

مقاله پژوهشی

تاثیر اسانس سیر (*Allium sativum*) در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد،
بیوشیمیایی و خون‌شناسی ماهی حوض (*Carassius auratus*)

عبدالرضا جهانبخشی^{۱*}، الناز عرفانی‌فر^۱، سجاد پورمظفر^{۲*}، اشکان اژدری^۱، سعید تمدنی جهرمی^۲

تاریخ پذیرش: دی ۹۹

تاریخ دریافت: آذر ۹۹

چکیده

در این پژوهش اثر اسانس سیر بر شاخص‌های رشد، خون‌شناسی و بیوشیمیایی ماهی حوض (*Carassius auratus*) مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد ۱۸۰ قطعه ماهی حوض با میانگین وزنی $3/4 \pm 0/2$ گرم در چهار سطح (تیمار یک، شاهد)، ۰/۱ (تیمار دو)، ۰/۱۵ (تیمار سه) و ۰/۲ (تیمار چهار) گرم اسانس سیر در کیلوگرم جیره غذایی (با سه تکرار) طی ۸ هفته بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان داد شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد به صورت معناداری به ترتیب افزایش و کاهش داشت ($P < 0/05$). میزان هماتوکریت، هموگلوبین و گلبول‌های سفید و قرمز خون در تیمارهای حاوی اسانس سیر به صورت معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0/05$). اسانس سیر تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های MCV، MCH و MCHC نداشت ($P > 0/05$). میزان پروتئین خون در تیمارهای تغذیه شده با اسانس سیر به صورت معنی‌داری افزایش و میزان گلوکز خون به صورت معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت ($P < 0/05$). مقدار تری‌گلیسرید در تیمار چهار (۰/۲ گرم در کیلوگرم) کمتر از تیمارهای دیگر بود ($P > 0/05$). همچنین در فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز (ALP)، آسپارات ترانس‌آمیناز (AST) و آلانین ترانس‌آمیناز (ALT) در تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان گفت که افزودن اسانس گیاه سیر می‌تواند به عنوان یک مکمل غذایی مفید برای تقویت شاخص‌های ایمنی (گلبول سفید) و بیوشیمیایی در ماهی حوض مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ماهی قرمز، *Carassius auratus*، اسانس سیر، رشد، هماتوکریت.

۱- استادیار مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران.

۲- استادیار ایستگاه تحقیقات نرم‌تنان خلیج فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرلنگه، ایران.

۳- استادیار پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

* نویسنده مسئول: abdolreza.jahanbakhshi@yahoo.com و Sajjad5550@gmail.com

مقدمه

آلیسین برابر ۱۵ واحد استاندارد پنی‌سیلین تاثیر دارد (Harris et al., 2001). عصاره سیر باعث افزایش سیتوکین‌ها، افزایش فعالیت ماکروفاژها، لنفوسیت‌ها و دیگر سلول‌های سیستم ایمنی می‌شود (Agarwal, 1996).

در پژوهش‌های متعددی گیاه سیر به عنوان ماده محرک رشد، بهبود دهنده کیفیت غذا، دارای خواص ضد میکروبی و ضد قارچی در ماهیان معرفی شده است. مطالعات گوناگونی در زمینه اثر گیاه سیر بر ماهیان مختلف انجام شده است. ابراهیمی و همکاران در سال ۱۳۹۱ و جهان‌جو و همکاران در سال ۱۳۹۶ اثر گیاه سیر را به ترتیب بر فیلم ماهی (*Huso huso*) و ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی قرار دادند و گزارش دادند که استفاده از سیر به عنوان مکمل غذایی منجر به بهبود رشد در این ماهیان شد. در مطالعه‌ای پیغان و همکاران در سال ۱۳۹۳ گزارش دادند که افزودنی خوراکی پودر سیر تاثیری بر رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نداشت. همچنین عملکرد رشد بعد از افزودن سیر در جیره غذایی ماهیان توسط Diab و همکاران در سال ۲۰۰۲ در ماهی تیلایپای نیل (*Oreochromis niloticus*) و اکبری و همکاران در سال ۱۳۹۴

یکی از محرک‌های ایمنی گیاهی و مکمل غذایی در پرورش ماهیان عصاره گیاه سیر با نام علمی *Allium sativum* از نهان‌دانگان تک‌لپه‌ای (Angiospermae)، راسته مارچوبه‌سانان (Asparagales) و بزرگ‌ترین و مهم‌ترین جنس خانواده Alliaceae با حدود ۴۵۰ گونه است (علیشاهی، ۱۳۸۳) که دارای ترکیبات متنوعی از انواع اسیدهای آمینه، مواد آلی (هیدرات کربن، چربی، تریپتوفید، آنزیم، پروستاگلاندین، آلیساتین، آلون و آلیسین)، مواد معدنی (سدیم، پتاسیم، فسفر، آهن، ید، گوگرد، سیلیس و کلسیم)، ویتامین‌ها (C و A)، فلاونوئیدها و ترکیبات فرار و غیرفرار با ارزش دارویی و درمانی قابل توجه است (Sivam, 2001; Hussein et al., 2013). وجود مهم‌ترین ترکیب ارگانوسولفور سیر به نام آلیسین (Allicin) باعث تقویت رشد و پاسخ‌های ایمنی و بیوشیمیایی می‌شود که این گیاه را به عنوان یک ترکیب ضد میکروبی قوی و بهبود دهنده سیستم ایمنی و رشد معرفی کرده است (Tsao and Yin, 2001). آلیسین از واکنش بین آمینواسید غیرپروتئینی آلین با آلیناز هنگام له شدن حبه‌های سیر تازه تشکیل می‌شود. ۱ میلی‌گرم

