

تأثیر بهبودبخش پودر سیر (*Allium sativum*) به عنوان مکمل غذایی بر شاخص‌های رشد و ایمنی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

هوشنگ یگانه راسته‌کناری^۱، حبیب وهابزاده رودسری^{۲*}، محمد علی یزدانی ساداتی^۳

تاریخ دریافت: مهر ۹۵

تاریخ پذیرش: آذر ۹۵

چکیده

در این مطالعه، تأثیر مکمل پودرسیر (*Allium sativum*) بر شاخص‌های رشد و پاره‌ای از شاخص‌های ایمنی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) مورد بررسی قرار گرفته است. به این ترتیب که ۱۵۰ قطعه بچه تاسماهی با متوسط وزن $30/45 \pm 0/40$ گرم بدون داشتن اختلاف معنی دار آماری در ۱۵ مخزن فایبرگلاس توزیع شدند و با ۵ جیره غذایی ($AS_0, AS_{0.5}, AS_1, AS_{1.5}, AS_2$) که به آن‌ها مکمل پودر سیر با مقادیر ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد جیره اضافه شده بود به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. در پایان دوره پرورش، بیشترین وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، رشد روزانه و ضریب رشد ویژه از آن ماهیان تغذیه شده با جیره ۰/۵ و ۱ درصد پودر سیر بود ($P < 0/05$). مطلوب‌ترین ضریب تبدیل غذا در ماهیانی ثبت شد که با جیره AS_1 (حاوی ۱ درصد پودر سیر) تغذیه شده بودند ($P < 0/05$). نسبت بازده پروتئین در ماهیان تغذیه شده با جیره AS_1 به طور معنی‌داری بر سایر تیمارهای آزمایشی برتری داشت ($P < 0/05$). میزان لیزوزیم در ماهیان تغذیه شده با جیره AS_1 و $AS_{1.5}$ به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (AS_0) افزایش یافت، در صورتی که بیشترین میزان IgM در ماهیان تغذیه شده از تیمار حاوی ۱/۵ درصد پودر سیر ثبت شد ($P < 0/05$). میزان کمپلمان (C4) از سطوح پودر سیر به کار رفته در جیره غذایی تأثیر نپذیرفت ($P > 0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد که اضافه کردن پودر سیر به ترتیب در سطوح ۱ و ۱/۵ درصد موجب افزایش شاخص‌های رشد و شاخص‌های ایمنی IgM و لیزوزیم در تاسماهی سیبری شد.

واژگان کلیدی: افزایش وزن، ضریب تبدیل غذا، لیزوزیم، IgM، کمپلمان.

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.
- ۲- استادیار گروه شیلات، مرکز تحقیقات علوم شیلاتی و فنون دریایی دکتر کیوان، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، چمخاله، ایران.
- ۳- دانشیار موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

* نویسنده مسئول: Habib.Vahabzadeh@gmail.com

مقدمه

بسیاری بر این نکته تاکید دارند که استفاده از تحریک کننده‌های سیستم ایمنی، جایگزینی برای کاهش خطر بیماری در بچه ماهیان و ماهیان پرورشی است (Dalmo and Seljelid, 1995; Raa, 1996).

محرك‌های سیستم ایمنی که از گیاهان دارویی تهیه می‌شوند چند مزیت بر مواد شیمیایی دارند که می‌توان به ارزان بودن و عدم ایجاد عوارض جانبی برای ماهی، انسان و محیط زیست اشاره کرد، به ویژه گیاهانی که خواصی مشابه آنتی‌بیوتیک‌ها داشته، موجب افزایش فعالیت ماکروفاژها و سایر سلول‌های سیستم ایمنی می‌شوند و می‌توانند به عنوان جایگزین مناسبی برای داروهای شیمیایی به کار روند (Shalaby et al, 2006).

در میان داروهای گیاهی، استفاده از پودر سیر و سیر خام (*Allium sativum*) از خانواده نهاندانگان تک لپه‌ای (Angiosperma) و راسته گل لاله (*Lilyflora*) در آبی‌پروری به دلیل نقش اثبات شده آن به عنوان یک عامل درمانی و پیشگیری کننده در حال افزایش است (Amagase et al., 2001).

