pp: 110-111. [ISBN: 978-0971264601]
- Verlhac, V., Gabaudan, J., Obach, A., Schüep, W. and Hole, R., 1996.** Influence of dietary glucan and vitamin C on non-specific and specific response of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 143: 123–133. dx.doi.org/10.1016/0044-8486(95)01238-9
- Wang, X., Kim, K.W., Bai, S.C., Huh, M.D. and Cho, B.Y., 2003.** Effects of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid change in Parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). Aquaculture, 215: 203-211. dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00042-X
- Watanabe, T., 1996.** Nutrition and growth, in: Intensive Fish Farming. C.J. Shepherd and N.R. Bromage (Ed.), BSP Professional Books, Oxford: pp: 154–198. [ISBN: 978-0-632-03467-3]
- Webster, C.D. and Lim, C., 2002.** Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture, CABI Publishing, Wallingford, Oxon., UK., 2002. XIII + 418P. [ISBN: 9780851995199]
- Wilson R.P., 1991.** Handbook of nutrient requirements of finfish. (ed.) CRC Press, Boca Raton. [ISBN 9780849336287]
- Wilson, R.P., Poe, W.E. and Robinson, E.H., 1989.** Evaluation of L-ascorbyl-2-polyphosphate (AsPP) as a dietary ascorbic acid source for channel catfish, Aquaculture, 81: 129-136. dx.doi.org/10.1016/0044-8486(89)90238-X

The effect of Different Levels of Ascorbic acid on the Growth Performance and Survival of Fingerling Common Carp *Cyprinus carpio*

Hosseini Mashhadi S.H.¹; Hedayatifard M.^{2*}; Ghobadi S.³

* hedayati.m@qaemiau.ac.ir

1- Qaemshahr branch, Islamic Azad University, Iran

2- Fisheries Department, College of Agriculture and Natural Resources, Qaemshahr branch, Islamic Azad University, PO Box: 163, Iran

3- Fisheries Department, Babol branch, Islamic Azad University, Iran

Abstract

In this study effect of different levels of Ascorbic acid (AA) on growth, survival attributes in fingerling common carp were studied and optimum range of the vitamin was calculated in cultural condition. Thus, fingerling carps in 6.85 ± 0.16 g weighted were feed by SFC feed with 4 levels of AA (0, 100, 300 and 500 mg/Kg) during 8 weeks. The results showed that there were different between treatments in aspects of fish length and weight ($P < 0.05$), but there wasn't in survival ($p > 0.05$). The fish were fed with 300 mg/Kg AA showed maximum weight and length gain and the minimum weight and length gain were showed in control and treatment of 500 mg/Kg AA ($p < 0.05$). The results also showed that SGR, WG, DGR and BWi% were highest in treatment of 300 mg/Kg AA and also lowest FCR has obtained in same treatment. There were no different in condition factor (CF) between treatment ($p > 0.05$). According to results optimal level of AA to improve of growth performance for fingerling carp feed is 300 mg/Kg.

Keywords: Common carp, Growth, Nutrition, Survival, Vitamin C

*Corresponding author