

## اثر ال- اسکوریل-۲- پلی فسفات بعنوان منبع ویتامین C

### بر شاخصهای رشد فیل ماهی (*Huso huso* L.)

مهدی سلطانی<sup>(۱)</sup>؛ بهرام فلاحتکار<sup>(۲،۳)</sup>\*؛ محمد پورکاظمی<sup>(۳)</sup>؛ بهروز ابطحی<sup>(۴)</sup>؛

محمدرضا کلباسی<sup>(۵)</sup> و محمود محسنی<sup>(۶)</sup>

bfalahatkar@yahoo.com

- ۱- گروه بهداشت و بیماریهای آبزیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۴۳۵
  - ۲- گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا صندوق پستی: ۱۱۴۴
  - ۳- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دامان، رشت صندوق پستی: ۴۱۶۳۵-۳۴۶۴
  - ۴- گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۴۶۴۱۴-۳۵۶
  - ۵- دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران
- تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۵      تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۷

### چکیده

شش جیره غذایی شامل مقادیر صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلیگرم ویتامین C از نوع ال- اسکوریل-۲- پلی فسفات (APP) در کیلوگرم غذا در سه تکرار و به مدت ۱۶ هفته جهت پرورش فیل ماهیان جوان در نظر گرفته شد. پس از عادت دهی ماهیان با غذای مصنوعی، تعداد ۵۵ عدد فیل ماهی با وزن متوسط  $38/1 \pm 0/5$  گرم به هر تانک پرورش معرفی گردید.

در خصوص پارامترهای رشد در هفته چهارم در اکثر پارامترهای اندازه گیری شده، اختلاف معنی دار بود ( $P < 0/05$ ). در حالیکه در هفته هشتم به جز CF و PER در بقیه موارد اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ( $P > 0/05$ ). همچنین در هفته دوازدهم به جز BWI و FCR در بقیه موارد اختلاف معنی دار بود ( $P < 0/05$ ) و در هفته شانزدهم در متوسط وزن، CF و SGR اختلاف معنی دار مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ). مقایسه پارامترهای رشد در کل دوره نشاندهنده معنی دار بودن اختلاف تنها در مورد متوسط وزن، CF و SGR بود ( $P < 0/05$ ). این در حالی است که در مقدار HSI تفاوتی در هفته هشتم و شانزدهم در تیمارهای مختلف دیده نشد ( $P > 0/05$ ). مقدار بازماندگی در هفته چهارم در تیمارهای مختلف معنی دار بود ( $P < 0/05$ ) اما در کل دوره با اینکه بیشترین تلفات در ماهیان تغذیه شده با جیره های فاقد ویتامین C بوده ولیکن اختلاف بین تیمارها معنی دار نبود ( $P > 0/05$ ). همچنین هیچ عارضه پاتولوژیک ماکروسکوپیک در ماهیان مورد مطالعه مشاهده نگردید.

نتایج این تحقیق مشخص ساخت این ویتامین می تواند در دوره های مختلف رشد اثرات معنی داری بر برخی شاخص های رشد بگذارد و خصوصاً اثرات مثبت بیشتری در سنین پایین تر مشاهده شد. لذا با توجه به این نتیجه بنظر می رسد در شرایط پرورشی و در محدوده وزنی مورد نظر، مقدار ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیگرم در کیلوگرم از APP می تواند سطح مطلوب این ویتامین قلمداد گردد.

کلمات کلیدی: فیل ماهی، *Huso huso*، ویتامین C؛ رشد، بقا

\* نویسنده مسئول

## مقدمه

مطالعات نشان داده است که ویتامین C (اسکوربیک اسید AA) دارای اثرات مثبت و مناسبی بر رشد و نمو ماهیان در مراحل مختلف می‌باشد و در صورت کمبود آن علائم خاصی شامل لوردوزیز، اسکولیوزیز، تغییر شکل بافت محافظ غضروف، هایپرپلازی بافت آبشش، کوتاه شدن سرپوش برانش، خونریزی و کم خونی ملاحظه می‌گردد (Halver et al., 1975, 1998; Dabrowski, Li & Robinson, 1999; Sandnes, 1991; Sandnes, 2001). مقادیر مورد استفاده این ویتامین در گونه‌های مختلف ماهی، جهت رشد متفاوت تخمین زده شده است چرا که این نیاز به عملکرد متابولیک، اندازه و سن ماهی و سایر پارامترهای دیگر بستگی دارد. بعنوان مثال در ماهی آزاد کوهو (*O. kisutch*)، مقدار AA جهت رشد معمول و توسعه استخوانها ۵۰ میلیگرم در کیلوگرم بود ولی جهت بهبود زخم ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم تخمین زده شده است (Halver et al., 1969). خاطر نشان می‌گردد مطالعات ارزیابی مقادیر مورد نیاز AA جهت رشد، عموماً با ماهیان جوان انجام می‌گیرد چرا که نیاز به این ویتامین با افزایش سن و اندازه کاهش می‌یابد (Hilton et al., 1978; Waagbø et al., 1989; Sato & Undefriend, 1978).

بسیاری از محققین اثر مثبت ویتامین C بر رشد را گزارش کرده‌اند. Chen و همکاران در سال ۲۰۰۴ با استفاده از ویتامین C گزارش کردند که حتی این ویتامین قادر است علائم کمبود ویتامین E را در ماهی درخشان طلایی (*Notemigonus crysoleucas*) کاهش دهد. Li و همکاران نیز در سال ۱۹۹۸ با مطالعه اثر ویتامین C بر برخی پارامترها به این نتیجه رسیدند که در گربه ماهیان جویباری تغذیه شده با جیره فاقد این ویتامین، مقدار وزن کسب شده (WG) پایین‌تر و ضریب تبدیل غذایی (FCR) بالاتر از سایر گروهها بود. همچنین این محقق قبلاً به این نتیجه رسیده بود که رشد، کارایی غذا و نرخ بقا در پایان مرحله غذایی در بین گروههای تغذیه شده با جیره بدون ویتامین C از بقیه تیمارها پایین‌تر بود (Li et al., 1993). Val و Chagas نیز در سال ۲۰۰۲ اثر این ویتامین را پس از ۸ هفته بر وزن نهایی و ضریب تبدیل غذایی ماهی تامباکی (*Colossoma macropomum*) مثبت اعلام کردند. همچنین اختلافات معنی‌داری بر پارامترهای رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Matusiewicz et al., 1994)؛ طوطی ماهی ژاپنی (*Oplegnathus fasciatus*) (Ishibashi, et al., 1992; Wang et al., 2003)؛ هیبرید باس مخطط

(Sealey & Gatlin, 2002) و بسیاری از گونه‌های دیگر گزارش گردیده است. این در حالی است که برخی از محققین اثر معنی‌داری را با استفاده از ویتامین C در برخی گونه‌ها شامل سیم دریایی (*Amerio et al., 2000*)، هیبرید ماهی *Acipenser ruthenus* × *A. baeri* (Papp et al., 1995, 1999)، تاسماهی دریاچه‌ای (*Moreau et al., 1999a, b*) و ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Andersen et al., 1998; Waagbø & Sandnes, 1996*) پیدا نکردند.

بر اساس توضیحات مذکور و تحقیقات مختلف بنظر می‌رسد اثر ویتامین C بر گونه فیل ماهی که احتمالاً براساس فیلوژنی قادر به ساخت این ویتامین می‌باشد در شرایط پرورشی مطالعه نشده است. لذا بدلیل فقدان اطلاعات مورد نیاز، اثر مشتق فسفات این ویتامین که خاص آبزبان بوده و ترکیبی پایدار در آب و مراحل ساخت و نگهداری جیره می‌باشد بر پارامترهای مختلف رشد در این گونه مورد مطالعه قرار گرفت.