آنالیز شیمیایی سیر نشان دهنده وجود پروتئین، گلوکز، املاح معدنی از قبیل ید،

پرورش موفقیت‌آمیز لارو و بچه ماهی، کاهش درصد تلفات و عادت‌دهی به غذای مصنوعی از ارکان توسعه صنعت پرورش ماهیان خاوباری در کشور به شمار می‌آید (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۰). بچه ماهیان دارای سیستم ایمنی کامل نیستند (Magnadottir, 2006). لارو و بچه ماهیان در طی مراحل اولیه رشد توانایی توسعه سیستم ایمنی خود را ندارند (Ellis et al., 1990). بنابراین لاروها نسبت به عفونت‌های میکروبی فوق العاده حساس هستند و اغلب به علت عوامل بیماری‌زای فرصت‌طلب در مراکز پرورش در معرض خطر مرگ و میر بالا قرار می‌گیرند (Peddie et al., 2005). با توجه به تلفات بالای بچه ماهیان در دوره عادت‌دهی به غذای مصنوعی و بعد از آن ضرورت دارد که برای ارتقاء مقاومت و همچنین افزایش رشد و بازماندگی از ترکیبات مناسبی در جیره غذایی فرموله شده استفاده شود. از این رو افزودن محرك‌های سیستم ایمنی از طریق جیره و مکمل‌های غذایی به عنوان یک روش موثر برای بهبود بقای بچه ماهی از طریق افزایش پاسخ‌های غیراکتسابی (مکانیسم‌های دفاعی خونی و سلولی) پیشنهاد شده است (Bricknell and Dalmo, 2005). مطالعات

گوگرد، سیلیس، فسفر، آهن، سدیم و پتاسیم و انواع ویتامین‌ها از جمله ریوفلاوین، آلتین، اسانس به نام آلیسین، آلیل پروفین دی‌سولفید، آنزیم آلیناز، پراکسیداز، پروستاگلاندین‌ها و آجوئن است. سیر حاوی سولفورها و پلی‌سولفورهای ونیل، آلیل و آلیل پروپیل است (شفیع‌زاده، ۱۳۸۱). علاوه بر خواص میکروبی‌کشی علیه باکتری‌ها و قارچ‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا، یکی از موارد مطالعاتی در مورد سیر، اثر آن بر تحریک و بهبود سیستم ایمنی است. آلیسین و عصاره سیر باعث افزایش تولید سیتوکین‌ها و فعالیت ماکروفاژها، لنفوسیت‌ها و سایر سلول‌های ایمنی می‌شود و بدین صورت بر بهبود و تحریک سیستم ایمنی موثر است (Agarwal, 1996). استفاده از پودر سیر منجر به افزایش فعالیت‌های ایمونولوژیکی و شاخص‌های خون‌شناختی در گونه‌های مختلف ماهیان از جمله قزل‌آلای رنگین‌کمان (Nya and Austin, 2009; Fazlolahzadeh et al., 2011) و کپور هندی (Sahu et al., 2007) شده است. با توجه به این که در حال حاضر به دلیل پرورش متراکم لارو و بچه ماهی، میزان رشد و تحمل نسبت به شرایط استرس‌زا در این مرحله پایین است، هدف از این مطالعه بررسی کارایی پودر سیر (*Allium*

sativum) به عنوان یک ماده مکمل در جیره بر شاخص‌های رشد و ایمنی بچه تاسماهی سیبری در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

محل انجام پژوهش

پرورش ماهیان در بخش آبی‌پروری موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر در مخزن‌های فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری که تا حجم ۳۵۰ لیتر از آب پر شده بودند، انجام پذیرفت.