در ماهی کفال (*Mugil cephalus*) بررسی شد. در مطالعه‌ای دیگر، تنگستانی و همکاران در سال ۱۳۹۰ به بررسی اثر اسانس سیر بر شاخص‌های خونی فیل‌ماهیان جوان پرداختند و گزارش دادند که استفاده از اسانس سیر به جیره غذایی موجب ارتقای سیستم ایمنی و وضعیت فیزیولوژیک سیستم ایمنی این ماهی شد. همچنین این گیاه در گونه‌های پرورشی مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Breyer et al., 2015)، باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) (Talpur and Ikhwanuddin, 2012) و ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) (Ghehdarijani et al., 2016) موجب تقویت سیستم ایمنی و افزایش مقاومت در برابر عوامل استرس‌زا شد و در ماهی بنی (*Mesopota michthys*) (Maniat et al., 2014) افزایش رشد را به دنبال داشت. اما تاکنون مطالعات اندکی در زمینه ماهیان زینتی صورت گرفته است. در مطالعه‌ای جهان‌بخشی و همکاران در سال ۱۳۹۴ گزارش دادند که افزودن اسانس سیر به جیره غذایی ماهی گورامی سه خال (*Trichogaster trichopterus*) موجب بهبود رشد و ایمنی در این ماهی شد. همچنین متین‌فر و همکاران در سال ۱۳۹۶ اثر افزودن سیر به جیره غذایی ماهی گورخری (*Danio rerio*) را مورد بررسی قرار دادند و نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از این گیاه منجر به بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی شد. قطب‌الدین و همکاران در سال ۱۳۹۶ اثر عصاره سیر را بر شاخص‌های ایمنی و بیوشیمیایی ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) مورد بررسی قرار دادند. به علاوه، Pour و همکاران (۲۰۱۴) افزایش رشد را در ماهی گوپی (*Poecilia sphenops*) بعد از تغذیه با جیره غذایی حاوی پودر سیر گزارش دادند.

تکثیر و پرورش ماهیان زینتی به عنوان بخش قابل توجهی از صنعت آبی‌پروری در جهان شناخته شده است که اخیراً باعث اشتغال‌زایی و افزایش درآمد در کشور شده است (عمادی، ۱۳۸۰). ماهی حوض (ماهی قرمز، *Carassius auratus*) از پرطرفدارترین ماهیان زینتی محسوب می‌شود و غالباً برای اهداف مختلف مورد آزمایش قرار می‌گیرد (Kuang et al., 2016). این ماهی از خانواده کپورماهیان (*Cyprinidae*) است که از جنبه زیستی و تغذیه‌ای شبیه کپور معمولی است (وئوقی و مستجیر، ۱۳۹۴). از این رو، با توجه به استفاده فراوان از ماهی حوض در دنیا و اهمیت استفاده از گیاهان دارویی به عنوان

شهری کلرزدایی شده با استفاده از هوادهی و تیوسولفات سدیم برای انجام آزمایش استفاده شد (جهانبخشی و همکاران، ۱۳۹۴). به منظور افزودن اسانس سیر به جیره‌ها، ابتدا خوراک استاندارد تجاری ماهی (شرکت خوراک دام ساری، ایران) با ترکیب پودر ماهی، پودر گوشت، آرد گندم، پودر سویا، روغن ماهی، روغن گیاهی، نشاسته، مکمل ویتامینه، مکمل معدنی و دارای مقادیر تقریبی پروتئین خام 35 ± 2 درصد، چربی خام 10 ± 2 درصد، انرژی قابل هضم 3300 کالری بر گرم، فیبر > 4 درصد، خاکستر > 12 درصد) خریداری و با استفاده از هاون به صورت پودر در آمد. بعد از پودر شدن کامل خوراک، اسانس سیر (*Allium sativum*) با خلوص ۹۵ درصد (باریج اسانس، ایران) در چهار سطح صفر (شاهد)، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ گرم در کیلوگرم با مقداری آب مخلوط شد و به آن اضافه شد و به صورت مخلوط خمیری در آمد. سطوح آزمایشی اسانس سیر بر اساس مطالعات پیشین تعیین شد (جهانبخشی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Shalaby et al., 2006؛ Diab et al., 2002). سپس مخلوط به دست آمده به کمک چرخ گوشت صنعتی به صورت پلت‌هایی به قطر مناسب دهان ماهی تبدیل شد. رشته‌های خارج شده از چرخ گوشت روی

افزودنی‌های غذایی، این آزمایش با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف اسانس گیاه سیر بر شاخص‌های رشد، بقا، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی پلاسما در ماهی حوض در جهت بهبود و ارتقای رشد و دستگاه ایمنی بدن این ماهی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

شرایط نگهداری ماهیان و آماده‌سازی جیره آزمایشی

برای انجام این پژوهش، از یک مرکز خصوصی تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در استان کرمانشاه، ۱۸۰ قطعه ماهی حوض با میانگین وزنی $3/4 \pm 0/2$ گرم تهیه شد و به یک کارگاه خصوصی در شهر کرمانشاه انتقال یافت. پس از انتقال، ماهیان در آکواریوم‌های ۷۰ لیتری نگهداری شدند. ماهیان برای گذراندن دوره تطابق به مدت یک هفته در آکواریوم‌های جداگانه نگهداری شدند. در دوره سازگاری و در طول انجام آزمایش شاخص‌های فیزیوشیمیایی آب شامل دما ($26 \pm 0/5$ درجه سانتی‌گراد) و pH ($7/3 \pm 0/2$) روزانه توسط مولتی‌متر (330i، WTW، آلمان) و سختی آب ($270 \pm 1/5$ میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر) هفتگی (تیتراسیون با EDTA) اندازه‌گیری شد. از آب

رابطه ۱:

$$BWI = (BW_f - BW_i) / BW_i$$

BW_i : وزن ابتدایی (گرم)؛ BW_f : وزن نهایی (گرم).

رابطه ۲:

$$SGR (\%/day) = [(LnW_f - LnW_i) / t] \times 100$$

W_i : وزن ابتدایی (گرم)؛ W_f : وزن نهایی (گرم)؛ t : طول دوره پرورش (روز).

رابطه ۳:

$$FCR = F / (W_f - W_i)$$

F : غذای مصرف شده (گرم)؛ W_i : وزن ابتدایی (گرم)؛ W_f : وزن نهایی (گرم).