## مواد و روش کار

بچه فیل ماهیان (*Huso huso*) مورد نظر پس از پرورش و نگهداری در استخرهای خاکی واقع در مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی واقع در سد سنگر (استان گیلان) به محل انجام پروژه واقع در بخش تکثیر و پرورش انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان و پایلوت آزمایشی آماده شده انتقال داده شدند. پس از عادت‌دهی ماهیان با جیره آزمایشی، تعداد ۵۵ عدد بچه فیل ماهی به هر تانک پرورشی با ابعاد ۲×۲×۰/۴۵ متر و حجم آبگیری ۹۰۰ لیتر و مجموعاً ۹۹۰ ماهی به سیستم (۱۸ عدد تانک) معرفی گردید. وزن فردی ماهیان در ابتدای آزمایش بطور متوسط ۳۸/۱±۰/۵ گرم (SD میانگین) بود. آب تانک‌ها هر روز قبل از غذاهای سیفون گردید تا غذای احتمالی مصرف نشده و فضولات از محیط پرورش خارج گردد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نیز در طول دوره پرورش بصورت روزانه و برخی هفتگی مورد سنجش قرار می‌گرفت بطوریکه در طول دوره پرورش، دمای آب ۲۰±۳/۸ درجه سانتیگراد، pH آب برابر ۷/۷۵، میزان اکسیژن محلول ۶/۸۵±۰/۵ میلیگرم در لیتر، میزان اشباعیت اکسیژن ۹۹/۲۳ درصد، مقدار نیترات ۱/۵ میلیگرم در لیتر، مقدار نیتريت ۰/۰۳۴ میلیگرم در لیتر و آمونیوم ۰/۱۲۵ میلیگرم در لیتر محاسبه

آزمایش ۶ سطح ویتامینه شامل مقادیر صفر (کنترل)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلیگرم (ماده مؤثر) به ازای هر کیلوگرم غذا مورد استفاده قرار گرفت.

شایان ذکر است ساخت غذا بصورت هفتگی انجام می‌گرفت و در طول مدت آزمایش مورد تجزیه تقریبی (AOAC, 1996) و کنترل ویتامین C قرار گرفته که ترکیبات و نتایج آنالیز تقریبی جیره در جدول ۱ آورده شده است (Dabrowski & Hinterleitner, 1989).

جهت اندازه‌گیری پارامترهای رشد با توجه به زیست‌سنجی انجام شده در فواصل چهار هفته‌ای و اندازه‌گیری طول و وزن کلیه ماهیان موجود در تانک‌ها، همچنین محاسبه پروتئین موجود در غذا و لاشه با استفاده از روابط زیر بترتیب پارامترهای وزن کسب شده، فاکتور وضعیت، میزان رشد ویژه، شاخص کبدی، نرخ کارایی پروتئین، ارزش تولیدی پروتئین، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذا موارد مختلفی بشرح زیر مورد سنجش قرار گرفت:

گردید. مقادیر تلفات نیز بصورت روزانه ثبت و خارج شد. طول دوره پرورش ۱۶ هفته بود که هر ۴ هفته یکبار، از کلیه ماهیان بصورت فردی زیست‌سنجی انجام شد. جهت زیست‌سنجی، پس از بیهوش کردن ماهیان بوسیله پودر گل میخک به مقدار ۳۰۰ ppm، وزن با دقت ۰/۱ گرم و طول چنگالی با دقت میلیمتر اندازه‌گیری و ثبت شد. خاطر نشان می‌گردد ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی غذاهای به ماهیان قطع می‌گردید. پس از انتقال ماهیان و عادت‌دهی آنها با غذای دستی بمدت ۴ هفته و سپس ۲ هفته تغذیه با غذای مورد استفاده در دوره پرورش که فاقد ویتامین C بود ماهیان مورد آزمایش براساس وزن و درجه حرارت آب در طول دوره آزمایش به میزان ۳-۱ درصد توده زنده، ۴ وعده در هر روز مورد تغذیه قرار گرفتند. ویتامین C مورد استفاده از نوع F.Hoffman-la ساخت شرکت L-ascorbyl-2-polyphosphate Roche (Basel, Switzerland) و با درصد خلوص ۳۵ بود. در این

جدول ۱: ترکیب جیره‌های<sup>۱</sup> مورد استفاده در این تحقیق

ترکیبات	گرم به ازای هر کیلوگرم وزن خشک غذا
جیره پایه <sup>۱</sup> (Vitamin-free)	۹۸۰
ویتامین C <sup>۲</sup> و حامل	۱۰
مکمل معدنی <sup>۴</sup>	۵
مکمل ویتامینی <sup>۵</sup>	۵
آنالیز تقریبی <sup>۱</sup>	(درصد)
رطوبت	۱۵±۰/۲
پروتئین	۴۶±۰/۸
چربی	۱۷/۱±۰/۲
فیبر	۲/۰±۰/۱
خاکستر	۸۷±۰/۱

<sup>۱</sup> ترکیبات شامل: fish products, oil seed products and by products, oil and fats, grains cereal (antioxydant = ethoxyquin)

<sup>۲</sup> جیره‌ها حاوی ۵۰۵۰ کالری انرژی به ازای هر گرم بود که بر پایه مقدار انرژی کل برای ماهی خلوپاری است.

<sup>۳</sup> از نوع L-ascorbyl-2-polyphosphate (F. Hoffman La Roche)

<sup>۴</sup> پرمیکس معدنی (گرم در کیلوگرم مکمل):

Fe 26; Zn, 12.5; Se, 2; Co, 0.48; Cu, 4.2; Mn, 15.8; I, 1; Choline chloride, 12; Career up to 1kg

<sup>۵</sup> پرمیکس ویتامین (در کیلوگرم مکمل):

D<sub>3</sub>, 800000 IU; E, 7200 IU; K<sub>3</sub>, 0.8g; Thiamine Hcl 720mg; Riboflavin, 2.64g; D-

Pantethenate, 4g; Niacin, 12g; Pyridoxine Hcl, 1.2g; Folic acid, 0.4g; Cyanocobalamin,

0.6g; Biotin, 40mg; A acetate 5g.

<sup>۶</sup> متوسط آنالیز تقریبی جهت ۶ جیره مختلف. نمونه‌ها جهت آنالیز تقریبی و تعیین مقدار ویتامین C با دو تکرار در نظر گرفته شد.

$$\text{Condition Factor (CF)} = \frac{\text{Wet Weight}}{(\text{Fork Length})^3} \times 100 \quad (\text{Hung \& Deng, 2002; مکانبات شخصی})$$

فاکتور وضعیت

$$\text{Specific Growth Rate (SGR)} = \frac{\text{Ln Final Weight} - \text{Ln Initial Weight}}{\text{Days}} \times 100 \quad (\text{Wahli et al., 2003})$$

میزان رشد ویژه

$$\text{Hepatosomatic Index (HSI)} = \frac{\text{Liver Weight}}{\text{Body Weight}} \times 100 \quad (\text{Wahli et al., 2003})$$

شاخص کبدی

$$\text{Protein Efficiency Ratio (PER)} = \frac{\text{Wet Weight Gain}}{\text{Protein Intake}} \times 100 \quad (\text{Bai, 2001})$$

نرخ کارآیی پروتئین

$$\text{Protein Productive Value (PPV)} = \frac{\text{Body Protein Deposit}}{\text{Feed Protein Intake}} \times 100 \quad (\text{Bai, 2001})$$

ارزش تولیدی پروتئین

$$\text{Body Weight Increase (BWI)} = \frac{\text{Final Body Weight} - \text{Initial Body Weight}}{\text{Initial Body Weight}} \times 100 \quad (\text{Wang, et al., 2003})$$

افزایش وزن بدن

$$\text{Feed Conversion Ratio (FCR)} = \frac{\text{Dry Feed Intake}}{\text{Wet Weight Gain}} \quad (\text{Lim et al., 2000})$$