تهیه غذا و طریقه اضافه کردن پودر سیر

برای تغذیه بچه تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*) از جیره GFS1 (شرکت فرادانه، ایران) حاوی ۴۵٪ پروتئین، ۱۶٪ چربی و ۳/۵٪ فیبر که نزدیک به نیازمندی‌های پروتئینی تاسماهی سیبری در اوزان ۳۰ تا ۴۳۰ گرم (حدود ۳۶ و ۴۵٪) بود، استفاده شد (Hung and Lutes, 1987; Medale et al., 1991). پودر سیر (شرکت گلها، ایران) مورد نیاز هم در سه قوطی ۲۵۰ گرمی تهیه شد. برای آماده‌سازی غذا، ابتدا جیره پایه به مدت ۱۰ دقیقه آسیاب (Damicar Co.) (ایران) شد تا کاملاً به شکل پودر درآید. سپس پودر سیر

پرورش یافتند. سپس ۳۰۰ قطعه بچه ماهی با متوسط وزن ۱۵ گرم با رعایت ملاحظات بهداشتی به مخزن‌های فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری انتقال پیدا کردند و با جیره GFS1 به مدت ۲۰ روز پرورش یافتند. در ادامه ۱۵۰ عدد تاسماهی سیبری با متوسط وزن $30/45 \pm 0/40$ گرم به ۱۵ مخزن فایبرگلاس با ابعاد $105 \times 102 \times 53$ سانتی‌متر بدون داشتن اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های وزن و طول (با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن) منتقل شدند. آب مورد نیاز سیستم پرورش از رودخانه سفیدرود تامین و وارد حوضچه‌های رسوب‌گیر می‌شد و سپس به وسیله دستگاه پمپاژ به مخزن‌های فایبرگلاس انتقال می‌یافت. دوره تاریکی و روشنایی بر اساس فتوپریود طبیعی در فصل تابستان (۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) تنظیم شد. برای متعادل نگاه داشتن دما جهت تغذیه مطلوب ماهیان از جیره غذایی در محدوده 23 ± 1 درجه سانتی‌گراد (Shi et al., 2009) از مخلوطی از آب چاه و رودخانه با دبی ۳ لیتر در دقیقه استفاده شد. ماهیان در چهار وعده غذایی با ۵ جیره غذایی AS_0 (شاهد)، $AS_{0.5}$ ، AS_1 ، $AS_{1.5}$ ، AS_2 به ترتیب حاوی ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد جیره مکمل پودر سیر به مدت ۸

مطابق با سطوح به کار رفته در بسیاری از ماهیان گرمابی و سردابی، در مقادیر ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم با هر کیلوگرم غذا مخلوط شد (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد). سپس با حجم‌های ثابتی از جیره با در نظر گرفتن نسبت‌های ذکر شده، با استفاده از مخلوط‌کن (Pooya Notash Machinery Co.)، ایران) مخلوط شد. در ادامه غذا توسط چرخ‌گوشت (Chega، ایران) به صورت رشته‌های ماکارونی درآمد و سپس در دستگاه خشک‌کن (Alborz Machine Co.)، ایران) به مدت ۳۶ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (Mohseni et al., 2008) و پس از خروج از خشک‌کن خرد و در بسته‌های پلاستیکی ذخیره شد و تا زمان مصرف در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

ماهی و شرایط پرورش

بچه ماهیان از دو مولد تاسماهی سیبری پرورشی در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر تکثیر شده در اسفندماه ۱۳۹۳ به دست آمد. ابتدا لاروها تازه تفریح شده به مدت دو ماه در تراف‌هایی به طول ۱/۵ متر و عرض ۰/۵ و عمق ۰/۳ متر با استفاده از غذای زنده و سپس جایگزینی با غذای خشک

سپس ۰/۵cc خون به تیوب‌های اپندروف آغشته به ماده ضدانعقاد (هپارین) شماره‌گذاری شده برای انجام مطالعات شاخص‌های خونی ریخته شد و ۱/۵cc باقیمانده به تیوب‌های اپندروف غیرهپارینه شماره‌گذاری شده منتقل شد. نمونه‌های هپارینه شده در بخش فیزیولوژی موسسه در ۳۰۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (Labofugbe 200, Heraeus Sepatakch, آلمان) شدند (رخشان و همکاران، ۱۳۷۹) و سرم خون به دست آمده به آزمایشگاه برای بررسی، منتقل شد.