نمونه‌برداری از ماهیان

در پایان دوره آزمایش، ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌برداری غذادهی قطع شد. تمام ماهیان به طور انفرادی وزن شدند و طول کل آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد. از هر تکرار ۱۰ ماهی برای خونگیری انتخاب شد. بعد از بیهوشی کامل ماهیان با استفاده از ۰/۷ میلی‌لیتر در لیتر ۲- فنوکسی اتانول (2-Phenoxyethanol) (جهانبخشی و همکاران، ۱۳۹۳)، بدن ماهیان خشک شد و حدود ۲ میلی‌لیتر خون توسط قطع ساقه دمی گرفته شد. برای مطالعات خون‌شناسی، خون درون لوله‌های حاوی ماده ضدانعقاد در مجاورت یخ نگهداری شد. برای بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی خون،

سینی‌های توری گسترده شد و در فضای اتاق به مدت ۲۴ ساعت کاملاً خشک شد. در پایان پلت‌ها در بسته‌های مناسب بسته‌بندی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

پس از سازگاری کامل ماهیان با شرایط آزمایشی، ماهیان در ۱۲ آکواریوم آزمایشی که در هر آکواریوم ۱۵ قطعه ماهی قرار داشت، تقسیم شدند (چهار تیمار، هر یک با سه تکرار). به مدت ۸ هفته ماهیان با غذای آزمایشی سه بار در روز (در ساعت‌های ۸، ۱۴ و ۲۰) و به میزان ۳ درصد وزن بدن تغذیه شدند. شرایط محیطی به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. برای آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد ماهیان، در ابتدای دوره پرورش و در طول دوره پرورش هر ۱۵ روز زیست‌سنجی صورت گرفت. به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، تمامی ماهیان واحدهای آزمایشی، به صورت انفرادی در پایان آزمایش زیست‌سنجی شدند و وزن و طول آن‌ها ثبت شد. با استفاده از داده‌های به دست آمده از زیست‌سنجی‌ها، شاخص‌های درصد افزایش وزن بدن (BWI) (Wahli et al., 2003)، نرخ رشد ویژه (SGR) (Misra et al., 2006) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Lim et al., 2000) بر اساس رابطه‌های ۱ تا ۳ محاسبه شد.

لام نئوبار و میکروسکوپ شمارش شد (Svobodova et al., 1991).

برای شمارش گلبول‌های سفید (WBC)، نمونه خون با پیپت ملانژور سفید تا خط نشانه ۰/۵ کشیده شد و برای رقیق کردن آن از محلول تورک تا خط نشانه ۱۱ استفاده شد. تعداد گلبول‌های سفید نیز با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ شمارش شد (Svobodova et al., 1991).

شاخص‌های گلبول قرمز شامل MCV (میانگین حجم سلولی، Mean Corpuscular Volumes)، MCH (میانگین هموگلوبین سلولی، Mean Corpuscular Hemoglobin) و MCHC (میانگین غلظت هموگلوبین سلولی، Mean Corpuscular Hemoglobin Concentrations) با استفاده از رابطه‌های ۴ تا ۶ محاسبه شدند (Akbari and Jahanbakhshi, 2018).

رابطه ۴:

$$MCV (\text{fL}) = [\text{Hct} / \text{RBC (per million)}] \times 10$$

رابطه ۵:

$$MCH (\text{pg}) = [\text{Hb} / \text{RBC (per million)}] \times 10$$

رابطه ۶:

$$MCHC (\%) = (\text{Hb} / \text{Hct}) \times 100$$

نمونه‌های خون درون لوله‌های آزمایش بدون ماده ضدانعقاد به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند تا کاملاً منعقد شوند. بعد از این مرحله نمونه‌های سرم به مدت ۵ دقیقه در دور ۵۰۰۰g سانتریفیوژ (5417R, Eppendorf, آلمان) شدند.

در آزمایشگاه خون‌شناسی مقادیر گلوکز، پروتئین، تری‌گلیسرید، آنزیم‌های AST، ALP، ALT و پروتئین سرم با کمک کیت‌های تشخیصی (پارس آزمون، ایران) و به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر (Shimadzu, 3600، ژاپن) اندازه‌گیری شد (Tamadoni Jahromi et al., 2021). هموگلوبین (Hb) با استفاده از روش سیانومت هموگلوبین و درصد هماتوکریت (Hct) به روش میکروهماتوکریت با استفاده از لوله‌های مویین و سانتریفیوژ در دور ۱۵۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۵ دقیقه اندازه‌گیری شد (Svobodova et al., 1991).

برای شمارش گلبول‌های قرمز (RBC) ابتدا

نمونه خون با پیپت ملانژور قرمز تا خط نشانه ۰/۵ کشیده شد و برای باقی مانده آن تا خط نشانه ۱۰۱ از محلول رقیق کننده گاور (سولفات سدیم ۱۲/۵ گرم، اسید استیک گلاسیال ۳۳/۳ میلی‌لیتر، آب مقطر ۲۰۰ میلی‌لیتر) استفاده شد. سپس تعداد گلبول‌های قرمز با استفاده از

تحلیل آماری

جدول ۱). در طول آزمایش هیچ تلفاتی در بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد. بر اساس داده‌های موجود در جدول ۲، بیشترین میزان هماتوکریت، هموگلوبین و گلبول‌های سفید و قرمز در تیمار حاوی بالاترین غلظت اسانس سیر (۰/۲ گرم در کیلوگرم) دیده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و دیگر تیمارهای آزمایشی بود ($P < 0/05$). اختلاف معنی‌داری در میزان MCH، MCV و MCHC بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P > 0/05$).

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، کمترین میزان گلوکز خون در تیمار حاوی بالاترین غلظت اسانس سیر وجود داشت که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و دیگر تیمارهای آزمایشی بود، این در حالی است که در همین تیمار آزمایشی بیشترین میزان پروتئین در خون ماهیان وجود داشت که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و تیمارهای آزمایشی دیگر بود ($P < 0/05$). تفاوت معنی‌داری در میزان تری‌گلیسرید، ALP، AST و ALT در تیمارها به مشاهده نشد ($P > 0/05$).

نرمال بودن داده‌ها بر اساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 22 استفاده شد. به طوری که با توجه به نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه بین تیمار آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0/05$) به کار رفت و برای مقایسه بین میانگین‌ها نیز از پس‌آزمون چند دامنه دانکن (Duncan) استفاده شد. تمام داده‌های متن بر اساس میانگین \pm انحراف معیار ارائه شده‌اند.