ضریب تبدیل غذا

## نتایج

براساس نتایج، بالاترین متوسط وزن در تیمار ۸۰۰ میلیگرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار صفر ملاحظه گردید که این اختلاف معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) (جدول ۲). همچنین مقدار CF نیز حداقل در تیمار صفر و حداکثر در تیمارهای ۱۰۰، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار BWI در تیمار ۸۰۰ میلیگرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار صفر ملاحظه گردید که اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). این در حالی است که کمترین مقدار FCR در تیمارهای ۲۰۰ و ۸۰۰ و بیشترین آن در تیمار صفر ملاحظه شد و اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). حداکثر SGR نیز در تیمارهای ۲۰۰ و ۸۰۰ و حداقل آن در تیمارهای صفر و ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم محاسبه گردید ( $P < 0.05$ ). مقدار PER نیز در تیمار ۸۰۰ میلیگرم در کیلوگرم بیشترین و در

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی (Completely Randomized Design) برنامه‌ریزی و اجرا گردید. کلیه داده‌های جمع آوری شده در هر مرحله در نرم افزار Excel ثبت و برخی موارد توصیفی بر حسب نیاز (نظیر اتمام زیست‌سنجی‌ها برای تعیین مقدار غذادهی جدید) در این برنامه انجام پذیرفت. سایر داده‌ها پس از کنترل همگنی آنها بوسیله Kolmogorov-Smirnov، با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) و تست LSD بعنوان Post hoc جهت مقایسه میانگین‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اختلاف بین میانگین‌ها در کلیه موارد در تیمارهای مختلف با سطح اطمینان  $P < 0.05$  تعیین گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزار SPSS۱۲ انجام پذیرفت.

میلیگرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ملاحظه شد ( $P > 0.05$ ). این در حالی است که کمترین مقدار FCR در تیمار صفر و بیشترین آن در تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم بوده اما اختلافات معنی دار نبودند ( $P > 0.05$ ). حداکثر SGR نیز در تیمارهای ۸۰۰ و ۱۶۰۰ و حداقل آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم محاسبه گردید ( $P < 0.05$ ). مقدار PER نیز در تیمار صفر و ۸۰۰ بیشترین و در تیمار ۱۰۰ و ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم کمترین مقدار را نشان داد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۴).

نتایج چهارمین زیست‌سنجی (هفته شانزدهم) در جدول ۵ آورده شده است. در زیست‌سنجی چهارم، بیشترین متوسط وزن در تیمارهای ۸۰۰ و ۱۶۰۰ و کمترین آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). همچنین مقدار CF نیز حداقل در تیمار ۴۰۰ و حداکثر در تیمارهای ۲۰۰ و ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم اندازه‌گیری گردید. بیشترین مقدار BWI نیز در تیمار ۱۶۰۰ و کمترین آن در تیمار ۸۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ملاحظه شد ( $P > 0.05$ ). این در حالی است که کمترین مقدار FCR در تیمار ۱۶۰۰ و بیشترین آن در تیمار ۸۰۰ میلیگرم در کیلوگرم بود اما اختلافات معنی‌دار نبودند ( $P > 0.05$ ). حداکثر SGR نیز در تیمار ۸۰۰ و حداقل آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم محاسبه گردید ( $P < 0.05$ ). مقدار PER نیز در تیمار ۱۶۰۰ بیشترین و در تیمار ۸۰۰ میلیگرم در کیلوگرم کمترین مقدار را نشان داد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۵).

تیمار صفر کمترین مقدار را نشان داد که اختلاف معنی داری ( $P < 0.05$ ) را در برخی تیمارها نشان می‌دهد (جدول ۲).

براساس نتایج بررسی دومین زیست‌سنجی (هفته هشتم)، بیشترین متوسط وزن در تیمار ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ملاحظه گردید ( $P > 0.05$ ) (جدول ۳). همچنین مقدار CF نیز حداقل در تیمار صفر و حداکثر در تیمارهای ۲۰۰، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار BWI در تیمار ۱۶۰۰ و کمترین آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ملاحظه گردید ( $P > 0.05$ ). این در حالی است که کمترین مقدار FCR در تیمار ۱۶۰۰ و بیشترین مقدار آن در تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ملاحظه شد اما اختلافات معنی‌دار نبودند. حداکثر SGR نیز در تیمارهای ۸۰۰ و ۱۶۰۰ و حداقل آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم محاسبه گردید ( $P > 0.05$ ). مقدار PER نیز در تیمار ۱۶۰۰ بیشترین و در تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم کمترین مقدار را نشان داد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۳).

براساس نتایج سومین زیست‌سنجی (هفته دوازدهم) بیشترین متوسط وزن در تیمار ۸۰۰ و کمترین آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) (جدول ۴). همچنین مقدار CF نیز حداقل در تیمارهای صفر و ۴۰۰ و حداکثر در تیمارهای ۲۰۰ و ۸۰۰ میلیگرم در کیلوگرم اندازه‌گیری گردید. بیشترین مقدار BWI نیز در تیمار ۸۰۰

جدول ۲: نتایج استفاده از مقادیر مختلف ویتامین C بر پارامترهای رشد در فیل ماهیان جوان پرورشی پس از ۴ هفته پرورش (عدم وجود حروف در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اختلافات در پارامتر مذکور می‌باشد).

مقدار ویتامین C	متوسط وزن	CF	BWI	FCR	SGR	PER
(میلیگرم در کیلوگرم جیره)	(گرم)		(درصد)		(درصد در روز)	(درصد)
۰	۷۵/۷±۱/۲ <sup>b</sup>	۰/۵۴±۰/۰۱	۹۹/۲±۱/۴ <sup>b</sup>	۰/۸۹±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۱/۸۲±۰ <sup>b</sup>	۲/۴۱±۰/۰۷ <sup>b</sup>
۱۰۰	۷۷/۴±۰/۳ <sup>ab</sup>	۰/۵۶±۰/۰۱	۱۰۴/۵±۳ <sup>ab</sup>	۰/۸۴±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۱/۸۳±۰ <sup>ab</sup>	۲/۵۶±۰ <sup>ab</sup>
۲۰۰	۷۸/۸±۱/۱ <sup>ab</sup>	۰/۵۵±۰	۱۰۵/۵±۱/۶ <sup>a</sup>	۰/۸۲±۰/۰ <sup>b</sup>	۱/۸۴±۰ <sup>a</sup>	۲/۶۲±۰ <sup>a</sup>
۴۰۰	۷۶/۵±۲/۱ <sup>ab</sup>	۰/۵۵±۰	۱۰۱/۹±۴/۷ <sup>ab</sup>	۰/۸۶±۰/۰۴ <sup>ab</sup>	۱/۸۲±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۲/۵±۰/۱ <sup>ab</sup>
۸۰۰	۷۹/۱±۱/۹ <sup>a</sup>	۰/۵۶±۰/۰۱	۱۰۶/۱±۳/۹ <sup>a</sup>	۰/۸۲±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۱/۸۴±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۲/۶۴±۰/۱ <sup>a</sup>
۱۶۰۰	۷۷/۴±۲/۷ <sup>ab</sup>	۰/۵۶±۰/۰۱	۱۰۱/۷±۳/۱ <sup>ab</sup>	۰/۸۶±۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۱/۸۳±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۲/۵۱±۰/۱ <sup>ab</sup>

جدول ۳: نتایج استفاده از مقادیر مختلف ویتامین C بر پارامترهای رشد در فیل ماهیان جوان پرورشی پس از ۸ هفته پرورش (عدم وجود حروف در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی دار نبودن اختلافات در پارامتر مذکور می‌باشد).