آنالیز ترکیب بیوشیمیایی خون و شاخص‌های خونی

لیزوزیم با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Auto Analyzer Technicon R.A.1000, Technicon, آمریکا) و کیت‌های ISC و ILT (پارس آزمون) مورد سنجش قرار گرفت. IgM و C4 (کمپلمان) با آنتی‌بادی ضد آن سنجش و برای کالیبره کردن از کالیبراتورهای تجاری استفاده شد. با انجام زیست‌سنجی‌های یک ماهه و با توجه به اطلاعات به دست آمده از طول و وزن ماهیان، شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای ماهیان بر اساس رابطه‌های ۱ تا ۵ محاسبه شد (Hung and Lutes, 1987);

هفته روزانه به میزان ۲ درصد وزن بدن تغذیه شدند (Kaushik et al., 1989). ویژگی‌های آب و شرایط محیطی شامل درجه حرارت و اکسیژن محلول با استفاده از دستگاه اکسیژن متر (WTW-823، آلمان) و pH با استفاده از pH متر (Eutech، آلمان) در طی دوره پرورش به صورت روزانه اندازه‌گیری شد.

زیست‌سنجی، خونگیری و شرایط محیطی

به منظور کاهش استرس وارد شده به ماهی، غذادهی ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی که هر ۱۵ روز یک بار انجام می‌شد قطع شد (Mohseni et al., 2008). کلیه ماهیان موجود در هر مخزن خارج و توسط محلول ۳۰۰ppm پودر گل میخک بیهوش شدند (بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷) و وزن آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال (محک، ایران) با دقت ۱ گرم و طول کل با استفاده از متر نواری با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. پس از پایان دوره پرورش از ۳۰ درصد جمعیت باقیمانده ماهیان (۴۵ قطعه) نمونه خون تهیه شد. برای انجام مطالعات خون‌شناسی، پس از بیهوش کردن ماهیان، با استفاده از سرنگ‌هایی به حجم ۲cc نمونه خون از سیاهرگ دمی (Caudal Vein) واقع در پشت باله مخرجی ماهیان گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS 12 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در ابتدا برای تعیین نرمال بودن گروه‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد و پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها، برای مقایسه میانگین بین تیمارهای تغذیه‌ای از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) و برای مقایسه تیمارها با یکدیگر از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. اختلاف بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف در سطح خطای ۵٪ تعیین شد.

نتایج

شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذا

تأثیر افزودن سطوح مختلف پودر سیر به عنوان یک مکمل غذایی بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) در یک دوره ۸ هفته‌ای در جدول ۱ آورده شده است.

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، افزودن پودر سیر موجب افزایش وزن نهایی در ماهیان شد. بیشترین میانگین وزن نهایی متعلق به ماهیانی بود که از جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد مکمل پودر سیر تغذیه

(Ronyai et al., 1990; Xue et al., 2006):

رابطه ۱:

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

CF: شاخص وضعیت (%); BW_f : متوسط وزن نهایی (گرم); TL: طول کل (سانتی‌متر).

رابطه ۲:

$$BWI = [(BW_f - BW_i) / BW_i] \times 100$$

BWI: درصد افزایش وزن بدن (%); BW_f : متوسط وزن نهایی (گرم); BW_i : متوسط وزن اولیه (گرم).

رابطه ۳:

$$FCR = F / (W_t - W_0)$$

FCR: ضریب تبدیل غذا؛ F: مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی (گرم); W_t : میانگین بیوماس نهایی (گرم); W_0 : میانگین بیوماس اولیه (گرم).

رابطه ۴:

$$SGR = [(\ln W_t - \ln W_0) / t] \times 100$$

SGR: ضریب رشد ویژه (درصد در روز); W_t : میانگین بیوماس نهایی (گرم); W_0 : میانگین بیوماس اولیه (گرم); t: دوره زمانی (روز).