نتایج

ماهیان حوض تیمار شده با جیره حاوی ۰/۲ گرم بر کیلوگرم اسانس سیر دارای بیشترین افزایش وزن و نرخ رشد ویژه و کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارهای آزمایشی بود و اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت ($P < 0/05$). همچنین تیمار حاوی ۰/۱۵ و ۰/۲ گرم در کیلوگرم اسانس سیر نیز دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد بود ($P < 0/05$ ؛

جدول ۱: تاثیر سطوح مختلف اسانس سیر بر شاخص‌های رشد ماهی حوض (میانگین \pm انحراف معیار)

تیمارهای آزمایشی				شاخص‌ها
تیمار ۰/۲	تیمار ۰/۱۵	تیمار ۰/۱	شاهد (۰)	
۳/۴۶ \pm ۰/۱۰ ^a	۳/۴۲ \pm ۰/۱۸ ^a	۳/۴۹ \pm ۰/۱۵ ^a	۳/۴۵ \pm ۰/۱۳ ^a	میانگین وزن اولیه (g)
۹/۶۲ \pm ۰/۴۳ ^d	۸/۹۱ \pm ۰/۳۹ ^c	۷/۷۵ \pm ۰/۶۲ ^b	۷/۱۸ \pm ۰/۵۳ ^a	میانگین وزن انتهایی (g)
۶/۱۶ \pm ۰/۳۳ ^d	۵/۴۹ \pm ۰/۲۱ ^c	۴/۲۶ \pm ۰/۴۷ ^b	۳/۷۳ \pm ۰/۴۰ ^a	افزایش وزن نهایی (g)
۱/۶۴ \pm ۰/۰۳ ^d	۱/۵۳ \pm ۰/۰۵ ^c	۱/۴۲ \pm ۰/۰۶ ^b	۱/۲۳ \pm ۰/۰۳ ^a	نرخ رشد ویژه (%/day)
۲/۰۳ \pm ۰/۰۶ ^d	۲/۲۵ \pm ۰/۰۴ ^c	۲/۴۱ \pm ۰/۰۵ ^b	۲/۵۴ \pm ۰/۰۲ ^a	ضریب تبدیل غذایی

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

جدول ۲: تاثیر سطوح مختلف اسانس سیر بر شاخص‌های خون‌شناسی ماهی حوض (میانگین \pm انحراف معیار)

تیمارهای آزمایشی				شاخص‌ها
تیمار ۰/۲	تیمار ۰/۱۵	تیمار ۰/۱	شاهد (۰)	
۶/۶۱ \pm ۰/۳۸ ^c	۵/۷۴ \pm ۰/۵۳ ^b	۵/۶۲ \pm ۰/۶۱ ^b	۴/۳۵ \pm ۰/۳۳ ^a	هموگلوبین (g/dL)
۲۹/۵ \pm ۱/۰۹ ^c	۲۷/۱ \pm ۱/۰۲ ^b	۲۶/۱ \pm ۱/۰۸ ^b	۲۴/۸ \pm ۱/۰۵ ^a	هماتوکریت (%)
۹/۶۲ \pm ۰/۳۹ ^d	۹/۲۳ \pm ۰/۳۸ ^c	۸/۹۵ \pm ۰/۴۲ ^b	۸/۷۲ \pm ۰/۷۷ ^a	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)
۴/۹۶ \pm ۰/۳۶ ^d	۴/۷۳ \pm ۰/۲۱ ^c	۴/۴۹ \pm ۰/۲۵ ^b	۴/۲۶ \pm ۰/۱۹ ^a	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)
۵۹/۷ \pm ۱/۳۷ ^a	۵۷/۲ \pm ۱/۴۹ ^a	۵۸/۳ \pm ۱/۴۱ ^a	۵۸/۲ \pm ۱/۶۳ ^a	MCV (fL)
۱۳/۹ \pm ۱/۱۸ ^a	۱۲/۳ \pm ۱/۱۴ ^a	۱۲/۵ \pm ۱/۰۸ ^a	۱۱/۲ \pm ۱/۰۴ ^a	MCH (pg)
۲۳/۵ \pm ۱/۵۲ ^a	۲۱/۱ \pm ۱/۴۴ ^a	۲۱/۴ \pm ۱/۱۷ ^a	۱۹/۵ \pm ۱/۳۲ ^a	MCHC (g/dL)

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

WBC: گلبول‌های سفید خون؛ RBC: گلبول‌های قرمز خون؛ MCV: میانگین حجم گلبول قرمز؛ MCH: میانگین هموگلوبین در گلبول قرمز؛ MCHC: میانگین غلظت هموگلوبین در گلبول قرمز.

جدول ۳: تأثیر سطوح مختلف اسانس سیر بر شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی حوض
(میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص‌ها	تیمارهای آزمایشی			شاهد (۰)
	تیمار ۰/۲	تیمار ۰/۱۵	تیمار ۰/۱	
گلوکز (mg/dL)	۴۲/۱ \pm ۱/۲۸ ^c	۴۸/۹ \pm ۱/۴۱ ^b	۵۰/۶ \pm ۱/۲۷ ^b	۵۸/۴ \pm ۱/۳۳ ^a
تری‌گلیسرید (mg/dL)	۲۵۸/۹ \pm ۱/۸۱ ^a	۲۵۹/۲ \pm ۱/۶۱ ^a	۲۶۰/۷ \pm ۱/۴۷ ^a	۲۶۱/۴ \pm ۱/۲۱ ^a
پروتئین (mg/dL)	۱۱/۷۰ \pm ۰/۵۷ ^c	۹/۸۲ \pm ۰/۶۰ ^b	۹/۵۴ \pm ۰/۵۳ ^b	۷/۴۶ \pm ۰/۴۵ ^a
ALP (IU/L)	۱۷/۵ \pm ۰/۱۹ ^a	۱۶/۳ \pm ۰/۷۴ ^a	۱۶/۸ \pm ۰/۵۱ ^a	۱۷/۱ \pm ۰/۴۲ ^a
AST (IU/L)	۱۶۹/۱ \pm ۱/۶۲ ^a	۱۶۸/۷ \pm ۱/۳۶ ^a	۱۶۹/۵ \pm ۱/۴۲ ^a	۱۶۷/۳ \pm ۱/۷۶ ^a
ALT (IU/L)	۷۶/۳ \pm ۱/۴۶ ^a	۷۶/۵ \pm ۱/۴۲ ^a	۷۵/۴ \pm ۱/۲۳ ^a	۷۶/۸ \pm ۱/۰۲ ^a

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).
ALP: آلکالین فسفاتاز (Alkaline Phosphatase)؛ AST: آسپارات ترانس‌آمیناز (Aspartate Transaminase)؛
ALT: آلانین ترانس‌آمیناز (Alanine Transaminase).

