

## Effect of different levels of safflower powder (*Carthamus tinctorius*) on growth performance and staining of *Heros severum*

Mohammad Sudagar<sup>\*1</sup>, Amin Farahi<sup>2</sup>, Haniyeh Kheirabadi<sup>3</sup>,  
Sepide Firouzbakhsh<sup>4</sup>

1. Corresponding Author, Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [sudagar\\_m@gau.ac.ir](mailto:sudagar_m@gau.ac.ir)
2. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [farahi2010@yahoo.com](mailto:farahi2010@yahoo.com)
3. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [haniyehkheirabadi@gmail.com](mailto:haniyehkheirabadi@gmail.com)
4. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [sepide.firouzbakhsh\\_s02@gau.ac.ir](mailto:sepide.firouzbakhsh_s02@gau.ac.ir)

### Article Info

**Article type:**  
Full Length Research Paper

### Article history:

Received: 02.05.2023  
Revised: 10.07.2023  
Accepted: 11.27.2023

### Keywords:

Collaboration,  
Growth,  
Safflower,  
Severum

### ABSTRACT

The color of ornamental fish is an effective factor in sale and economic value. In recent year, due to the expensive price of synthetic pigments, a lot of research has been done to evaluate the potential of natural materials as a pigment. This study aimed to investigate the growth performance and tonality of Severum fish fed with experimental diets supplemented with different levels (0, 3, 6, 9, and 12%) of safflower powder for 8 weeks. Each treatment triple replicates water and 10 fish were used in each replication. To evaluate the growth performance, biometry of fish was done every two weeks, and indices such as final weight, weight gain, feed consumption, feed conversion ratio, specific growth rate, feed efficiency, condition factor, price index, and survival rate were calculated. At the end of the feeding period, digital photographs, were taken from 6 fish per treatment with constant and uniform light distribution and to assess the rate of change of the color obtained, the colorimetric system  $L * a * b *$  was evaluated using the Photoshop software and  $H_{ab}$  values and chroma was determined. Statistical data analysis was performed by One-way ANOVA with Duncan test at the level of 95 % using SPSS 16. Statistical significance was set at the level of  $P < 0.05$  with  $\pm$  standard deviation (SD). The results showed that some indices, such as feed conversion ratio, specific growth rate, feed efficiency, condition factor, price index, and survival rate in the second treatment (6%) were significantly improved compared with the other groups. According to the findings of this study, remarkable differences were not observed in fish skin (in fin and trunk) coloration indices among experimental groups, however, these components in the T2 (6%) were improved, relatively.

Cite this article: Sudagar, Mohammad, Farahi, Amin, Kheirabadi, Haniyeh, Firouzbakhsh, Sepide. 2024. Effect of different levels of safflower powder (*Carthamus tinctorius*) on growth performance and staining of *Heros severum*. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 13 (3), 211-223.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/japu.2023.21045.1743

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

## تأثیر سطوح مختلف پودر گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) بر عملکرد رشد و رنگ‌پذیری ماهی سوروم (*Heros severum*)

محمد سوداگر<sup>۱\*</sup>، امین فرحی<sup>۲</sup>، هانیه خیرآبادی<sup>۳</sup>، سپیده فیروزبخش<sup>۴</sup>

۱. نویسنده مسئول، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [sudagar\\_m@gau.ac.ir](mailto:sudagar_m@gau.ac.ir)
۲. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [farahi2010@yahoo.com](mailto:farahi2010@yahoo.com)
۳. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [haniyekhirabadi@gmail.com](mailto:haniyekhirabadi@gmail.com)
۴. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [sepide.firouzbakhsh\\_s02@gau.ac.ir](mailto:sepide.firouzbakhsh_s02@gau.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	رنگ ماهیان زینتی از عوامل مؤثر بر فروش و ارزش اقتصادی آن‌ها می‌باشد. امروزه به دلیل قیمت بالای رنگدانه‌های مصنوعی، پژوهش‌های بسیاری جهت ارزیابی پتانسیل مواد طبیعی به عنوان رنگدانه انجام می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی عملکرد رشد و رنگ‌پذیری ماهی سوروم تغذیه شده با جیره‌های حاوی پودر گیاه گلرنگ در سطوح صفر (شاهد)، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ درصد به مدت ۸ هفته بود. هر تیمار شامل: ۳ تکرار بود و در هر تکرار تعداد ۱۰ قطعه ماهی قرار گرفت. به منظور بررسی عملکرد رشد، زیست‌سنجی ماهیان هر دو هفته یکبار انجام شد و شاخص‌هایی مانند: وزن نهایی، میزان افزایش وزن، میزان غذای مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، کارایی غذا، شاخص وضعیت، شاخص قیمت و درصد بازماندگی محاسبه شد. در پایان دوره پرورش، از ۶ ماهی در هر تیمار عکس دیجیتال با شرایط ثابت و نور یکسان تهیه شد و برای ارزیابی میزان تغییر رنگ ایجاد شده از سیستم رنگ‌سنجی $L^*a^*b^*$ با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر هیو (معرف رنگ دیده شده) و کروما (معرف شدت وضوح رنگ) تعیین شد. از نرم‌افزار SPSS (version 19) برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. از آزمون یک‌طرفه آنوا و آزمون تکمیلی دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت میانگین هر تیمار در هر آزمایش با بقیه تیمارها استفاده شد. نتایج نشان داد که برخی از شاخص‌ها مانند ضریب تبدیل غذایی، نرخ
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۶	
واژه‌های کلیدی: رشد، رنگ‌پذیری، سوروم، گلرنگ	

---

رشد ویژه، کارایی غذا، شاخص وضعیت، شاخص قیمت و درصد بازماندگی در تیمار دوم (۶ درصد) به‌طور معناداری در مقایسه با سایر گروه‌ها ارتقا یافت. بر اساس یافته‌های این مطالعه، اختلاف قابل‌توجهی در مؤلفه‌های رنگ‌سنجی پوست ماهیان در ناحیه باله و تنه در گروه‌های مختلف آزمایشی مشاهده نشد، هر چند که این مؤلفه‌ها در تیمار دوم (۶ درصد) نسبتاً بهبود یافته بود.

---

استناد: سوداگر، محمد، فرحی، امین، خیرآبادی، هانیه، فیروزبخش، سپیده (۱۴۰۳). تأثیر سطوح مختلف پودر گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) بر عملکرد رشد و رنگ‌پذیری ماهی سوروم (*Herostichus longicaudus*). نشریه بهره‌برداری و پرورش

آبزیان، ۱۳ (۳)، ۲۱۱-۲۲۳.