رابطه ۵:

$$PER = (BW_f - BW_i) / \text{Protein Intake}$$

PER: نسبت بازده پروتئین؛ BW_f : متوسط وزن نهایی (گرم); BW_i : متوسط وزن اولیه (گرم); Protein Intake: کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم).

کرده بودند (به ترتیب $182/81 \pm 10/45$ و $185/28 \pm 5/45$ گرم) که به طور معنی‌داری بر سایر ماهیان تیمارهای دیگر برتری داشت ($P < 0/05$). همچنین ضریب تبدیل غذایی بچه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد پودر سیر ($0/9 \pm 0/0$) کمتر از سایر تیمارها بود و با ضریب تبدیل غذایی به دست آمده از ماهیان تغذیه شده با تیمار فاقد پودر سیر و حاوی ۲ درصد پودر سیر برتری معنی‌دار آماری داشت ($P < 0/05$).

جدول ۱: تاثیر سطوح مختلف مکمل پودر سیر بر شاخص‌های رشد بچه تاسماهی سیبری (میانگین \pm خطای استاندارد)

مکمل پودر سیر	۰٪	۰/۵٪	۱٪	۱/۵٪	۲٪
وزن اولیه (گرم)	$30/85 \pm 0/44^a$	$30/59 \pm 0/34^a$	$30/40 \pm 0/32^a$	$30/13 \pm 0/26^a$	$30/29 \pm 0/46^a$
وزن نهایی (گرم)	$154/70 \pm 5/86^c$	$182/81 \pm 10/45^a$	$185/28 \pm 5/45^a$	$171/03 \pm 3/28^b$	$163/99 \pm 1/13^{bc}$
طول اولیه (سانتی‌متر)	$23/70 \pm 0/3^a$	$23/88 \pm 0/45^a$	$23/36 \pm 0/25^a$	$23/32 \pm 0/19^a$	$23/83 \pm 1/89^a$
طول نهایی (سانتی‌متر)	$37/36 \pm 0/70^a$	$37/67 \pm 0/19^a$	$37/86 \pm 0/65^a$	$37/10 \pm 0/16^a$	$36/65 \pm 0/04^a$
ضریب چاقی	$0/29 \pm 0/02^a$	$0/34 \pm 0/02^a$	$0/22 \pm 0/19^a$	$0/33 \pm 0/00^a$	$0/33 \pm 0/00^a$
ضریب تبدیل غذا	$1/10 \pm 0/03^a$	$0/94 \pm 0/06^{bc}$	$0/90 \pm 0/02^c$	$0/94 \pm 0/01^{bc}$	$0/98 \pm 0/02^b$
رشد روزانه (گرم در روز)	$1/99 \pm 0/08^c$	$2/45 \pm 0/17^a$	$2/49 \pm 0/08^a$	$2/27 \pm 0/05^b$	$2/15 \pm 0/02^c$
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	$2/59 \pm 0/04^c$	$2/88 \pm 0/10^{ab}$	$2/91 \pm 0/04^a$	$2/80 \pm 0/02^{bc}$	$2/72 \pm 0/02^c$
درصد افزایش وزن (درصد در کل دوره)	$40/130 \pm 15/23^d$	$497/93 \pm 40/79^{ab}$	$509/40 \pm 15/92^a$	$467/63 \pm 8/87^{bc}$	$441/38 \pm 9/26^c$
نسبت بازده پروتئین	$2/26 \pm 0/0^c$	$2/65 \pm 0/17^{ab}$	$2/77 \pm 0/08^a$	$2/66 \pm 0/05^{ab}$	$2/53 \pm 0/06^b$

وجود حروف انگلیسی متفاوت در هر سطر نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است.