بحث

وزن نهایی و نرخ رشد ویژه در پایان دوره آزمایش بود، به طوری که بیشترین مقادیر این دو شاخص در تیمار حاوی ۰/۲ گرم در کیلوگرم اسانس سیر مشاهده شد. سیر به عنوان یک آنتی‌بیوتیک طبیعی محرک رشد، می‌تواند با آنتی‌بیوتیک‌های ساخته شده برای افزایش رشد در جانوران رقابت داشته باشد (Lewis et al., 2003). بر طبق نتایج مطالعه حاضر، بالاترین وزن به دست آمده، نرخ رشد ویژه و بهترین ضریب تبدیل غذایی ماهی حوض در جیره‌های حاوی اسانس مشاهده شد (جدول ۱) که با نتایج به دست آمده از مطالعات جهانبخشی و همکاران

در راستای کاهش هزینه جیره غذایی، بهبود رشد و ارتقای سیستم ایمنی، یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها استفاده از افزودنی‌های غذایی شامل محرک‌های ایمنی و افزودنی‌های گیاهی است (Peterson and Bosworth, 2014). در این مطالعه نیز اثر اسانس سیر بر شاخص‌های رشد، شاخص‌های خون‌شناسی و بیوشیمیایی سرم ماهی حوض مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات شاخص‌های رشد در بین تیمارهای مورد آزمایش در این مطالعه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های

(۱۳۹۴) و Shalaby و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. با افزایش SGR همزمان با افزایش غلظت اسانس سیر می‌توان گفت میزان عصاره ۰/۲ گرم در کیلوگرم بهترین عملکرد رشد را در ماهی حوض داشت که علت این افزایش رشد را می‌توان وجود ترکیبات مغذی در گیاه سیر عنوان کرد. همچنین بررسی شاخص‌های تغذیه‌ای ماهی‌های مورد آزمایش نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های رشد در تیمارهای غذایی مختلف بود ($P < 0/05$) و در مورد این شاخص‌ها بهترین مقادیر در تیمار حاوی ۰/۲ گرم در کیلوگرم اسانس سیر مشاهده شد. پایین بودن ضریب تبدیل غذایی نشان از کارایی و قابلیت هضم بهتر جیره است. علاوه بر تاثیر سیر بر شاخص‌های رشد این گیاه می‌تواند بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی دیگر بدن هم تاثیرگذار باشد. استفاده از پودر سیر منجر به بهبود فعالیت‌های ایمنی‌شناسی و خونشناسی در برخی از گونه‌های مهم آبزی‌پروری مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور هندی (*Labeo rohita*) شده است (Sahu et al., 2007; Fazlolahzadeh et al., 2011). در راستای نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه‌ای دیگر تاثیر اسانس گیاه سیر بر شاخص‌های رشد ماهی

خاویاری استرلت (*Acipenser ruthenus*) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن نشان داد اسانس سیر در سطح ۰/۵ درصد می‌تواند شاخص‌های رشد ماهی استرلت را به صورت معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد (Lee et al., 2012).

سطح تری‌گلیسرید و گلوکز سرم خون با افزایش غلظت اسانس سیر در ماهیان تغذیه شده با جیره های آزمایشی کاهش یافت ($P < 0/05$). با توجه به این که آلیسین در عصاره سیر باعث غیرفعال‌سازی گروه‌های SH در بیوسنتز لیپید در کبد می‌شود، می‌توان کاهش میزان تری‌گلیسرید را به این ماده موثره در سیر ارتباط داد (Augusti and Mathew, 1974). همچنین پژوهشگران کاهش سطوح گلوکز خون را به وجود اس-آلیل سیستئین سولفوکسید (S-Allylcysteine Sulfoxide) موجود در گیاه سیر نسبت داده‌اند (Ademiluyi et al., 2013). در همین راستا در مطالعه‌ای تاثیر محافظت‌کنندگی گیاه سیر در ماهی کپور معمولی در برابر سمیت آمونیاک مورد بررسی قرار گرفت و نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی سیر دارای مقادیر پایین‌تر گلوکز خون بودند

تأثیر سطوح مختلف اسانس سیر شامل ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بر رشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه فیل‌ماهی جوان پرورشی بررسی شد که نتایج نشان دهنده افزایش اندک شاخص‌های رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی همراه با افزایش سطح اسانس سیر بود. سطح ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس سیر بهترین عملکرد رشد را در بچه ماهیان داشت. وجود اسانس سیر در جیره‌های غذایی باعث شده است تا در فرایند متابولیسم، پروتئین مسیر اصلی خود یعنی مسیر ساخت بافت را طی کند و در نتیجه بازده پروتئین و میزان پروتئین ابقا شده در این تیمارها افزایش یابد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۱).

یکی از راه‌های تشخیص فعالیت کبدی سنجش آنزیم‌های کبدی است. تغییر در میزان فعالیت و ترشح آن‌ها می‌تواند متأثر از شاخص‌های غیرزیستی آب، شرایط نگهداری و نوع جیره غذایی باشد (Racicot et al., 1975). در این مطالعه مقادیر آنزیم‌های کبدی ALP، AST و ALT تحت تأثیر سطوح مختلف اسانس سیر قرار نگرفت. مقادیر آنزیم ALT در تیمار ۰/۲ گرم در کیلوگرم و میزان آنزیم‌های ALP و ALT در گروه شاهد بالاتر بود. اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم‌ها شاخص

(Yousefi et al., 2020) که با نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر موافق است.