DOI: 10.22069/japu.2023.21045.1743



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

---

## مقدمه

علی‌رغم قیمت بالای آستاگزانتین، اکثر تولیدکنندگان ماهی آزاد در اروپا با استفاده از این ماده باعث ایجاد طیف‌های رنگ نارنجی و حتی قرمز در ماهی می‌گردند (۴). ماهی‌ها معمولاً قادر به سنتز کاروتنوئید مورد نیاز برای ایجاد رنگ مناسب در خود نیستند و باید این مواد به خوراک ماهی اضافه گردند (۵). امروزه استفاده از کاروتنوئیدهای مصنوعی مانند: آستاگزانتین که به‌طور وسیعی برای بهبود رنگ انواع آبزیان استفاده می‌گردد، در کشور به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است؛ بنابراین با توجه قیمت بسیار بالای این ترکیبات، می‌توان از مواد طبیعی گیاهی که حاوی مقادیر مختلفی از رنگدانه‌های طبیعی می‌باشند، استفاده نمود و در صورت اعمال اثرات مشابه در ماهی، به‌عنوان جایگزینی مناسب برای آستاگزانتین مورد استفاده قرار گیرد (۶). رنگ‌های خوراکی مصنوعی شاید در مقادیر بسیار اندک مجاز باشد و تهدیدی جدی برای سلامت انسان‌ها محسوب نشود؛ اما استفاده مداوم از آن‌ها در بسیاری از مواد غذایی پرمصرف ممکن است در طولانی‌مدت عوارض ناگواری بر سلامت انسان‌ها داشته باشد. نگرانی‌های جامعه پزشکی در مورد رنگ‌های خوراکی مصنوعی ممکن است تقاضا را برای رنگ استخراج شده از اندام‌های گیاهان افزایش دهد. یکی از گیاهان بسیار خوش‌رنگ و پرخاصیت که از خانواده کاسنی محسوب می‌شود، گلرنگ است. گلرنگ ضمن این‌که چاشنی ارزان‌تری نسبت به زعفران است تقریباً همان رنگ را ایجاد می‌کند، بلکه به‌دلیل وجود خواص شگفت‌انگیز می‌تواند جایگزین فوق‌العاده‌ای برای بسیاری از رنگ‌های پرضرر مصنوعی باشد. رنگ استخراج شده از گلرنگ نه تنها برای بدن انسان تقریباً بی‌ضرر است، بلکه می‌تواند بسیار سودمند و گاهی حتی بسیار کاربردی‌تر از زعفران باشد. گلرنگ، گیاهی است که به‌طور عمده در آب و هوای گرم و خشک

یکی از جذاب‌ترین ویژگی‌های موجودات آبی رنگ آن‌ها می‌باشد که منبع رنگی آن‌ها از مواد غذایی موجود در محیط زیست طبیعی آن‌ها می‌باشد (۱). رنگ بدن موجودات زنده تابع دو عامل ژنتیکی و تغذیه‌ای است که در ماهی در درجه اول عمدتاً به‌دلیل حضور کروماتوفورها می‌باشد که محتوی رنگدانه‌ها است. کلمه رنگدانه از واژه لاتین پیگمنتوم<sup>۱</sup> منشأ گرفته که به مواد رنگی اطلاق می‌شود و در ضمن تصویری از رنگ را ایجاد می‌کند. در زیست‌شناسی هر ماده‌ای که قابلیت رنگ بخشیدن به بافت‌ها یا سلول‌های حیوانات و گیاهان را داشته باشد، می‌توان رنگدانه یا پیگمان نامید (۲). رنگ به‌عنوان یک عامل مهم در زندگی همه موجودات زنده، نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند و وظایف متعدد و مهمی در ماهی به عهده دارد، از جمله این که در مراحل نوزادی، دستگاه عصبی مرکزی را از نور محافظت می‌کند و یا به تنظیم درجه حرارت بدن یاری می‌رساند؛ با این وجود بسیاری از وظایف رنگ، در رابطه با اکولوژی یا رفتار ماهی است و برای اهدافی مانند: مخفی کردن، آگاهی دادن یا تغییر قیافه به‌کار می‌رود (۳). در حال حاضر در پرورش انواع موجودات آبی از انواع رنگدانه‌ها استفاده می‌کنند تا به این ترتیب از این افزودنی به‌عنوان یک عامل خوش‌رنگ‌کننده پوست بدن آبزیان، بهره‌های لازم تجاری برده شود. اثر کاروتنوئیدها بر رنگ ماهی از نظر بازارپسندی هم در ماهیان خوراکی (مانند آزادماهیان) و هم در ماهیان زینتی قابل‌توجه است، به‌طوری‌که امروزه رنگ ماهی را بر اساس درخواست بازار با انواع کاروتنوئیدهای طبیعی یا مصنوعی تنظیم می‌نمایند (۱). در برخی ماهیان خوراکی مثل: آزادماهیان رنگ ماهی (پوست و عضله) در بازارپسندی ماهی نقش زیادی داشته، به‌طوری‌که

## 1- Pigmentum

می‌باشد (۱۱، ۱۲، ۱۳). بررسی‌ها نشان داده‌اند اسیدهای چرب نقش مهمی در فعالیت‌های زیستی و فیزیولوژیکی آبزیان ایفا می‌نمایند. نقش حیاتی این اسیدهای چرب دخالت در ساختار غشایی و حفظ خاصیت ارتجاعی بدن، تنظیم سیستم اسمزی، سنتز هورمون‌های غدد درون ریز جهت رسیدگی گنادها و همچنین فعال نمودن سیستم ایمنی بدن آبی است. پژوهش‌های انجام شده، نشان داد که اسیدهای چرب اشباع نشده روغن گلرنگ به‌ویژه اسید لینولئیک، سبب افزایش حساسیت به انسولین در سلول‌های کبدی موش شده و همچنین عصاره دانه‌های گلرنگ، سبب کاهش چربی‌های مختلف کبدی و پلاسمایی در موش‌های هیپرکلسترولمیکی شده است (۱۴، ۱۵). پژوهش‌های درون تستی و برون تستی نشان می‌دهند که هیدروکسی ساف فلورزرد A دارای اثر حفاظتی از سیستم عصبی است (۱۶). در نهایت باید توجه داشت که پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان به قابلیت دسترسی به غذای مناسب جهت تغذیه بستگی دارد تا بتواند سلامتی و رشد را برای مولد و نیز در مراحل نوزادی تامین نماید (۱۷). از طرف دیگر در پرورش ماهی اصلی‌ترین مسأله تامین غذایی مناسب با کیفیت بالاست که به راحتی توسط ماهی پذیرفته و هضم شود (۱۸).