نسبت بازده پروتئین در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد مکمل پودر سیر به طور معنی‌داری بر شاخص مزبور به دست آمده از ماهیان تغذیه شده با تیمار فاقد پودر سیر، ۰/۵ و ۲ درصد بالاتر بود ($P < 0/05$). محاسبه درصد افزایش وزن بدن که در انتهای دوره مورد محاسبه قرار گرفت، مشخص کرد که ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح ۰/۵ و ۱ درصد پودر سیر از بیشترین درصد افزایش وزن بدن در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند که دارای اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار شاهد و تیمار حاوی ۲ درصد پودر سیر بود ($P < 0/05$).

شاخص‌های ایمنی

تاثیر افزودن سطوح مختلف مکمل پودر سیر بر شاخص‌های سیستم ایمنی ماهیان در

جدول ۲ آورده شده است. به دنبال مقایسه میزان لیزوزیم سرم ماهیان مورد بررسی، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0/05$). میزان لیزوزیم بچه ماهیان در تیمارهای ۱ و ۱/۵ درصد پودر سیر با مقادیر $62/4 \pm 4/24$ و $64/5 \pm 4/94$ (U/mL/min) به طور معنی‌داری بر لیزوزیم ماهیان تیمار شاهد و ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲ درصد پودر سیر برتری داشت ($P < 0/05$). میزان کمپلمان در ماهیان تغذیه شده از تیمار شاهد، ۱ و ۱/۵ درصد پودر سیر دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبود ($P > 0/05$)، اما بیشترین میزان کمپلمان در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۵ درصد مکمل پودر سیر به میزان $39/1 \pm 1/41$ میلی‌گرم در دسی‌لیتر ثبت شد ($P > 0/05$).

جدول ۲: شاخص‌های بیوشیمیایی، خون‌شناختی و ایمنی تاسماهی سیبری تغذیه شده با جیره‌های حاوی پودر سیر (میانگین \pm خطای استاندارد)

مکمل پودر سیر	۰٪	۰/۵٪	۱٪	۱/۵٪	۲٪
لیزوزیم (U/mL/min)	$44/50 \pm 4/94^b$	$52/50 \pm 4/94^{ab}$	$62/00 \pm 4/24^a$	$64/50 \pm 4/94^a$	$39/00 \pm 7/07^b$
کمپلمان (C4) (mg/dL)	$29/50 \pm 0/70^{ab}$	$29/50 \pm 3/53^{ab}$	$38/50 \pm 4/94^a$	$39/00 \pm 1/41^a$	$24/50 \pm 4/94^b$
IgM (mg/dL)	$44/50 \pm 2/12^{bc}$	$52/50 \pm 6/36^b$	$60/00 \pm 1/41^{ab}$	$74/50 \pm 7/77^a$	$27/00 \pm 11/31^c$

میزان IgM در ماهیان تغذیه شده از تیمارهای ۰/۵ و ۱ درصد پودر سیر با میزان IgM پلاسماهی ماهیان تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت، اما از لحاظ عددی در بالاترین سطح ($P > 0/05$) و بر میزان IgM ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲ درصد پودر سیر برتری معنی‌دار آماری داشت ($P < 0/05$).

بحث

شاخص‌های رشد

در این مطالعه بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) به منظور بررسی اثرات مکمل پودر سیر بر شاخص‌های رشد و ایمنی و آرا ئه دستور العمل لازم به بخش‌های اجرایی، به جای تغذیه تا حد اشباع، به میزان ۲ درصد وزن بدن، مطابق با نظرات Kaushik و همکاران (۱۹۸۹) تغذیه شدند. Kaushik و همکاران (۱۹۸۹) حد بهینه تغذیه برای تاسماهی سیبری در کلاسه وزنی ۹۰ تا ۴۰۰ گرم در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد را ۱/۴۵ درصد بیان کردند، بنابراین با توجه به شرایط آب و هوایی، محیط‌های پرورش و اوزان ماهی میزان غذایی ۲ درصد وزن بدن در نظر گرفته شد. ماهیان در تمامی تیمارها به خوبی