در مطالعه حاضر، پروتئین کل سرم در ماهی حوض تغذیه شده با اسانس سیر در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$) که این نتایج با نتایج به دست آمده از مطالعه جهانبخشی و همکاران (۱۳۹۴) بر ماهی گورامی سه‌خال مطابقت دارد. پروتئین پلاسما خون به عنوان یک نشانگر زیستی (Biomarker) حساس به تغییر در شاخص‌های مختلف فیزیولوژیکی بدن جانداران اندازه‌گیری می‌شود. از این رو که عوامل مختلفی از جمله دما، نور، سن و تغذیه می‌توانند بر میزان پروتئین پلاسما اثرگذار باشند (Booke, 1964; Shalaby et al., 2006). افزایش پروتئین پلاسما خون می‌تواند به دلیل تغییرات ناشی از میزان ایمنوگلوبین و غلظت گلوبولین پلاسما خون باشد (Hussein, 1996). افزایش سطح پروتئین‌های پلاسما به عنوان شاخص مناسبی برای بررسی وضعیت دفاع ایمنی ماهی مطرح است (Wiegertjes et al., 1996). نتایج پژوهش حاضر نشان داد با افزایش اسانس سیر میزان پروتئین سرم افزایش معناداری یافت که می‌تواند نشان دهنده افزایش قدرت پاسخ دفاعی بدن باشد. طی یک آزمایش ۸ هفته‌ای

عدم وجود عفونت و نوع واکنش بدن به عفونت و دیگر عوامل فیزیولوژیک و آسیب‌شناسی است (Klontz, 1994). مقدار هماتوکریت، هموگلوبین و گلبول قرمز نشان دهنده ظرفیت حمل اکسیژن است (Tavares and Moraes, 2007). نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که شاخص‌های خون‌شناسی شامل میزان هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول‌های قرمز، MCV، MCH، MCHC و گلبول‌های سفید خون در تیمارهای تغذیه شده با سیر افزایش قابل توجهی را نشان دادند که می‌تواند نشان دهنده اثرات مثبت اسانس سیر بر بهبود وضعیت فیزیولوژیک و کیفیت ایمنی بدن ماهی حوض باشد (Kanani et al., 2014). این نتایج همسو با نتایج جهانبخشی و همکاران (۱۳۹۴)، Shalaby همکاران (۲۰۰۶) و Martins و همکاران (۲۰۰۲) است. همچنین تنگستانی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که اسانس سیر در سطح ۰/۱۵ گرم در کیلوگرم در جیره اثر مثبتی بر شاخص‌های ایمنی سلولی در فیل ماهی داشت به طوری که سبب افزایش معنی‌دار گلبول‌های سفید شده است.

در مجموع، چنین به نظر می‌رسد که محرک‌های رشد گیاهی به علت در دسترس بودن، قیمت مناسب، آسیب کمتر به محیط

مهمی برای بررسی اثرات سمی ترکیبات مورد استفاده بر کبد محسوب می‌شود و افزایش آن‌ها می‌تواند بیانگر تخریب غشای سلولی باشد که موجب ورود این آنزیم‌ها از سیتوزول سلول‌های کبد به جریان خون می‌شود (Al-Ngada et al., 2017). عدم تاثیر عصاره سیر بر آنزیم‌های کبدی مورد مطالعه، نشان دهنده آن است که عصاره گیاهی یاد شده فاقد مواد آسیب‌رسان کبدی است. هر چند که در آزمایش‌های تکمیلی باید مطالعات آسیب‌شناسی بر روی بافت‌های کبدی، کلیه و روده انجام گیرد (Talpur, 2014). نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر همراستا با مطالعات Nya و Austin (۲۰۰۹) است که بیان داشتند با افزودن مکمل غذایی سیر در سطح ۱ گرم در ۱۰۰ گرم جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان تاثیر معناداری بر شاخص کبدی بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد وجود نداشت.

شناخت شاخص‌های خونی در تشخیص گونه و همچنین از نظر اقتصادی می‌تواند در شناسایی بیماری‌ها، نوع تغذیه و تعیین شرایط بهداشتی و سلامت ماهی مفید باشد (Bahmani et al., 2001). یکی از شاخص‌های مهم سلامت ماهیان بررسی تعداد گلبول‌های سفید و ترکیب آن است که بیانگر وجود یا

زیست و جانور و همچنین امکان تولید در سطح وسیع، مزایای بیشتری نسبت به محرک‌های رشد مصنوعی داشته باشند. با توجه به پژوهش انجام شده، مشخص شد که افزودن ۰/۲ گرم اسانس سیر در هر کیلوگرم جیره غذایی ماهی حوض که یکی از مهم‌ترین ماهیان برای انجام آزمایش‌ها و پژوهش‌ها محسوب می‌شود، می‌تواند موجب بهبود رشد و ارتقای سیستم ایمنی شود.

منابع

- ابراهیمی ع.، تنگستانی ر.، علیزاده دوغیکلایی ا. و زارع پ. ۱۳۹۱. اثر سطوح مختلف اسانس سیر بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه فیل ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله علوم و فنون دریایی، ۱۱(۱): ۱-۱۲.
- اکبری پ.، اربابی ک.، بلوچ زهی م.، جمشیدزهی ح. و طهماسبی س. ۱۳۹۴. اثر عصاره سیر بر رشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه کفال ماهی (*Mugil cephalus*). مجله علمی شیلات ایران، ۶۸(۳): ۳۵۳-۳۴۳.
- پیغان ر.، رضایی ا. و زادپرور ن. ۱۳۹۳. مطالعه‌ی تاثیر عصاره سیر خام بر میزان رشد و هیستوپاتولوژی کبد، کلیه و حباب روده‌ای در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک، ۲۷(۴): ۷۶-۶۸.
- تنگستانی ر.، علیزاده دوغیکلایی ا.، ابراهیمی ع. و زارع پ. ۱۳۹۰. اثر اسانس گیاه سیر بر شاخص‌های هماتولوژیک فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*). مجله تحقیقات دامپزشکی، ۶۶(۳): ۲۱۶-۲۰۹.
- جهانبخشی ع.، احمدنیای مطلق ح.، جوادی موسوی م. و رحیمی کیا ا. ۱۳۹۴. تاثیر سطوح مختلف اسانس گیاه سیر (*Allium sativum*) بر شاخص‌های رشد، بقاء و برخی شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی ماهی گورامی سه خال
- (*Trichopterus Trichogaster*) ۷(۲): ۲۲۹-۲۳۲.
- جهانبخشی ع.، هدایتی ع. و جوادی موسوی م. ۱۳۹۳. تأثیر ماده ۲- فنوکسی اتانول (phenoxylethanol-2) به عنوان ماده بیپهوش کننده بر شاخص‌های خونی ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*). مجله پژوهش‌های جانوری، ۲۷(۳): ۳۴۷-۳۳۷.
- جهان جو و.، یحیوی م.، اکرکی ر. و بحری ا.ه. ۱۳۹۶. اثرات مجزا و توأم پودر سیر و زنجبیل بر شاخص کبدی، ترکیب شیمیایی لاشه، (*Sparidentex hasta*) فعالیت آنزیم‌های گوارشی و میزان مقاومت بچه ماهی صبیتی. فصلنامه علوم و فنون شیلات، ۲(۶): ۲۹-۱۷.
- علیشاهی م. ۱۳۸۳. نقش محرک‌های ایمنی در آبی‌پروری. مجله سازمان نظام دامپزشکی کشور، ۴: ۳۸-۳۳.
- عمادی ح. ۱۳۸۰. ماهیان آکواریومی آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران. ۸۳ص.
- قطب الدین ن.، سقایی ع.، منیعات م. و قطب الدین ز. ۱۳۹۶. تاثیر اسانس گیاه سیر (*Allium sativum*) بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون و ایمنی ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۶): ۱۶۰-۱۵۱.
- متین فر ع.، عنایت غلام‌پور ط.، شعبانی کاکرودی س. و فدایی راینی م. ۱۳۹۶. اثر