PER (درصد)	SGR (درصد در روز)	FCR	BWI (درصد)	CF	متوسط وزن (گرم)	مقدار ویتامین C (میلیگرم در کیلوگرم جیره)
۲/۴۱±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۲/۰۷±۰/۰۱	۰/۸۶±۰/۰۷	۸۳±۵/۹	۰/۵۴±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱۳۸/۵±۲/۵	۰
۲/۵۶±۰ <sup>ab</sup>	۲/۰۶±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۷	۷۷±۴/۱	۰/۵۵±۰ <sup>ab</sup>	۱۳۷/۱±۳	۱۰۰
۲/۶۲±۰ <sup>a</sup>	۲/۰۷±۰/۰۱	۰/۸۴±۰/۰۲	۸۱/۴±۴/۲	۰/۵۶±۰ <sup>a</sup>	۱۴۲/۹±۴/۳	۲۰۰
۲/۵±۰/۱ <sup>ab</sup>	۲/۰۷±۰/۰۲	۰/۸۹±۰/۰۷	۸۲/۶±۹/۶	۰/۵۵±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۱۳۹/۷±۶/۹	۴۰۰
۲/۶۴±۰/۱ <sup>a</sup>	۲/۰۸±۰/۰۱	۰/۸۷±۰/۰۵	۸۱/۶±۵/۵	۰/۵۶±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۱۴۲/۸±۴/۱	۸۰۰
۲/۵۱±۰/۱ <sup>ab</sup>	۲/۰۸±۰/۰۱	۰/۸۳±۰/۰۵	۸۶/۷±۴/۴	۰/۵۶±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۱۴۳/۹±۵/۵	۱۶۰۰

جدول ۴: نتایج استفاده از مقادیر مختلف ویتامین C بر پارامترهای رشد در فیل ماهیان جوان پرورشی پس از ۱۲ هفته پرورش (عدم وجود حروف در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی دار نبودن اختلافات در پارامتر مذکور می‌باشد).

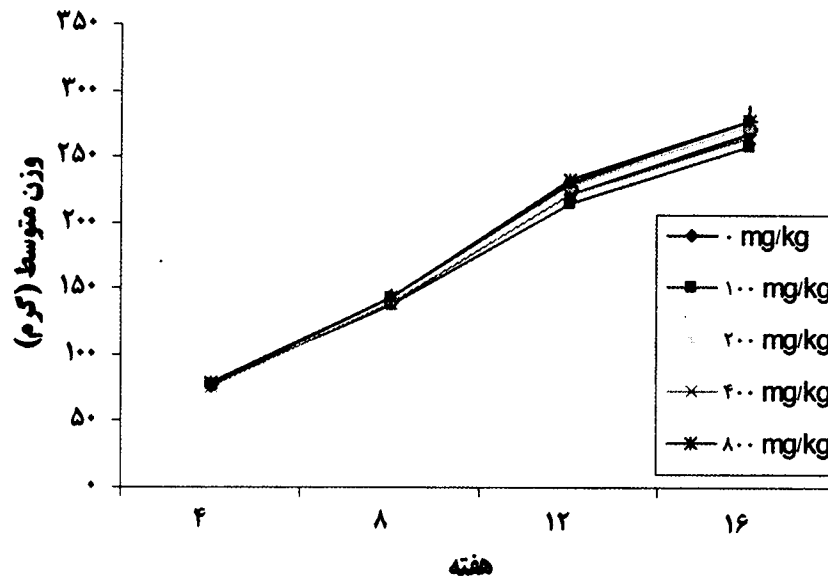
PER (درصد)	SGR (درصد در روز)	FCR	BWI (درصد)	CF	متوسط وزن (گرم)	مقدار ویتامین C (میلیگرم در کیلوگرم جیره)
۲/۴۱±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۲/۲۷±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۰/۸۶±۰/۰۲	۶۰/۲±۴/۶	۰/۶±۰/۰۱ <sup>bc</sup>	۲۲۱/۹±۶/۴ <sup>ab</sup>	۰
۲/۵۶±۰ <sup>ab</sup>	۲/۲۶±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۹±۰/۰۶	۵۶/۹±۴/۶	۰/۶±۰/۰۱ <sup>abc</sup>	۲۱۵/۳±۱۰/۹ <sup>b</sup>	۱۰۰
۲/۶۲±۰ <sup>a</sup>	۲/۲۸±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۰/۸۷±۰	۶۰±۳/۶	۰/۶۲±۰ <sup>a</sup>	۲۲۸/۹±۱۲ <sup>ab</sup>	۲۰۰
۲/۵±۰/۱ <sup>ab</sup>	۲/۲۷±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۰/۹±۰/۰۵	۵۸/۶±۴	۰/۶±۰ <sup>c</sup>	۲۲۱/۵±۵/۷ <sup>ab</sup>	۴۰۰
۲/۶۴±۰/۱ <sup>a</sup>	۲/۲۹±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۸۷±۰/۰۱	۶۲/۱±۵/۶	۰/۶۲±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۲۳۳/۱±۱۰/۴ <sup>a</sup>	۸۰۰
۲/۵۱±۰/۱ <sup>ab</sup>	۲/۲۹±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۰/۸۹±۰/۰۱	۵۹/۸±۵/۸	۰/۶۱±۰ <sup>ab</sup>	۲۳۰±۷/۶ <sup>ab</sup>	۱۶۰۰

جدول ۵: نتایج استفاده از مقادیر مختلف ویتامین C بر پارامترهای رشد در فیل ماهیان جوان پرورشی پس از ۱۶ هفته پرورش (عدم وجود حروف در ستون‌ها نشان دهنده معنی دار نبودن اختلافات در پارامتر مذکور می‌باشد).

PER (درصد)	SGR (درصد در روز)	FCR	BWI (درصد)	CF	متوسط وزن (گرم)	مقدار ویتامین C (میلیگرم در کیلوگرم جیره)
۱/۸۱±۰/۱	۲/۳۴±۰ <sup>ab</sup>	۱/۲±۰/۱	۲۰/۹±۱/۶	۰/۶۳±۰ <sup>bcd</sup>	۲۶۷/۲±۴/۴ <sup>ab</sup>	۰
۱/۷۴±۰/۱	۲/۳۲±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۲۴±۰/۰۸	۱۹/۹±۱/۱	۰/۶۳±۰ <sup>abc</sup>	۲۵۸/۹±۱۱/۱ <sup>b</sup>	۱۰۰
۱/۷۲±۰/۲	۲/۳۵±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۱/۲۷±۰/۱۷	۱۹/۹±۲/۷	۰/۶۴±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۲۷۴/۳±۸/۷ <sup>ab</sup>	۲۰۰
۱/۷۵±۰/۱	۲/۳۴±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۱/۲۴±۰/۰۹	۲۰/۲±۱/۴	۰/۶۱±۰ <sup>d</sup>	۲۶۶/۱±۴/۹ <sup>ab</sup>	۴۰۰
۱/۶۹±۰/۲۷	۲/۳۶±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۳±۰/۲۲	۱۹/۵±۳/۱	۰/۶۳±۰ <sup>ab</sup>	۲۷۸/۹±۱۹/۲ <sup>a</sup>	۸۰۰
۱/۸۴±۰/۲۸	۲/۳۵±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۱/۱۹±۰/۱۷	۲۱/۲±۳/۲	۰/۶۴±۰ <sup>a</sup>	۲۷۹±۱۱/۱ <sup>a</sup>	۱۶۰۰

در مورد پارامتر PPV نیز حداقل آن در تیمار ۲۰۰ و حداکثر آن در تیمار ۴۰۰، در مورد CF حداقل در تیمار ۴۰۰ و حداکثر آن در تیمار ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ( $P < 0.05$ ) و در مورد پارامتر SGR نیز حداقل آن در تیمار ۱۰۰ و حداکثر آن در تیمارهای ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ) (جدول ۶). تجزیه و تحلیل آماری نشان داد در پارامترهای اندازه‌گیری شده به جز وزن متوسط، CF و SGR اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

مقایسه پارامترهای مختلف رشد طی ۱۶ هفته پرورش نشان می‌دهد که بیشترین مقدار وزن متوسط ماهیان در تیمارهای ۸۰۰ و ۱۶۰۰ و حداقل آن در تیمار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ملاحظه می‌شود ( $P < 0.05$ ) (نمودار ۱). در مورد درصد افزایش وزن بدن (BWI)، حداکثر آن در تیمار ۸۰۰ و حداقل آن در تیمار ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم محاسبه شد. FCR نیز در تیمار ۱۶۰۰ به مقدار حداقل و در تیمار ۱۰۰ و ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم به مقدار حداکثر مشاهده شد. مقدار PER نیز در تیمار ۴۰۰ در حداقل و در تیمار ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم در حداکثر خود قرار داشت.