امروزه آکواریوم و ماهیان زینتی به خوبی توانسته‌اند در این دنیای صنعتی، جای خود را در خانه‌های مردم باز کنند و این شاخه از علم شیلات به یک صنعت بزرگ و تجارتي سودآور تبدیل شده است. ماهیان زینتی آب شیرین در مناطق مختلفی از جهان یافت می‌شوند و در صنعت آکواریوم مورد بهره‌برداری و تکثیر و پرورش قرار می‌گیرند. ماهی سوروم (*Heros severum*) از خانواده سیکلیده، یک ماهی نسبتاً صلح‌جو و بومی آمریکای جنوبی و رودخانه آمازون بوده و حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر

رشد می‌کند. دانه‌های روغنی آن منبعی برای استخراج روغن‌های گیاهی است و از دیرباز غذایی کامل برای پرندگان محسوب می‌شد. از گل‌های گلرنگ برای رنگین‌کردن خوراکی‌ها و به‌عنوان منبعی برای استخراج رنگ طبیعی استفاده می‌کنند؛ علاوه بر این، گل‌های گلرنگ در بسیاری از موارد برای مقاصد دارویی نیز به‌کار می‌رود (۷). گلرنگ با اسامی زعفران کاذب، زعفران خاردار، زعفران رنگرزی و ... نیز شناخته می‌شود. خاستگاه این گیاه مناطقی واقع در بین قسمت‌های شرقی مدیترانه و خلیج فارس می‌باشد. در بین گیاهان متداول روغنی، گلرنگ بومی کشور ایران، به‌عنوان یکی از مراکز تنوع آن شناخته شده است. سازگاری وسیع این دانه روغنی به شرایط مختلف آب و هوایی به اثبات رسیده و گونه‌های وحشی آن در سراسر کشور مشاهده می‌شود. توده‌های بومی گلرنگ زراعی در اکثر مناطق ایران وجود دارد. در گذشته از گلچه‌های این گیاه به‌عنوان رنگ خوراکی و صنعتی استفاده می‌شد و دانه آن نیز به مصرف ماکیان می‌رسید (۸). گلرنگ یکی از گیاهان دارویی است که در طب سنتی برای درمان بیماری‌های قلبی، روماتیسم و دیابت استفاده می‌شود (۸). بررسی‌ها نشان می‌دهند که گل‌های گلرنگ حاوی فلاونوئیدهایی مانند: کوئرستین، کامپفرول و نیز مواد رنگی از گروه کالکون‌ها شامل: ایزوکارتامین، ساف فلامین (A)، ساف فلامین (C)، ساف فلورزرد (A)، هیدروکسی ساف فلورزرد (A) می‌باشد (۷، ۹، ۱۰). دانه‌های گلرنگ دارای ۳۰ تا ۳۷ درصد پروتئین و ۴۵ تا ۶۵ درصد چربی می‌باشد. از روغن گلرنگ در طب‌باخی، تهیه صابون، رنگ و مواد پوشاننده مشابه مصرف می‌شود. اسیدهای چرب اشباع شده آن در مجموع ۶ تا ۹ درصد می‌باشد که نوع اشباع نشده آن اسید لینولئیک (۶۳ تا ۷۲ درصد)، اسید اولئیک (۱۶ تا ۲۵ درصد) و اسید لینولئیک (۱ تا ۶ درصد)

رشد می‌کند. این ماهی همه‌چیزخوار بوده و در هر نوع شرایطی مطابق با شرایط اقلیمی آن نواحی قادر به زندگی خواهد بود. ماهی سوروم حدود سی و هفت سال پیش وارد ایران شد و یکی از گونه‌های پرطرفدار در میان ماهیان آکواریومی محسوب می‌شود. سوروم‌ها در چند رنگ شامل: زرد طلایی، زرد مایل به سفید، خاکستری با خطوط راه راه سیاه، بنفش و سبز در بازار یافت می‌شوند (شکل ۱). این ماهی به‌طور معمول در ۱/۵ سالگی بالغ می‌شود و در طول دوره زندگی به‌طور میانگین ۱۰ تا ۱۲ بار تخم‌ریزی کرده و در هر بار تعداد قابل‌توجهی تخم تولید می‌کند (۱۹). با توجه به این‌که در صنعت ماهیان زینتی زیبایی و اندازه ماهیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ بنابراین هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات پودر گیاه گلرنگ بر میزان رشد ماهی سوروم بود.

### مواد و روش‌ها

**تهیه ماهی:** تعداد ۱۵۰ قطعه ماهی سوروم با طول تقریبی  $9 \pm 1$  سانتی‌متر و وزن تقریبی  $2 \pm 20$  گرم از یک کارگاه تولید ماهیان زینتی در تهران خریداری

شد. سپس ماهیان به‌مدت یک هفته به‌منظور سازگاری با محیط جدید (کارگاه خصوصی ماهیان زینتی در شهرستان بابل) مورد پرورش قرار گرفته و روزانه سه بار توسط جیره پایه (بیومار ساخت شرکت فرانسه) تغذیه شدند. از آن‌جایی‌که ماهیان از تهران خریداری شدند، طی دوره حمل و نقل دچار تنش شده و پس از قرارگیری در محیط کارگاه سازگاری آن‌ها با محیط جدید با دشواری‌هایی همراه بوده است. به همین دلیل و به‌منظور ایجاد آرامش در ماهیان و تقلیل میزان تلفات ناشی از حمل و نقل طولانی، ماهیان در حمام نمک قرار گرفتند. ضمناً به‌علت تفاوت سختی آب در کارگاه تولید ماهیان زینتی در تهران و محل اجرای آزمایش ماهیان، جهت کاهش میزان سختی، آب محیط پرورش از رزین عبور داده شده و سپس مورد استفاده قرار گرفت.

**پودر گلرنگ:** پودر گیاه گلرنگ مورد استفاده در این آزمایش از یک فروشگاه گیاهان دارویی واقع در تهران خریداری شد. ترکیب تقریبی پودر گلرنگ به شرح جدول ذیل می‌باشد:

جدول ۱- آنالیز پودر گیاه گلرنگ.

ترکیب	درصد
پروتئین	۱۳/۸۸
چربی	۵/۶۶
خاکستر	۶/۸۷
رطوبت	۶/۰۴
کربوهیدرات	۴۲/۵۴

۷ درصد اسیدهای چرب اشباع شده، ۲۰ درصد اسید اولئیک، ۶۵ درصد اسید لینولئیک و ۵ درصد اسید لینولئیک دارد.