- و ثوقی غ.ح. و مستجیر ب. ۱۳۹۴. ماهیان آب شیرین، جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۳۴ص.
- عصاره سیر (*Allium sativum*) بر شاخص‌های رشد و بقاء، برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون و آنزیم‌های گوارشی ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۶): ۱۵۰-۱۴۳.
- Ademiluyi A.O., Oboh G., Owoloye T.R. and Agbebi O.J. 2013.** Modulatory effects of dietary inclusion of garlic (*Allium sativum*) on gentamycin-induced hepatotoxicity and oxidative stress in rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(6): 470–475.
- Agarwal K.C. 1996.** Therapeutic action of garlic constituents. *Medicinal Research Reviews*, 16: 111–124.
- Akbary P. and Jahanbakhshi A.R. 2018.** Growth yield, survival, carcass quality, haematological, biochemical parameters and innate immune responses in the grey mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) fingerling induced by immunogen® prebiotic. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 10–16.
- Al-Ngada R.S., Abdelwahab A.M. and El-Bahr S.M. 2017.** Effect of dietary supplementation of green tea (*Camellia sinensis*) on growth, body composition and serum biochemistry of the Asian seabass, *Lates calcarifer* fingerlings. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 8(11): 518–522.
- Augusti K.T. and Mathew P.T. 1974.** Lipid lowering effect of allicin (diallyl disulphide-oxide) on long term feeding to normal rats. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 30(5): 468–470.
- Bahmani M., Kazemi R. and Donskaya P. 2001.** A comparative study of some haematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 24: 135–140.
- Booke H.E. 1964.** A review of variations found in fish serum proteins. *New York Fish Game Journal*, 11(1): 47–57.
- Breyer K.E., Getchell R.G., Cornwell E.R., Wooster G.A., Ketola H.G. and Bowser P.R. 2015.** Efficacy of an extract from garlic, *Allium sativum*, against infection with the furunculosis bacterium, *Aeromonas salmonicida*, in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46(3): 273–282.
- Diab A.S., El-Nagar G.O., Abd-El-Hady Y.M. 2002.** Evaluation of *Nigella sativa* L (black seeds;

- baraka), *Allium sativum* (garlic) and Biogen as feed additives on growth performance and immunostimulants of *O. niloticus* fingerlings. Suez Canal Veterinary Medical Journal, 13: 745–75.
- Fazlolahzadeh F., Keramati K., Nazifi S., Shirian S. and Seifi S. 2011.** Effect of garlic (*Allium sativum*) on hematological parameters and plasma activities of ALT and AST of rainbow trout in temperature stress. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(9): 84–90.
- Ghehdarijani M.S., Hajimoradloo A., Ghorbani R. and Roohi Z. 2016.** The effects of garlic-supplemented diets on skin mucosal immune responses, stress resistance and growth performance of the Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. Fish and Shellfish Immunology, 49: 79–83.
- Harris J.C., Cottrell S.L., Plummer S. and Lioy D. 2001.** Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). Applied Microbiology and Biotechnology, 57: 282–286.
- Hussein M.M.A., Hamdy Hassan W. and Ibrahim Moussa M. 2013.** Potential use of allicin (garlic, *Allium sativum* Linn, essential oil) against fish pathogenic bacteria and its safety for monosex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Food Agriculture and Environment, 11(1): 696–699.
- Hussein S.Y., El-Nasser M.A. and Ahmed S.M. 1996.** Comparative studies on the effects of herbicide atrazine on freshwater fish *Oreochromis niloticus* and *Chrysichthyes auratus* at Assiut, Egypt. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 57(3): 503–510.
- Kanani H.G., Nobahar Z., Kakoolaki S. and Jafarian H. 2014.** Effect of ginger-and garlic-supplemented diet on growth performance, some hematological parameters and immune responses in juvenile *Huso huso*. Fish Physiology and Biochemistry, 40(2): 481–490.
- Klontz G.W. 1994.** Fish hematology. P: 121–132. In: Stolen J.S., Fletcher T.C., Rowley A.F., Kelikoff S.L., Kaattari S.L. and Smith S.A. (Eds.). Techniques in Fish Immunology. SOS Publications, USA.
- Kuang Y.K., Zheng X.H., Li X.M., Li D.C., Cao G.H., Tong G.X., Lv W.H., Xu W., Zhou Y., Zhang X.F., Sun Z.P., Mahboob S., Al-Ghanim K.A., Li J.T. and Sun X.W. 2016.** The genetic map of goldfish (*Carassius auratus*) provided insights to the divergent genome evolutions in the Cyprinidae family. Scientific Reports, 6(6): 1–13.
- Lee D.H., Ra C.S., Song Y.H., Sung K.I. and Kim J.D. 2012.** Effects of dietary garlic extract on growth,