نمودار ۱: مقایسه روند رشد فیل ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف ویتامین C طی ۱۶ هفته پرورش

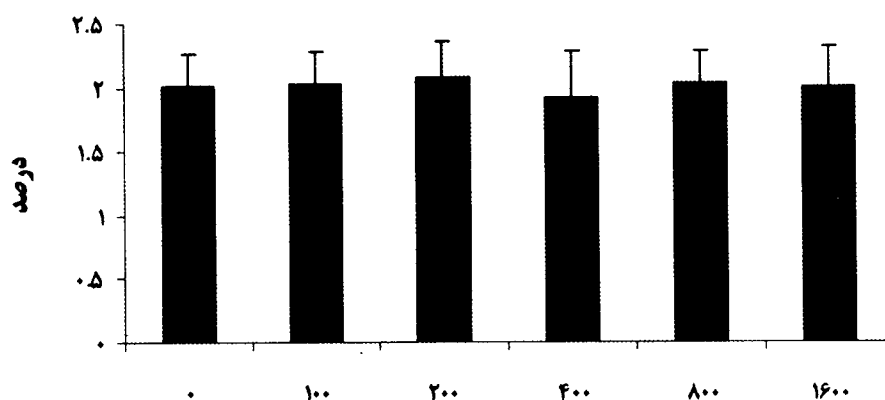
جدول ۶: پارامترهای رشد کل دوره پرورش (از ابتدای دوره پرورش تا پایان هفته ۱۶) در فیل ماهیان جوان پرورشی تغذیه شده با مقادیر مختلف ویتامین C (عدم وجود حروف در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اختلافات در پارامتر مذکور می‌باشد).

SGR (درصد در روز)	CF (درصد)	PPV (درصد)	PER (درصد)	FCR	BWI (درصد)	متوسط وزن در پایان دوره (گرم)	متوسط وزن در شروع دوره (گرم)	مقدار ویتامین C (میلیگرم در کیلوگرم جیره)
۲/۴۱±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۸۳± <sup>bcd</sup>	۳۲/۷±۱/۴	۲/۱۳±۰/۰۲	۱/۰۱±۰/۰۱	۵۹۹/۱±۱۴	۲۶۸/۲±۴/۴ <sup>ab</sup>	۳۸±۰/۹	۰
۲/۴±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۸۳± <sup>abc</sup>	۳۳/۵±۱/۶	۲/۱±۰/۰۷	۱/۰۳±۰/۰۳	۶۰۴/۳±۲۴/۱	۲۵۸/۶±۱۱/۱ <sup>a</sup>	۳۷/۸±۰/۵	۱۰۰
۲/۴۲±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۸۴±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۳۲/۵±۱/۴	۲/۱۵±۰/۰۲	۱±۰/۰۱	۶۲۴±۶/۷	۲۷۴/۳±۸/۷ <sup>ab</sup>	۳۸/۳±۰/۸	۲۰۰
۲/۴۱±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	۰/۸۱± <sup>d</sup>	۳۳/۷±۰/۶	۲/۰۸±۰/۰۱	۱/۰۳±۰	۵۹۱/۵±۵/۵	۲۶۶/۱±۴/۹ <sup>ab</sup>	۳۷/۹±۰/۱	۴۰۰
۲/۴۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۸۳± <sup>ab</sup>	۳۲/۸±۳/۲	۲/۱۵±۰/۱۴	۱±۰/۰۷	۶۲۴/۸±۴۲/۹	۲۷۸/۹±۱۹/۳ <sup>a</sup>	۳۸/۴±۰/۵	۸۰۰
۲/۴۳±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۴± <sup>a</sup>	۳۳/۵±۱/۷	۲/۱۷±۰/۰۹	۰/۹۹±۰/۰۴	۶۲۴±۳۰/۹	۲۷۹±۱۱/۱ <sup>a</sup>	۳۸/۲±۰/۴	۱۶۰۰

ازای هر تیمار در هفته شانزدهم پرورش مشخص گردید که حداقل آن در تیمارهای صفر و ۴۰۰ و حداکثر آن در تیمار ۱۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ملاحظه گردید. این در حالی است که در کلیه تیمارها اختلاف معنی‌داری در شاخص کبدی مشاهده نگردید.

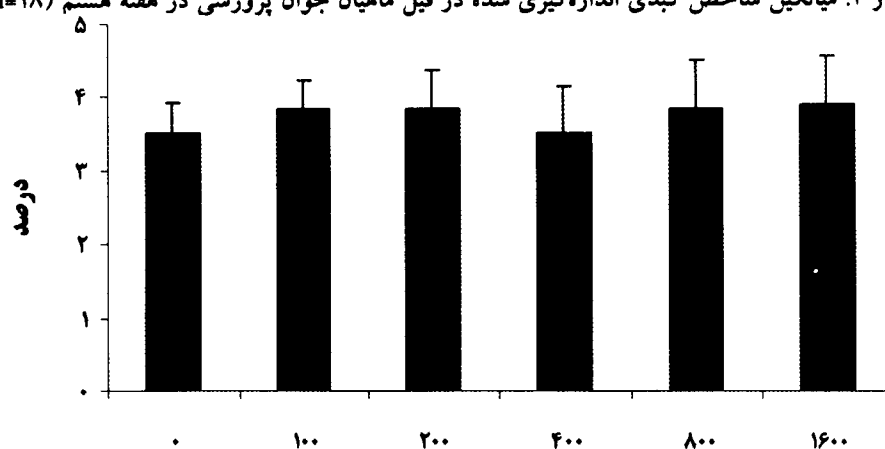
مقدار کل بازماندگی در طول ۱۶ هفته حداکثر برابر ۹۷/۵۸ در تیمار ۲۰۰ و حداقل برابر ۹۳/۳۴ درصد در تیمار صفر محاسبه گردید (نمودار ۴). این در حالی است که اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبودند.

در ابتدای دوره پرورش با توزین کبد ۲۶ ماهی و محاسبه شاخص HSI مشخص گردید که این میزان برابر ۱/۴۶ ± ۰/۰۶ درصد وزن بدن می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری وزن کبد در هفته هشتم در نمودار ۲ آورده شده است. با اندازه‌گیری وزن کبد ۱۸ ماهی به ازای هر تیمار در هفته هشتم پرورش مشخص گردید که حداقل آن در تیمار ۴۰۰ و حداکثر آن در تیمار ۲۰۰ میلیگرم در کیلوگرم مشاهده گردید. این در حالی است که در کلیه تیمارها اختلاف معنی‌داری در شاخص کبدی مشاهده نگردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری وزن کبد در هفته شانزدهم در نمودار ۳ آورده شده است. با اندازه‌گیری وزن کبد ۱۸ ماهی به



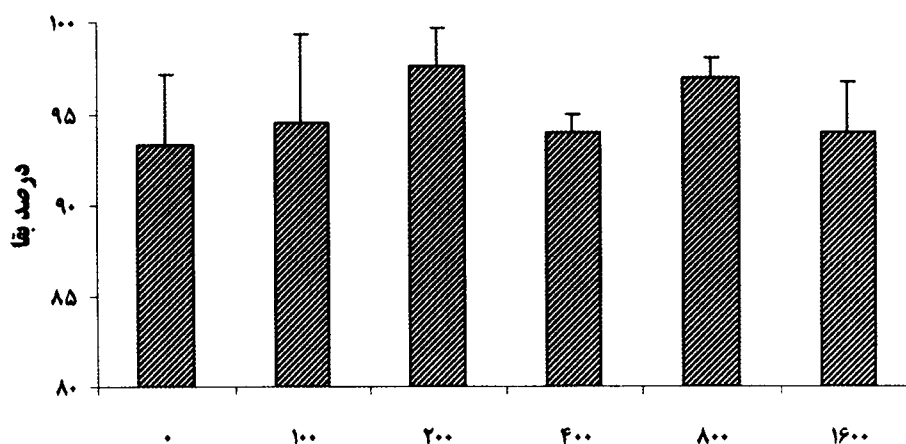
مقدار ویتامین C جیره (میلی گرم در کیلوگرم)