میوه گلرنگ دارای پروتئین و حدود ۶۰ درصد روغن است که اگر به‌طریقه فشار سرد به‌دست آید روغن خوبی برای تغذیه است. این روغن حدود

شد و بعد از یک ساعت قراردادن در هود ۴۰ درجه سانتی‌گراد، تا زمان مصرف به فریزر ۲۰- درجه منتقل شد. ماهیان روزانه ۳ بار و در ساعات ۸، ۱۲ و ۱۶ و تا حد سیری تغذیه شدند. برای تأمین اکسیژن از دستگاه هواده مرکزی و سنگ هوا در هر آکواریوم استفاده شد. دمای محیط پرورش نیز حدود  $26 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد بود. دوره نوری نیز شامل: ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود.

تیماربندی و جیره غذایی: این آزمایش شامل ۵ تیمار با سطوح صفر (گروه شاهد)، ۳، ۶، ۹، ۱۲ درصد پودر گیاه گلرنگ در جیره غذایی طراحی گردید که هر تیمار شامل: ۳ تکرار بود. جدول‌های زیر ترکیب جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش را نشان می‌دهد. برای تهیه جیره مواد اولیه با دستگاه مخلوط‌کن همگن شد. سپس با استفاده از چرخ گوشت به صورت پلت‌های با اندازه مناسب درآورده

جدول ۲- ترکیبات جیره‌های غذایی مورد استفاده.

تیمار ۴	تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	شاهد	مواد اولیه (درصد)
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	پودر ماهی
۱۰	۱۳	۱۶	۱۷	۱۷	آرد گندم
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	آرد سویا
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	روغن سویا
۱۲	۹	۶	۳	۰	پودر گلرنگ
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مکمل ویتامین
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مکمل معدنی
-	-	-	۲	۵	فیلر

جدول ۳- تجزیه جیره‌های غذایی مورد استفاده.

تیمار ۴	تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	شاهد	ترکیب
۴۲/۲۴	۴۲/۱۹	۴۲	۴۱/۸۷	۴۱/۴۵	پروتئین (درصد)
۸/۳	۸/۱۲	۷/۹۶	۷/۷۹	۷/۶۲	چربی (درصد)
۱۲	۱۱/۹	۱۱/۷۵	۱۱/۵۶	۱۱/۳۵	خاکستر (درصد)
۱۲/۷۴	۱۲/۲۳	۱۲/۹۳	۱۳/۱۰	۱۲/۳۱	کربوهیدرات
۳۶۵۰	۳۷۳۰	۳۸۱۰	۳۸۳۷	۳۸۳۷	انرژی (کیلوژول)

بررسی شاخص‌های رشد و مصرف جیره: در پایان دوره پرورشی شاخص‌های رشد به شرح ذیل مورد بررسی قرار گرفت (۲۰):

افزایش وزن بدن = میانگین وزن انتهای دوره به گرم - میانگین وزن ابتدای دوره به گرم

درصد افزایش وزن بدن = {میانگین وزن ابتدای دوره به گرم / (میانگین وزن ابتدای دوره به گرم - میانگین وزن انتهای دوره به گرم)} × ۱۰۰

نرخ رشد ویژه (درصد در روز) = {زمان / لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم - لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم} × ۱۰۰

غذای نسبی خورده شده روزانه = {زمان / ۰/۵ (میانگین وزن اولیه به گرم × میانگین وزن نهایی به گرم / (غذای خورده شده به ازای یک ماهی × ۱۰۰)}

فاکتور وضعیت = {۳ میانگین طول انتهای دوره به سانتی‌متر / میانگین وزن انتهای دوره به گرم} × ۱۰۰

کارایی غذا (درصد) = (مقدار غذای خورده شده به گرم) / (افزایش وزن بدن به گرم) × ۱۰۰

درصد بازماندگی = (تعداد بچه‌ماهیان در ابتدای دوره / تعداد بچه‌ماهیان باقی‌مانده در انتهای دوره) × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی = افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار غذای خورده شده (گرم)

ضریب تغییرات وزنی = {میانگین وزن نهایی به گرم} / (انحراف معیار وزن نهایی به گرم) × ۱۰۰

شاخص قیمت (تومان) = ضریب تبدیل غذا × قیمت یک کیلوگرم غذا

**بررسی رنگ پوست:** در انتهای دوره از ۶ ماهی در هر تیمار پس از بیهوش نمودن با سطح ۱۰۰ گرم در لیتر پودر گل میخک عکس‌برداری شد. برای اندازه‌گیری میزان تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی از روش توصیه شده توسط یام و پاپاکادیس (۲۱) استفاده گردید.

این روش مبتنی بر پردازش تصویر گرفته شده توسط دوربین دیجیتال با میزان نور و شرایط کاملاً مشابه می‌باشد. برای ایجاد شرایط یکسان در تصویربرداری از یک جعبه یونولیتی با پوشش کاملاً سیاه داخلی مجهز به یک لامپ فلئوروسنت ۲۰ وات و دوربین Canon استفاده شد. آنالیز عکس گرفته شده توسط نرم‌افزار فتوشاپ انجام گردید. این نرم‌افزار رنگ را بر اساس سه فاکتور کمی بیان می‌نماید که شامل: مقادیر  $L^*a^*b^*$  می‌باشند (۲۲). مقادیر هیو و کروما براساس رابطه  $H_{ab} = \arctan(b/a)$  و  $C_{ab} = (a^2 + b^2)^{1/2}$  اندازه‌گیری گردید (۲۳).

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** از نرم‌افزار SPSS (version 16) برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. از آزمون یک‌طرفه آنوا و آزمون تکمیلی دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت میانگین هر تیمار در هر آزمایش با بقیه تیمارها استفاده شد.

### نتایج و بحث

به وضوح مشخص شده است که گیاهان دارویی و یا عصاره‌های حاصل از آن‌ها دارای فعالیت‌های ضدباکتریایی مؤثری می‌باشند. ترکیبات موجود در گیاهان دارویی و یا عصاره‌های آن‌ها مانند: فنول‌ها، پلی‌ساکاریدها، پروتوگلیکان‌ها و فلاونوئیدها نقش مهمی را در کنترل بیماری‌های باکتریایی ایفا می‌نمایند. ترکیبات گیاهی توانایی جلوگیری از تولید اکسیدان‌ها و از بین بردن رادیکال‌های آزاد را دارند و بنابراین اثرات مثبتی بر کاهش استرس در ماهیان خواهند داشت. هم‌چنین بهبود عملکرد رشد، به‌خاطر ترکیبات موجود در گیاهان دارویی و یا از طریق افزایش هضم و جذب در روده و یا تأثیر مستقیم بر فلور میکروبی روده و در نتیجه افزایش اشتها و ارتقای سنتز پروتئین در آبزیان می‌باشد (۲۴).