- feed utilization and whole body composition of juvenile sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*). Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25(4): 577–583.
- Lewis M.R., Rose S.P., Mackenzie A.M. and Tucker L.A. 2003.** Effects of dietary inclusion of plant extracts on the growth performance of male broiler chickens. British Poultry Science, 44: 43–44.
- Lim C., Klesius P.H., Li M.H. and Robinson E.H. 2000.** Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, haematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. Aquaculture, 185: 313–327.
- Maniat M., Ghotbeddin N. and Ghatrami E.R. 2014.** Effect of garlic on growth performance and body composition of Benni fish (*Mesopotamichthys sharpeyi*). International Journal of Biosciences, 5(4): 269–277.
- Martins M.F., Moraes D., Miyazaki C., Brum E., Onaka J.F. and Bozzo F. 2002.** Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and its haematological effects. Parasite, 9(2): 175–185.
- Misra C.K., Kuamr D.B., Mukherjee S.C. and Pattnaik P. 2006.** Effect of long term administration of dietary a-glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohito* fingerlings. Aquaculture, 255: 82–94.
- Nya E.J. and Austin B. 2009.** Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Diseases, 32(11): 963–970.
- Peterson B.C. and Bosworth B.G. 2014.** Assessment of a phytogetic feed additive (Digestarom P.E.P. MGE) on growth performance, processing yield, fillet composition and survival of channel catfish. Journal of the World Aquaculture Society, 45: 206–212.
- Pour F., Maniat M., Vahedasl A. and Ghayem S. 2014.** Enhancement of growth performance and body composition in molly fish (*Poecilia sphenops*) associated with dietary intake of garlic (*Allium sativum*). International Journal of Biosciences, 5(8): 115–121.
- Racicot J.G., Gaudet M. and Leray C. 1975.** Blood and liver enzymes in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) with emphasis on their diagnostic use: Study of CCl₄ toxicity and a case of *Aeromonas infection*. Journal of Fish Biology, 7(6): 825–835.

- Sahu S., Das B.K., Mishra B.K., Pradhan J. and Sarangi N. 2007.** Effect of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Ichthyology*, 23(1): 80–86.
- Shalaby A.M., Khattab Y.A. and Abdel Rahman A.M. 2006.** Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 12: 172–201.
- Sivam G.P. 2001.** Recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as supplement. *American Social Nutrition Science*, 131: 1106–1108.
- Svobodova Z., Pravda D. and Palackova J. 1991.** Unified methods of haematological examination of fish. *Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology*, 7(1): 61–70.
- Talpur A.D. 2014.** *Mentha piperita* (Peppermint) as feed additive enhanced growth performance, survival, immune response and disease resistance of Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch) against *Vibrio harveyi* infection. *Aquaculture*, (420-421): 71–78.
- Talpur A.D. and Ikhwanuddin M. 2012.** Dietary effects of garlic (*Allium sativum*) on haematological parameters, survival, growth, and disease resistance against *Vibrio harveyi* infection in Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, 364: 6–12.
- Tamadoni Jahromi S., Pourmozaffar S., Jahanbakhshi A., Rameshi H., Gozari M., Khodadadi M., Sohrabipour J., Behzadi S., Bazrkar N., Nahavandi R. and Zahedi M.R. 2021.** Effect of different levels of dietary *Sargassum cristaefolium* on growth performance, hematological parameters, histological structure of hepatopancreas and intestinal microbiota of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 533: 1–17.
- Tavares M. and Moraes F.R. 2007.** Leukocyte and thrombocyte reference values for channel catfish (*Ictalurus punctatus* Raf.), with an assessment of morphological, cytochemical, and ultrastructural features. *Veterinary Clinical Pathology*. 36: 49–54.
- Tsao S.M. and Yin M.C. 2001.** In-vitro antimicrobial activity of four diallyl sulphides occurring naturally in garlic and Chinese leek oils. *Journal of Medical Microbiology*, 50(7): 646–649.
- Wahli T., Verlhac V., Griling P., Gabaudan J. and Aebischer C. 2003.** Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in

rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 225: 371–386.

Wiegertjes G.F., Stet R.J.M., Parmentier H.K. and Van Muiswinkel W.B. 1996. Immunogenetics of disease resistance in fish; A comparable approach. *Development Comparative Immunology*, 20(6): 365–381.

Yousefi M., Vatnikov Y.A., Kulikov E.V., Plushikov V.G., Drukovsky S.G., Hoseinifar S.H. and Van Doan H. 2020. The protective effects of dietary garlic on common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to ambient ammonia toxicity. *Aquaculture*, 526: 1–7.



Research Paper

Effect of garlic (*Allium sativum*) essential oil in diet on growth performance, biochemical and hematological parameters of goldfish (*Carassius auratus*)

Abdolreza Jahanbakhshi^{1*}, Elnaz Erfanifar¹, Sajjad Pourmozaffar^{2*}, Ashkan Ajdari¹, Saeid Tamadoni Jahromi³

Received: December 2020

Accepted: January 2021

Abstract

In this study, the effect of garlic essential oil on growth performance, hematological and biochemical parameters of goldfish (*Carassius auratus*) was studied. 180 goldfish with an average weight of 3.4 ± 0.2 g in four levels 0 (T₀), 0.1 (T_{0.1}), 0.15 (T_{0.15}) and 0.2 g (T_{0.2}) of garlic essential oil per kg of diet (triplicate) were evaluated for 8 weeks. The results showed that growth performance and feed conversion ratio in experimental treatments respectively increased and decreased significantly compared to the control group ($P < 0.05$). Hematocrit, hemoglobin and white and red blood cells in treatments containing garlic essential oil increased significantly compared to the control group ($P < 0.05$). Garlic essential oil causes no significant effect on the parameters of MCV, MCH and MCHC ($P > 0.05$). Blood protein levels in treatments fed with garlic essential oil increased significantly and blood glucose levels decreased significantly compared to the control group ($P < 0.05$). Triglyceride levels in 0.2g/kg group were lower than other treatments ($P > 0.05$). Also, there was no significant difference in alkaline phosphatase (ALP), aspartate transaminase (AST) and alanine transaminase (ALT) enzyme activity between experimental and control groups ($P > 0.05$). The results of the present study show that the addition of garlic essential oil can be used as a useful dietary supplement to enhance health and biochemical indicators in goldfish.

Key words: *Goldfish, Carassius auratus, Garlic Essential Oil, Growth, Hematocrit.*

1- Assistant Professor in Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran.

2- Assistant Professor in Persian Gulf Mollusks Research Station, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e-Lengeh, Iran.

3- Assistant Professor in Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.

*Corresponding Authors: abdolreza.jahanbakhshi@yahoo.com and Sajjad5550@gmail.com