نمودار ۲: میانگین شاخص کبدی اندازه‌گیری شده در فیل ماهیان جوان پرورشی در هفته هشتم (n=18)



مقدار ویتامین C جیره (میلی گرم در کیلوگرم)

نمودار ۳: میانگین شاخص کبدی اندازه‌گیری شده در فیل ماهیان جوان پرورشی در هفته شانزدهم (n=18)



مقدار ویتامین C جیره (میلی گرم در کیلوگرم)

نمودار ۴: مقدار بازماندگی فیل ماهیان تغذیه شده با مقادیر مختلف ویتامین C طی ۱۶ هفته پرورش



## بحث

مطالعات گوناگون در گونه‌های مختلف حکایت از اثر مثبت و در برخی گونه‌های دیگر بی اثر بودن ویتامین C بر رشد ماهیان دارد. با توجه به معنی‌دار بودن برخی پارامترهای رشد اندازه‌گیری شده در طول دوره پرورش، بنظر می‌رسد این ویتامین خصوصاً در اوایل دوره رشد، اثر مثبت بیشتری در ماهیان خاویاری دارد با اینکه بسیاری از پارامترها در انتهای دوره پرورش اثر معنی‌داری را در خصوص استفاده از مقادیر مختلف ویتامین C نشان ندادند. نتایج کسب شده طی ۱۶ هفته غذاهای مشخص ساخت که بچه فیل‌ماهیان خصوصاً در مراحل ابتدایی رشد و نمو نیاز بیشتری نسبت به ویتامین C داشته چرا که مقاومت آنها نسبت به عوامل بیماریزا، عوامل زیست محیطی و کیفی آب و شرایط موجود در پرورش پایین‌تر بود. چنانچه توانایی ساخت این ویتامین در فیل‌ماهی نظیر سایر ماهیان خاویاری مانند تاسماهی سفید (*A. baeri*) و تاسماهی (*transmontanus*) تاسماهی سبیری (*A. baeri*) و تاسماهی دریاچه‌ای (*A. fulvescens*) در نظر گرفته شود، این مقدار بخصوص در مراحل ابتدایی رشد و نمو به اندازه کافی نبوده و نیاز به ویتامین C را رفع نموده و نیاز به مقادیر مناسب این ویتامین در جیره می‌باشد. همچنین این نکته را نیز باید مد نظر قرار داد که با افزایش سن، نیاز به این ویتامین کاهش می‌یابد.

Papp و همکاران در سال ۱۹۹۵ با بررسی اثر سطوح مختلف ویتامین C (صفر، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تاسماهی هیبرید (*Acipenser ruthenus* × *A. baeri*) با وزن متوسط  $11/9 \pm 2/1$  گرم در شروع آزمایش، پس از ۸ هفته پرورش و در دمای متوسط ۲۲ تا ۲۳ درجه سانتیگراد و رسیدن ماهیان به ۵ برابر وزن ابتدایی (۴۵ تا ۵۴ گرم)، هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نمودند ولی اثر مثبت ناچیزی بدنبال اضافه نمودن ویتامین C در میزان رشد مشاهده شد. همچنین استفاده از سطوح و انواع مختلف این ویتامین در ماهی مذکور در همان شرایط وزنی و دمایی بمدت ۱۶ هفته نیز اختلافی را در رشد نشان نداده و حتی علائم فقدان این ویتامین نیز در ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد ویتامین C مشاهده نگردید (Papp et al., 1999). آنها پیشنهاد نمودند که این ویتامین فقط در سنین پایین دارای اثرات سودآور بیشتری می‌تواند باشد.

Moreau و همکاران در سال ۱۹۹۶ با استفاده از مقادیر صفر، ۳۰۰ میلی‌گرم اسکوربیل فسفات به ازای هر کیلوگرم غذا و ۳۰۰ میلی‌گرم AA پوشش‌دار سیلیکونی به ازای هر کیلوگرم غذا

بمدت ۱۶ هفته بر روی تاسماهی سبیری با وزن متوسط  $25/5 \pm 0/5$  گرم و دمای ۲۲ درجه سانتیگراد هیچ اختلافی در وزن نهایی، SGR، FE و PER ملاحظه نمودند. این در حالی است که وزن نهایی در مقدار صفر اندکی پایین‌تر از سایر گروهها بود. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد فرم پوشش‌دار سیلیکونی (SC) این ویتامین دارای دسترسی زیستی مناسبی نمی‌باشد. هیچ نشانه ماکروسکوپی در ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد ویتامین نیز ملاحظه نشد. ضمناً بقا نیز تحت تأثیر ویتامین C نبود.

Moreau و همکاران در سال ۱۹۹۵ با بررسی تقابل ویتامینهای C و E در تاسماهیان جوان دریاچه‌ای در سه کلاسه وزنی ۲۴، ۶۸ و ۲۰ گرم بمدت ۷ هفته تغذیه نشان دادند اختلافی در بقا و رشد در تیمارهای مختلف ملاحظه نمی‌شود.

بررسی اثر ویتامین C در تاسماهی دریاچه‌ای دو ساله با وزن متوسط  $253 \pm 89$  گرم با سطوح مختلف شامل صفر، ۵۰، ۲۵۰ و میلی‌گرم در کیلوگرم ۱۲۵۰ بمدت ۳۸ روز در ۱۹/۸ درجه سانتیگراد نشان داد هیچ اختلاف معنی‌داری در مقادیر SGR و HSI ملاحظه نمی‌شود (Moreau et al., 1999a).

با توجه به نتایج کسب شده از تحقیق حاضر، ملاحظه می‌گردد ویتامین C مورد استفاده اثر معنی‌دار چندانی بر پارامترهای رشد بخصوص در اواخر دوره پرورشی ندارد اما اثرات مثبتی در استفاده از این ویتامین خصوصاً در اوایل دوره پرورش دیده می‌شود. همچنین تلفات در ابتدای دوره تحت تأثیر عدم مصرف ویتامین C بود ولیکن در کل دوره تغییر معنی‌داری در استفاده از ویتامین و بقای ماهیان ملاحظه نمی‌گردد. کلیه موارد ذکر شده براساس تحقیقات صورت گرفته و کسب نتایج توسط سایر محققین می‌باشد. همچنین در صورت استفاده از این ویتامین، نوع AP منبع خوبی جهت تغذیه بوده و قابلیت دسترسی مناسبی دارد چرا که مشتق فسفات AA دارای جذب و تجمع بافتی مناسبی در بسیاری از ماهیان بوده زیرا دارای پایداری طی فرآیند فرآوری و ذخیره‌سازی غذا نیز هست و فعالیت زیستی بالاتری در مقایسه با سایر مشتقات AA دارد (Sandnes & Waagbø et al., 1993 Waagbø, 1991).

مطالعات دقیق پیشنهاد می‌نمایند که سطح توصیه شده ویتامین C باید چندین برابر بیش از سطح جلوگیری کننده از اسکوروی یا تهی شدن اسکوربات بافتی در نظر گرفته شود (Gershoff, 1993). بنابراین در مطالعات فعلی، درخصوص

ماهی خاویاری (*Acipenser ruthenus* × *A. baeri*) پس از ۸ هفته پرورش، اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد دیده نشد ولیکن با استفاده از مقادیر بالاتر این ویتامین، اثر خفیف مثبتی در رشد مشاهده گردید اما معنی‌دار نبود (Papp *et al.*, 1995). این مورد پس از ۱۶ هفته پرورش نیز تأثیری بر پارامترهای رشد نداشت. همچنین اثر کمبود این ویتامین نیز در ماهیان تغذیه شده با غذای فاقد ویتامین C ملاحظه نگردید ولیکن در هفته هشتم مقدار کلاژن در مقدار صفر کمتر بود و با سایر مقادیر اختلاف معنی‌داری را نشان داد (Papp *et al.*, 1999).