نتایج حاصل از عملکرد رشد ماهی سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف پودر گلرنگ طی ۸ هفته در جدول زیر نشان داده شده است.



جدول ۴- عملکرد رشد ماهیان سورم تغذیه شده با جیره غذایی حاوی سطوح متفاوت پودر گیاه گلرنگ.

شاخص	گروه	شاهد	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم
طول اولیه (سانتی متر)	۸/۹۲±۰/۱۵	۸/۵۸±۰/۴۳	۸/۸۳±۰/۱۵	۸/۶۹±۰/۳۰	۸/۶۹±۰/۳۰	۸/۶۹±۰/۳۰
طول نهایی (سانتی متر)	۱۰/۲۹±۰/۷۰	۹/۸۳±۱/۰۶	۱۰/۵۵±۰/۵۸	۹/۷۷±۰/۹۷	۱۰/۱۵±۰/۶۳	۱۰/۱۵±۰/۶۳
وزن اولیه (گرم)	۲۲/۶۶±۳/۵۴	۱۹/۵۶±۴/۰۵	۲۰/۰۰±۲/۶۴	۱۹/۰۸±۳/۸۷	۱۹/۲۰±۲/۹۲	۱۹/۲۰±۲/۹۲
وزن نهایی (گرم)	۳۰/۰۵±۷/۳۶ <sup>a</sup>	۲۶/۴۲±۷/۸۶ <sup>b</sup>	۳۰/۷±۴/۵۹ <sup>a</sup>	۲۴/۳۳±۵/۸۶ <sup>b</sup>	۲۴/۸۷±۴/۶۶ <sup>b</sup>	۲۴/۸۷±۴/۶۶ <sup>b</sup>
وزن اکتسابی (گرم)	۷/۳۹±۳/۹۶ <sup>a</sup>	۶/۸۵±۴/۳۰ <sup>a</sup>	۱۰/۷۰±۲/۵۲ <sup>b</sup>	۵/۲۵±۲/۲۰ <sup>a</sup>	۵/۶۷±۱/۹۷ <sup>a</sup>	۵/۶۷±۱/۹۷ <sup>a</sup>
ضریب تبدیل غذایی	۲/۰۴±۰/۷۲ <sup>ab</sup>	۲/۶۷±۱/۱۷ <sup>ab</sup>	۱/۵۳±۰/۳۸ <sup>b</sup>	۳/۲۲±۰/۶۸ <sup>a</sup>	۲/۶۴±۰/۹۰ <sup>ab</sup>	۲/۶۴±۰/۹۰ <sup>ab</sup>
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۰/۲۱±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۰/۲۲±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۰/۳۳±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۱۸±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۰/۲۰±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۰/۲۰±۰/۰۴ <sup>a</sup>
فاکتور وضعیت	۲/۷۲±۰/۲۰ <sup>a</sup>	۲/۷۳±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۲/۶۰±۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۲/۶۰±۰/۲۹ <sup>ab</sup>	۲/۳۶±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۲/۳۶±۰/۱۴ <sup>b</sup>
غذای مصرفی (گرم)	۱۲/۹۵±۱/۸۶ <sup>b</sup>	۱۶/۸۷±۰/۸۳ <sup>a</sup>	۱۵/۷۳±۰/۶۴ <sup>ab</sup>	۱۷/۰۰±۱/۷۷ <sup>a</sup>	۱۴/۶۵±۲/۹۴ <sup>ab</sup>	۱۴/۶۵±۲/۹۴ <sup>ab</sup>
غذای نسبی خورده شده روزانه	۰/۳۶±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۳۲±۰/۰۴ <sup>ab</sup>	۰/۳۰±۰/۰۴ <sup>ab</sup>	۰/۳۴±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۰/۳۱±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۰/۳۱±۰/۰۲ <sup>ab</sup>
کارایی غذا	۵۵/۷۱±۲۵/۵۸ <sup>ab</sup>	۴۲/۶۶±۱۸/۲۶ <sup>ab</sup>	۶۷/۴۹±۱۹/۰۵ <sup>a</sup>	۳۲/۰۶±۷/۶۰ <sup>b</sup>	۴۰/۸۳±۱۱/۹۱ <sup>ab</sup>	۴۰/۸۳±۱۱/۹۱ <sup>ab</sup>
شاخص قیمت (ریال)	۸۱۴۵ <sup>ab</sup>	۱۰۶۷۳ <sup>ab</sup>	۶۱۲۲ <sup>b</sup>	۱۲۹۰۵ <sup>a</sup>	۱۰۵۷۵ <sup>ab</sup>	۱۰۵۷۵ <sup>ab</sup>
درصد بازماندگی	۶۵±۱۹/۱۵ <sup>ab</sup>	۹۳/۳۳±۱۱/۵۵ <sup>a</sup>	۸۶/۶۷±۱۱/۵۵ <sup>a</sup>	۶۶/۶۷±۱۱/۵۵ <sup>ab</sup>	۵۵/۰۰±۱۹/۱۵ <sup>b</sup>	۵۵/۰۰±۱۹/۱۵ <sup>b</sup>

\* حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشد (P&lt;۰/۰۵)

۳۰ گرم/کیلوگرم سیر در جیره غذایی ماهی قزل آلابی رنگین کمان باعث افزایش معنی دار شاخص های رشد در این ماهی نسبت به گروه شاهد شد مطابقت دارد. در همین راستا یافته های عبدی و همکاران (۲۹) روی ماهی اسکار، قدسی و سوداگر (۳۰) و گاز و همکاران (۳۱) روی ماهی گویی و کسیری و همکاران (۳۲) روی فرشته ماهی آب شیرین، همگی بیانگر تأثیر مثبت و معنی دار افزودنی های گیاهی بر شاخص های رشد در این ماهیان بودند. با این حال فراهی و همکاران (۲۷) طی مطالعه اثر افزودن گیاه بادرنجوبه و آلوئه ورا در جیره غذایی ماهی قزل آلابی رنگین کمان و چو (۳۳) با بررسی افزودن پودر پیاز در جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی گزارش کردند که اضافه نمودن این افزودنی های گیاهی تأثیر معنی داری بر میزان رشد ماهیان در گروه های آزمایشی مختلف نداشته است. در مجموع بهبود برخی از

نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری در میزان طول نهایی، وزن نهایی و وزن اکتسابی ماهیان مورد پرورش در گروه های آزمایش مشاهده نشد (P>۰/۰۵)؛ ولی برخی از شاخص ها مانند: ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، کارایی غذا، شاخص وضعیت، شاخص قیمت و درصد بازماندگی در تیمار دوم (۶ درصد) به طور معنی داری در مقایسه با سایر گروه ها ارتقا یافت (P<۰/۰۵). ارتقای رشد تحت تأثیر افزودنی های گیاهی به عواملی هم چون: گونه ماهی، وضعیت تغذیه ای- فیزیولوژیکی ماهی، مقدار یا غلظت مناسب، ترکیبات متشکله گیاه، مدیریت و شرایط پرورشی وابسته است (۲۵، ۲۶، ۲۷). در پژوهش حاضر، شاخص های مختلف رشد ماهیان در تیمار دوم (۶ درصد) نسبت به سایر گروه ها ارتقا یافته است. این نتایج با یافته های فراهی و همکاران (۲۸) که طی مطالعه ای اعلام نمودند افزودن ۱۰، ۲۰ و

یافت. این یافته‌ها با نتایج حاصل از مطالعات صلاح و همکاران (۳۵)، کسیری و همکاران (۳۲) و فراهی و همکاران (۲۷) مطابقت دارد، در حالی که با نتایج مطالعه چو (۳۳) هم‌خوانی ندارد. وی در مطالعه خود بیان نمود که افزودن پودر پیاز در سطوح مختلف در جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی تأثیری بر میزان بقای ماهیان نسبت به گروه شاهد نداشت. افزایش بقای ماهیان در تیمارهای اول و دوم را می‌توان احتمالاً به بهبود عملکرد رشد، فاکتورهای خونی و به‌طور کلی ارتقای سیستم ایمنی و سلامت ماهیان در این تیمارها نسبت داد.

نتایج حاصل از رنگ‌سنجی ماهیان سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف پودر گلرنگ طی ۸ هفته در جدول زیر ارائه شده است. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری بین مؤلفه‌های رنگ‌سنجی در ناحیه تنه و باله ماهی سوروم دیده نشد ( $P > 0.05$ ).

شاخص‌های رشد در تیمار ۶ درصد را به شرح زیر می‌توان تفسیر نمود:

فلاونوئیدهای موجود در گلرنگ مانند: کوئرستین با کاهش آسیب در سلول‌های کبدی و هم‌چنین با کاهش گلوکز، کلسترول، LDL و تری‌گلیسرید سرم و به‌دنبال آن کاهش سطح لیپیدهای کبدی باعث جلوگیری از تشکیل کبد چرب شده (۸، ۳۴)، در نتیجه چربی در جهت آزادسازی انرژی صرف شده و منابع پروتئینی به‌طور مؤثرتری در جهت رشد ماهی مصرف خواهد شد. تضعیف شاخص‌های رشد با افزایش مقدار پودر گلرنگ در جیره را احتمالاً می‌توان به انباشت مواد ضدتغذیه‌ای موجود در جیره نسبت داد. هر چند به‌منظور اظهارنظر قطعی‌تر باید پژوهش‌های بیوشیمیایی و فارماکولوژیکی بیشتری را مدنظر قرار داد.

میزان بقای ماهیان در پایان آزمایش نشان می‌دهد که در تیمارهای آزمایشی اول (۳ درصد) و دوم (۶ درصد) بقای بچه‌ماهیان به‌طور مؤثرتری افزایش

جدول ۵- رنگ‌سنجی ماهیان سوروم تغذیه شده با جیره غذایی حاوی سطوح متفاوت پودر گیاه گلرنگ.

مؤلفه	گروه	شاهد	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم
A	تنه	۵۹/۲۵±۷/۲۷ <sup>a</sup>	۴۹/۵۵±۵/۲۰ <sup>b</sup>	۵۰/۵۰±۳/۳۲ <sup>b</sup>	۵۵/۳۳±۷/۵۷ <sup>c</sup>	۵۲/۳۳±۲/۸۸ <sup>b</sup>
	باله	۱۶/۷۵±۷/۵۳ <sup>a</sup>	۱۹/۷۵±۳/۰۹ <sup>b</sup>	۲۴/۰۰±۶/۸۷ <sup>c</sup>	۲۱/۳۱±۳/۲۱ <sup>b</sup>	۲۰/۳۳±۷/۶۴ <sup>b</sup>
B	تنه	۵/۵۰±۲/۰۸ <sup>a</sup>	۷/۷۵±۱/۸۹ <sup>b</sup>	۸/۰۰±۰/۸۱ <sup>c</sup>	۸/۰۰±۳/۳۵ <sup>c</sup>	۸/۰۰±۳/۵۸ <sup>c</sup>
	باله	۴۵/۷۵±۱۱/۰۸ <sup>a</sup>	۴۵/۵۰±۵/۹۷ <sup>a</sup>	۴۷/۰۰±۳/۱۶ <sup>b</sup>	۴۴/۶۷±۶/۰۲ <sup>a</sup>	۴۶/۰۰±۱/۷۳ <sup>a</sup>
L	تنه	۱۹/۵۰±۵/۴۴ <sup>a</sup>	۱۹/۵۰±۴/۴۳ <sup>a</sup>	۲۳/۵۰±۴/۷۹ <sup>b</sup>	۲۲/۰۰±۵/۲۹ <sup>b</sup>	۲۱/۶۶±۵/۵۰ <sup>b</sup>
	باله	۵۹/۲۵±۴/۹۲ <sup>a</sup>	۵۱/۵۰±۷/۷۲ <sup>a</sup>	۴۹/۵۰±۴/۶۵ <sup>a</sup>	۴۹/۶۷±۶/۴۳ <sup>a</sup>	۵۶/۶۷±۷/۵۰ <sup>a</sup>
Hue	تنه	۷۴/۴۰±۳/۷۰ <sup>b</sup>	۶۸/۰۵±۵/۵۳ <sup>a</sup>	۷۰/۵۲±۵/۴۴ <sup>a</sup>	۷۰/۳۷±۷/۴۴ <sup>a</sup>	۷۰/۱۴±۱۱/۵۴ <sup>a</sup>
	باله	۷۰/۱۵±۳/۱۵ <sup>b</sup>	۶۶/۲۱±۵/۶۰ <sup>a</sup>	۶۳/۳۷±۶/۰۱ <sup>a</sup>	۶۵/۶۱±۲/۴۳ <sup>a</sup>	۶۶/۳۵±۸/۶۹ <sup>a</sup>
Chroma	تنه	۲۰/۲۹±۵/۶۷ <sup>a</sup>	۲۱/۰۵±۴/۴۱ <sup>a</sup>	۲۴/۹۰±۴/۳۰ <sup>b</sup>	۲۳/۵۷±۶/۰۵ <sup>b</sup>	۲۳/۳۸±۵/۶۴ <sup>b</sup>
	باله	۴۸/۷۷±۶/۱۹ <sup>a</sup>	۴۹/۷۸±۴/۶۰ <sup>a</sup>	۵۲/۹۷±۵/۴۲ <sup>b</sup>	۴۹/۵۱±۶/۶۲ <sup>a</sup>	۵۰/۶۷±۱/۸۸ <sup>b</sup>