با وجود عدم نیاز خارجی به ویتامین C در محیط طبیعی ماهیان خاویاری، در شرایط استرس‌زا، وجود پاتوژن‌ها و عوامل متغیر زیست محیطی، بطور معنی‌داری مقدار ویتامین C مورد نیاز افزایش یافته و بنابراین در شرایط فوق استفاده از این ویتامین در جیره مورد نیاز می‌باشد (Moreau *et al.*, 1999a) که براساس نوع گونه، شرایط پرورش، نوع ویتامین C مورد استفاده و سن ماهی این مقدار متفاوت خواهد بود. لذا با توجه به نتایج کسب شده بنظر می‌رسد این ویتامین می‌تواند در دوره‌های مختلف رشد دارای اثرات معنی‌داری بر برخی شاخص‌های رشد داشته باشد و بخصوص در سنین پایین‌تر اثرات مثبت بیشتری داشته باشد که در ارتباط با پارامترهای رشد، می‌توان بیان نمود که سطح ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسکوربیک اسید از نوع ال-اسکوربیل-۲- پلی فسفات در محدوده وزنی و دمایی ذکر شده بهترین اثر را در فیل ماهیان جوان پرورشی خواهد داشت.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقایان دکتر عباس اسماعیلی ساری، دکتر محمد علی سحری، دکتر عبدالمحمد عابدیان، مهندس حمیدرضا پورعلی و سایر همکاران محترم که در این تحقیق ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

Amerio, M.; Vignali, C.; Italia, A. and Gabaudan, J., 2000. Blood and liver concentration of ascorbic acid in *Sparus aurata* fed Rovimix Stay C-25. *Journal of Applied Ichthyology*, Vol. 16, pp.273-275.

فعالیت آنزیمی شاخص، پاسخ ایمنی و حفاظت در مقابل بیماری‌ها، مقدار ویتامین C بیشتری را نسبت به جلوگیری از علائم کمبود و حتی سطوح پیشنهاد شده NRC در نظر می‌گیرند. تخمین نیازمندی بر پایه WG دارای تفاوت با سایر موارد نظیر تخمین بر پایه حداکثر ذخیره بدن (MBS)، عدم حضور علائم کمبود (ADS) و موارد دیگر است. بعنوان مثال، Guillou-Constans و همکاران در سال ۱۹۹۸ میزان نیاز لاروهای کپور معمولی را بر پایه WG، میلی‌گرم در کیلوگرم ۴۵ و بر پایه MBS، میلی‌گرم در کیلوگرم ۳۵۴ تخمین زدند. همچنین Sato و همکاران در سال ۱۹۸۲ میزان نیاز قزل‌آلای رنگین‌کمان را بر پایه WG و ADS میلی‌گرم در کیلوگرم ۲۰ و بر پایه حداکثر ذخیره کبدی (MLS) میلی‌گرم در کیلوگرم ۵۰۰ عنوان کردند.

نتایج کسب شده در مورد گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری و گونه مورد مطالعه مشخص ساخت استفاده از مقادیر مختلف ویتامین C با توجه به اثر جزئی در رشد، تأثیر چشمگیری در پارامترهای مختلف رشد ندارد. این در حالی است که در بسیاری از گونه‌های ماهیان استخوانی، افزایش رشد با استفاده از ویتامین C کاملاً مشهود و دارای اثر معنی‌داری است (Dabrowski, 2001). مهمترین دلیل عدم تفاوت در رشد ماهیان خاویاری تغذیه شده با سطوح مختلف این ویتامین حضور آنزیم ال-گلونولاکتون اکسیداز (GLO) بوده که آخرین مرحله ساخت ال-اسکوربیک اسید از D-گلوکز یا D-گالاکتوز را بعهده دارد چرا که حتی در صورت عدم وجود این ماده غذایی در جیره، مقدار مورد نیاز آن توسط این آنزیم بصورت *de novo* تشکیل گردیده و مورد مصرف ماهی در شرایط طبیعی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است در کل ماهیان غیراستخوانی *Actionpterygian*، فعالیت GLO وجود داشته و بنابراین قادر به ساخت AA می‌باشند. بنظر می‌رسد ماهیان استخوانی مسیر سنتز AA را در ۲۱۰-۲۰۰ میلیون سال قبل و در اواخر دوره تریاسه از دست دادند. این در حالی است که ماهی‌ها قبل از مهره‌داران خشکی‌زی قادر به ساخت AA بودند (Moreau & Dabrowski, 1998, 2000). توانایی بیوسنتز این ویتامین توضیحی بر فقدان علائم اسکوربیوتیک در ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد AA است. در مطالعه‌ای که Moreau و همکاران در سال ۱۹۹۹b بر روی تاسماهی دریاجمای و با استفاده از مقادیر صفر و ۱۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از ویتامین C بمدت ۷ هفته انجام دادند نیز مشخص گردید هیچ اختلافی در رشد مشاهده نمی‌شود ولی مقدار ویتامین C موجود در بافت کلیه تحت تأثیر جیره بوده است. در پرورش هیبرید

- Andersen, F.; Lygren, B.; Maage, A. and Waagbø, R. , 1998.** Interaction between two dietary levels of iron and two forms of ascorbic acid and the effect on growth, antioxidant status and some non-specific immune parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Aquaculture*, Vol. 161, pp.437-451.
- AOAC , 1996.** Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of official analytical chemists, Arlington, VA, USA.
- Bai, S.C. , 2001.** Requirements of L-ascorbic acid in a viviparous marine teleost, Korean rockfish, *Sebaster schlegeli* (Hilgendorf). *In: Ascorbic acid in aquatic organisms.* (ed. K. Dabrowski). CRC Press, USA, pp.69-85.
- Chagas, E.C. and Val, A.L. , 2002.** Effects of dietary l-ascorbyl-2-polyphosphate in tambaqui. *Tropical Congress*, pp.89-93.
- Chen, R. ; Lochmann, R. ; Goodwin, A. ; Praveen, K. ; Dabrowski, K. and Lee, K. J. , 2004.** Effects of dietary vitamin C and E on alternative component activity, hematology, tissue composition, vitamin concentrations and response to heat stress in juvenile golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*). *Aquaculture*, Vol. 242, pp.553-569.
- Dabrowski, K. , 2001.** Ascorbic acid in aquatic organisms. CRC Press. Boca Raton, USA. 288P.
- Dabrowski, K. and Hinterleitner, S. , 1989.** Applications of a simultaneous assay of ascorbic acid, dehydroascorbic acid and ascorbic sulphate in biological materials. *Analyst*, Vol. 114, pp.83-87.
- Gershoff, S.N. , 1993.** Vitamin C (ascorbic acid): New roles, new requirement. *Nutrition Review*, Vol. 51, pp.313-326.
- Gouillou-Coustans, M.F. ; Bergot, P. and Kaushik, S.J. , 1998.** Dietary ascorbic acid needs of common carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Aquaculture*, Vol. 161, pp.453-461.
- Halver, J.E. ; Ashley, L.M. and Smith, R.R. , 1969.** Ascorbic acid requirements of coho salmon and rainbow trout. *Transaction American Fisheries Society*, Vol. 98, pp.762-771.
- Halver, J.E. ; Smith, R.R. ; Tolbert, B.M. ; and Baker, E.M. , 1975.** Utilization of ascorbic acid in fish. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 258, pp.81-102.
- Hilton, J.W. ; Cho, C.Y. and Slinger, S.J. , 1978.** Effect of graded levels of ascorbic acid in practical diets fed to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, Vol. 35, pp.431-436.
- Hung, S.S.O. and Deng, D.F. , 2002.** Sturgeon, *Acipenser spp.* *In: (eds. C.D. Webster and C. Lim).* Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI publishing, pp.344-357.
- Ishibashi, Y. ; Ikeda, S. ; Murata, O. ; Nasu, T. and Harada, T. , 1992.** Optimum supplementary ascorbic acid level in the Japanese Parrot fish diet. *Nippon Suisan Gakkaishi*, Vol. 58, No. 2, pp.267-270.
- Li, M.H. and Robinson, E.H. , 1999.** Dietary ascorbic acid requirement for growth and health in fish. *Journal of Applied Aquaculture*, Vol. 9, No. 2, pp.53-79.
- Li, M.H. ; Johnson, M.R. and Robinson, E.H. ,**

1993. Elevated dietary vitamin C concentrations did not improved resistance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, against *Edwardsiella ictaluri* infection. *Aquaculture*, Vol. 117, pp.303-312.
- Li, M.H. ; Wise, D.J. and Robinson, E.H. , 1998. Effect of dietary vitamin C on weight gain, tissue ascorbate concentration, stress response, and disease resistance of channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, Vol. 29, pp.1-8.
- Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H., Robinson, E.H. 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture*, Vol. 185, pp.313-327.
- Matusiewicz, M. ; Dabrowski, K. ; Volker, L. and Matusiewicz, K. , 1994. Regulation of saturation and depletion of ascorbic acid in rainbow trout. *Journal of Nutritional Biochemistry*, Vol. 5, pp.204-212.
- Moreau, R. ; Kaushik, S.J. and Dabrowski, K. , 1996. Ascorbic acid status as affected by dietary treatment in the Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt): Tissue concentration, mobilisation and L-gulonolactone oxidase activity. *Fish Physiology and Biochemistry*, Vol 15, pp. 431-438.
- Moreau, R. and Dabrowski. K. , 1998. Fish acquired ascorbic acid synthesis prior to terrestrial vertebrate emergence. *Free Radical Biology and Medicine*, Vol. 25, No. 8, pp.989-990.
- Moreau, R. ; Dabrowski, K. and Sato, P.H. , 1999a. Renal L-gulonolactone oxidase activity as affected by dietary ascorbic acid in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). *Aquaculture*, Vol. 180, pp.359-372.
- Moreau, R. ; Dabrowski, K. ; Czesny, S. and Cihla, F. , 1999b. Vitamin C- vitamin E interaction in juvenile lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* R.), a fish able to synthesize ascorbic acid. *Journal of Applied Ichthyology*, Vol. 15, pp.250-257.
- Moreau, R. and Dabrowski, K. , 2000. Biosynthesis of ascorbic acid by extant actinopterygians. *Journal of Fish Biology*, Vol. 57, pp.733-745.
- Papp, Z.G. ; Jeney, Z. and Jeney, G. , 1995. Comparative studies on the effect of vitamin C feeding of European catfish (*Silurus glanis* L.) and sturgeon hybrid (*Acipenser ruthenus* L. × *Acipenser baeri* L.). *Journal of Applied Ichthyology*, Vol. 11, pp.372-374.
- Papp, G.Z. ; Saroglia, M. ; Jeney, Z. ; Jeney, G. and Terova, G. , 1999. Effects of dietary vitamin C on tissue ascorbate and collagen status in sturgeon hybrids (*Acipenser ruthenus* L. × *Acipenser baeri* Brandt). *Journal of Applied Ichthyology*, Vol. 15, pp.258-260.
- Sandens, K. , 1991. Vitamin C in fish nutrition. A review. *Fiskeridirektoratet Skrifter. Serie Havundersoekelser*, No. 4, pp.3-32.
- Sandens, K. and Waagbø, R. , 1991. Effects of dietary vitamin C and physical stress on head kidney and liver ascorbic acid, serum cortisol, glucose and haematology in atlantic salmon

- (*Salmo salar*). Fiskeridirektoratet Skrifter. Serie Havundersoekelser, No. 1, pp.41-49.
- Sato, P. and Undefriend, S. , 1978.** Studies on ascorbic acid related to the genetic basis of scurvy. Vitamins and Hormones, Vol. 36, pp.33.
- Sato, M. ; Kondo, T. ; Yoshinata, R. ; Ikeda, S. , 1982.** Effect of dietary ascorbic acid levels on collagen formation in rainbow trout. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries, Vol. 48, pp.553-556.
- 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* female × *M. saxatilis* male) but have limited effects on immune responses. Journal of Nutrition, Vol. 132, pp.748-755.
- Waagbø, R. ; Thorsen, T. and Sandnes, K. , 1989.** Role of dietary ascorbic acid in vitellogenesis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, Vol. 80, pp.301-314.
- Waagbø, R. ; Glette, J. ; Nilsen, E.R. and Sandnes, K. , 1993.** Dietary vitamin C, immunity and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Journal of Physiology and Biochemistry, Vol. 12, pp.61-73.
- Waagbø, R. and Sandnes, K. , 1996.** Effects of dietary vitamin C on growth and parr-smolt transformation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture Nutrition, Vol. 2, pp.65-69.
- Wahli, T. ; Verlhac, V. ; Girling, P. ; Gabaudan, J. and Aebischer, C. , 2003.** Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, Vol. 225, pp.371-386.
- 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 changes in parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). Aquaculture, Vol. 215, pp.203-211.

## Effects of dietary L-Ascorbyl-2-Polyphosphate as a source of vitamin C on growth indices in beluga sturgeon (*Huso huso* L.)

Soltani M.<sup>(1)</sup>; Falahatkar B.<sup>(2,4)\*</sup>; Pourkazemi M.<sup>(3)</sup>; Abtahi B.<sup>(4)</sup>;  
Kalbassi M.R.<sup>(5)</sup> and Mohseni M.<sup>(6)</sup>

bfalahatkar@yahoo.com

- 1- Aquatic Animal Health and Diseases Department, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, P.O.Box: 14155-6435 Tehran, Iran
- 2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O.Box: 1144 Sowmeh Sara, Iran
- 3,6- International Sturgeon Research Institute, P.O.Box: 41365-3464 Rasht, Iran
- 4- Fisheries Department, School of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres University, P.O.Box: 46414-356 Noor, Iran
- 5- Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

**Keywords:** Beluga Sturgeon, *Huso huso*, Vitamin C, Growth, Iran

### Abstract

Six diets supplemented with 0, 100, 200, 400, 800, and 1600mg/kg L-Ascorbyl-2-Polyphosphate (APP) as vitamin C, were fed to juvenile beluga sturgeon in three replicates for 16 weeks. Fifty five fish with an average weight  $38.1 \pm 0.5$ g were distributed to each tank after adaptation to the experimental diets. Most of the growth performance indices at week 4 indicated significant differences ( $P < 0.05$ ), but there was no difference at week 8 ( $P > 0.05$ ), except in CF and PER ( $P < 0.05$ ). In addition, there were significant differences ( $P < 0.05$ ) in the growth indices except for BWI, PER, and FCR at week 12. At week 16<sup>th</sup> there were significant differences in mean weight, CF, and SGR ( $P < 0.05$ ). The comparison between growth performance during the trial showed significant differences in mean weight, CF, and SGR among the treatments ( $P < 0.05$ ), but there was no difference in HSI at the middle and the end of the experiment ( $P > 0.05$ ). The survival was affected by dietary treatment at week 4 ( $P < 0.05$ ), but during the whole experimental period, the highest mortality was observed in fish fed by diet without vitamin C, but the difference was not significant ( $P > 0.05$ ). No deficiency sign was observed during the trial. Results of this study indicated that vitamin C can have remarkable effects on growth indices in different growth periods. Therefore, regarding the effects of vitamin C on the growth indices and in the fish weight range used in this study, 100-200mg/kg vitamin C (APP) can be considered as the optimum level for rearing the fish.

\* Corresponding author