A: افزایش رنگ قرمز، B: افزایش رنگ زرد، L: مؤلفه روشنایی، Hue: رنگ دیده شده، Chroma: وضوح رنگ

شاهد مشاهده نشد که دلیل آن را می توان به نوع گونه مورد مطالعه و یا غلظت متفاوت گلرنگ نسبت داد. در پژوهش حاضر میزان Hue<sub>ab</sub> که معرف رنگ دیده شده می باشد، در باله کاهش یافت که این کاهش نشانه تفوق رنگ قرمز است، یعنی تجویز گلرنگ باعث گرایش رنگ باله به سمت قرمز گردیده است. افزایش این فاکتور در تنه نشانه تفوق رنگ زرد است. در این جا چون رنگ پوست به طور طبیعی زرد رنگ است، این فاکتور ارتقاء یافته است. C<sub>ab</sub> که معرف شدت و وضوح رنگ قابل مشاهده می باشد، در ناحیه تنه در تیمارهای آزمایشی افزایش داشته است و در ناحیه باله در تیمار دوم (۶ درصد) بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. نتایج مطالعه حاضر با یافته های پژوهش میرکیمی و همکاران (۳۹) مطابقت دارد. آنان با مطالعه اثر گلرنگ بر رنگ پذیری گوشت و پوست ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) بیان نمودند که اختلاف معنی داری بین مؤلفه های رنگ سنجی در تیمارهای حاوی گلرنگ در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد، ولی مؤلفه a\* (رنگ قرمز) افزایش داشته است. در گزارشی دیگر، ماهیان قزل آلائی رنگین کمان تغذیه شده با جیره حاوی فلفل قرمز در پایان دوره پرورش دارای میزان زردی و قرمزی بالاتری در پوست نسبت به تیمار شاهد داشته اند (۴۰). در مجموع می توان گفت افزودن پودر گلرنگ به میزان ۶ درصد به جیره ماهی سوروم منجر به ارتقای عملکرد رشد و بهبود نسبی رنگ این ماهی زیتتی می شود.

رنگ ماهیان زیتتی از مهم ترین مشخصات در ارزش گذاری این ماهیان می باشد (۳۶). نوع رنگ ماهیان به وسیله سیستم های عصبی آندوکرینی کنترل شده، اما منابع غذایی و رنگدانه ها نیز نقش مهمی در تعیین رنگ ایفا می کنند. تأثیر منابع کاروتنوئیدی از دیدگاه رنگدانه ایجاد رنگ مختص هر گونه می باشد؛ به علاوه همه گونه های ماهیان روش های مشابه سوخت و ساز رنگدانه ای نداشته و بنابراین نمی توان یک روش انتقال کلی و سراسری کاروتنوئیدها را در بافت ماهیان در نظر گرفت. به کارگیری کاروتنوئیدها به جهت مزایای مختلف آن ها در حیوانات خون گرم و آبزیان از جمله: تحریک رشد و ایمنی، افزایش مقاومت در برابر بیماری ها و استرس ها و نیز ایجاد رنگ مناسب کاربرد زیادی یافته اند.

برای اندازه گیری رنگ از سیستم های مختلف استفاده می شود که در صنایع غذایی یکی از معتبرترین روش های رنگ سنجی سیستم L\*a\*b\* می باشد (۳۷). با استفاده از این روش دو فاکتور هیو و کروما نیز قابل اندازه گیری است (۳۸).

L\* که مؤلفه روشنایی است و محدوده ۰-۱۰۰ دارد، در تیمار دوم (۶ درصد) کمترین میزان را در باله به خود اختصاص داده است که دلیل آن افزایش رنگ قرمز بوده که سبب ایجاد کدورت در رنگ شده است. مؤلفه a\* نیز که بیانگر افزایش رنگ قرمز می باشد، در تیمار دوم افزایش یافته است. مؤلفه b\* در تیمارهای آزمایشی به دلیل افزایش رنگ زرد ارتقاء یافته است ولی تفاوت معنی داری بین تیمارهای آزمایشی و گروه

## منابع

1. Kop, A., & Durmaz, Y. (2008). The effect of synthetic and natural pigments on the color of the cichlids (*Cichlasoma severum*). *Aquaculture*, 16, 117-122.
2. Shahidi, F., Meusalach, J., & Brown, J. A. (1998). Carotenoid pigments in seafoods and aquaculture. *Critical Review in Food Science*. 38 (1), 1-67.
3. Sattari, M. (2002). *Ichthyology (1), Anatomy and Physiology*. First Edition, Naqsh-e Mehr Publications, Tehran, 662p.

4. Torrissen, O. J., Hardy, R. W., & Shearer, K. D. (1998). Pigmentation of salmonids carotenoid depositin and metabolism. *Review of aquatic sciences*, 1, 209-225.
5. Gourveia, L. A. D., Rema, P. B., Pereira, O. B., & Empis, J. C. (2003). Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. *Aquaculture Nutrition*, 9 (2), 123-129.
6. Hejazi, M. A., Barzegari, A., Gharajeh, N. H., & Hejazi, M. S. (2010). Introduction of a novel 18S rDNA gene arrangement along with distinct ITS region in the saline water microalga *Dunaliella*, *Saline Systems*, 6, 4.
7. Kim, S. K., Cha, J. Y., Jeong, S. J., Chung, C. H., Choi, Y. R., & Cho, Y. S. (2000). Properties of the chemical composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) sprout. *Korean Journal of life Science*. 10, 68-73.
8. Asgari, P., Rahimi, P., Madani, H., Mahzouni, P., & Kabiri, N. (2010). The Effect of Hydroalcoholic Extract of Safflower (*Carthamus tinctorius*) on the Activity of Liver Transaminases in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 12 (1), 46-52.
9. Zhao, M., Ito, Y., & Tu, P. (2005). Isolation of a novel flavanone 6-glucoside from the flowers of *Carthamus tinctorium* (Honghua) by high-speed counter-current chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1090, 193-196.
10. Sato, S., Kusakari, T., Suda, T., Kasai, T., & Kumazawa, T. (2005). Efficient synthesis of analogs of safflower yellow B, carthamin, and its precursor: two yellow and one red dimeric pigments in safflower petals. *Carbohydrate Research*. 340, 389-393.
11. Omidbeigi, R. (1997). Approaches to the production and products of medicinal plants. Volume 2. Publications of Publishers, Tehran, 306-312.
12. Zargari, A. (1992). Herb. Volume 3, Institute of Publishing and Printing, University of Tehran, 31-34.
13. Ide, T., Kushiro, M., & Takahashi, O. (2001). Dietary mold oil rich in gamma linoleic acid increases insulin- dependent glucose utilization in isolated rat adipocytes. *CBP*. 130, 401-409.
14. Ibrahim, A., Natarajan, S., & Ghafoorunissa, A. (2005). Dietary Trans-fatty acids alter adipocyte plasma and insulin sensitivity in rats. *Metabolism clinical and experimental*. 54, 240-246.
15. Moon Kwang-Deog, & Back, S. (2001). Safflower seed extract lower plasma and hepatic lipid in rats fed high- cholesterol diet. *Nutrition Research*. 21, 895-904.
16. Zhu, H., Wang, Z., Ma, C., Tian, J., Fu, F., Li, C., Guo, D., Roeder, E., & Liu, K. (2003). Neuroprotective effects of hydroxysafflor yellow A: in vivo and in vitro studies. *Planta Medicine*. 69 (5), 429-33.
17. Girri, S. S., Sahoo, S. K., SHU, B. B., Sahu, A. K., Mohanty, S. N., Mohanty, P. K., & Ayyapan, S. (2002). Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): Effect of light, photoperiod and feeding regimes, *Aquaculture*, 213, 157-161.
18. Kim, J., Masee, K. C., & Hardy, R. W. (1996). Adult Artemia as food for first feeding coho- salmon (*oncorhynchus kisutch*), *Aquaculture*. 144, 226-277.
19. Moradkhani, Z., Matinfar, A., Soltani, M., & Mousavi, S. H. (2008). The effect of adult *Artemia urmiana* enriched with long-chain unsaturated fatty acid and ascorbic acid on the reproduction of sorghum fish. *Journal of Fisheries*, 2 (4), 9.
20. Tacon, A. G. J. (1990). Standard method for nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. *Argent librations press*, 1, 117.
21. Yam, K. L., & Papadakis, S. E. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of food engineering*, 61 (1), 137-142.
22. Ehtiati, A., Mohebi, H., & Shahidi, F. (2008). Application of Image Processing in Surface Colorimetry of Bread Enriched with Soybean Flour. 18th National Congress of Food Science and Technology, 16-18 October. 8 p.

23. Head, A. B., & Malison, J. A. (2000). Effect of lighting spectrum and disturbance level on the growth and stress responses of yellow perch (*percha flavescens*). *Journal of World Aquaculture Society*, 31, 73-80.
24. Citaracu, T., Babu, M. M., Sekar, R. J. R., & Marian, P. M. (2002). Developing Artemia enriched herbal diet for producing quality larvae in *Penaeus monodon*. *Asian fisheries science*, 15, 21-32.
25. Barreto, M. S. R., Menten, J. F. M., Racanicci, A. M. C., Pereira, P. W. Z., & Rizzo, P. V. (2008). Plant extracts used as growth promoters in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 10, 109-115.
26. Nasir, Z., & Grashorn, M. A. (2010). Effect of *Echinacea purpurea* and *Nigella sativa* supplementation on broiler performance, carcass and meat quality. *Journal of Animal and Feed Science*, 19, 94-104.
27. Farahi, A., Kasiri, M., Sudagar, M., Soleimani Iraei, M., & Zorriehzahra, S. M. J. (2012). Effect of dietary supplementation of *Melissa officinalis* and *Aloe vera* on hematological traits, lipid oxidation of carcass and performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Online Journal of Animal and Feed Research*, 2 (1), 01-05.
28. Farahi, A., Kasiri, M., Sudagar, M., Soleymani Iraei, M., & Darvishi, M. (2010). Effect of garlic (*Allium sativum*) on growth factors, some hematological parameters and body compositions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *AAFL Bioflux*, 3 (4), 317-323.
29. Abdi, A., Alishahi, M., & Mesbah, M. (2010). Comparison of the Effects of Levamisole, Echinacea Extract and Thyme on Survival and Some Growth Factors in Scarfish. The first Iranian Ornamental Fish Conference. July 20 and 21, 2010. 2 p.
30. Ghodsi, Z., & Soudagar, M. (2010). Investigation of the effect of rose extract on the growth of guppies (*Poecilia reticulata*). The 1st Iranian Decorative Fish Conference, July 2010, Tehran.
31. Guz, L., Sopinska, A., & Oniszczuk, T. (2011). Effect of *Echinacea purpurea* on growth and survival of guppy (*Poecilia reticulata*) challenged with *Aeromonas bestiarum*. *Aquaculture Nutrition*, 17 (6), 695-700.
32. Kasiri, M., Farahi, A., & Sudagar, M. (2011). Effects of supplemented diets by levamisole and *Echinacea purpurea* extract on growth and reproductive parameters in angelfish (*Pterophyllum scalare*). *AAFL Bioflux*, 4 (1), 46-51.
33. Cho, S. H., & Lee, S. (2012). Onion powder in the diet of the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*: Effects on the Growth, Body Composition, and Lysozyme Activity. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43 (1), 30-38.
34. Nuraliev, I. U. N., & Avezov, G. A. (1992). The efficacy of quercetin in alloxan diabetes. *EKS Klin Farmako*. Jan; 55 (1), 42-4.
35. Salah, M. A., Mohamed, F. M., & George, J. (2008) *Echinacea* as immunostimulatory agent in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) via earthen ponds experiment; 8-th International Symposium on Tilapia in Aquaculture.
36. Ghiasvand, Z., & Shapuri, M. (2008). The Effect of Natural and Artificial Pigments and Their Comparison on White Scar (*Astronorus ocellatus*). *Journal of Marine Biology*. 1 (3), 78-85.
37. CIE, Commission Internationale de I, Eclairage, 1976. Colorimetry, Publication no15. Bureau central de LaCIE, Vienna, Austria. 14 p.
38. Wyszecki, G., & Stiles, W.S. (1967). Color Science. John Wiley and Sons, New York, USA. 658 p.
39. Mirkarimi, S. A., Yousefi Siah Kalroudi, S., & Foroudi, F. (2014). The use of safflower (*Carthamus tinctorius*) in changing the color of the flesh and skin of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Scientific Quarterly Journal of Animal Environment*. 6 (4), 166-161.
40. Hakan, M., Mahmut, Y., & Yasemen, Y. (2007). Pigmentation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with Carotenoids from Marigold Flower (*Tagetes erecta*) and Red Pepper (*Capsicum annum*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 31 (1), 7-12.