جیره‌های غذایی را مصرف کردند و تلفاتی مشاهده نشد. علاوه بر آن که سطوح پودر سیر به کار رفته در جیره تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی این گونه داشت. بیشترین وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، رشد روزانه و ضریب رشد ویژه از آن ماهیان تغذیه شده با جیره ۰/۵ و ۱ درصد پودر سیر بود که اختلاف معنی‌دار آماری با ماهیان تیمار شاهد داشت ($P < 0/05$). مطلوب‌ترین ضریب تبدیل غذا در ماهیانی ثبت شد که با جیره AS₁ (حاوی ۱ درصد پودر سیر) تغذیه شده بودند ($P < 0/05$). نتایج مطالعات انجام شده در مورد تاثیر پودر سیر بر افزایش اشتها و در نتیجه رشد ماهیان در گونه‌های مختلف متناقض است. به عنوان مثال نتایج مطالعات پیغان و همکاران (۱۳۹۳) نشان داده است که مصرف عصاره سیر به عنوان یک افزودنی تاثیری بر افزایش رشد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در اوزان ۲۲ تا ۹۵ گرم نداشت. Jayaprakas و Euoharsia (۱۹۹۶) افزایش معنی‌داری را در رشد کپورماهیان هندی (*Labeo rohita*) یک تا دو ماه بعد از اضافه کردن عصاره سیر در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم به ازای هر کیلوگرم جیره مشاهده نکردند. حمیدآوی (۱۳۹۰) به منظور

بررسی تاثیر پودر سیر بر تغذیه و شاخص‌های رشد در ماهی کپور گزارش کرد که اضافه کردن پودر سیر به میزان ۰/۱ و ۱ درصد موجب افزایش معنی‌دار در وزن ماهیان نمی‌شود. همچنین بر اساس نتایج مطالعه Thanikachalam و همکاران (۲۰۱۰)، جیره غذایی حاوی درصدهای مختلفی از پودر سیر (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد جیره) اختلاف معنی‌داری را در رشد گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) نشان نداد که مشابه نتایج مطالعات Ahmed و همکاران (۲۰۰۸) در مورد گونه تیلاپپای نیل (*Oreochromis niloticus*) بود. در مطالعه Ndong و همکاران (۲۰۰۷) افزودن مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد پودر سیر به جیره غذایی موجب بهبود معنی‌دار شاخص‌های رشد در گونه تیلاپپای نیل نشد. همچنین در مطالعات Nwabueze (۲۰۱۲)، اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن گونه *Clarias gariepinus* با افزودن درصدهای مختلفی از پودر سیر به میزان ۰ تا ۳ درصد گزارش نشد. اما پاره‌ای از پژوهشگران معتقدند که افزودن پودر سیر بر بهبود شاخص‌های رشد حیوانات خونگرم و آبزیان موثر است. نتایج مطالعات Diab و همکاران (۲۰۰۲) بر تیلاپپای نیل، Farahi و همکاران (۲۰۱۰) و

Shalaby و همکاران (۲۰۰۶) بر تیلاپپای نیل و زارع و همکاران (۱۳۹۳) در پست-لارو میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) بر این نکته اذعان داشتند که استفاده از پودر سیر به عنوان یک ماده غذایی موجب افزایش جذب غذا و قابلیت هضم شده، به تبع آن شاخص‌های ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا بهبود یافت. این امر منجر به افزایش وزن در ماهیان تیمارهای تغذیه شده با پودر سیر شد (Talpur and Ikhwanuddin, 2012). مطالعات دیگر نیز نشان داده است که عصاره سیر می‌تواند کنترل کننده عوامل بیماری‌زا به ویژه باکتری‌ها و قارچ‌ها باشد و موجب بهبود وضعیت سلامتی ماهی (Corzo-Martinez et al., 2007) از طریق جلوگیری از رشد آن دسته از باکتری‌هایی شود که در مقابل آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم هستند (Arora and Kaur, 1999). گیاهان چاشنی مانند سیر با اثر بر سلول‌های بزاقی و ترشحات معده، پانکراس، صفرا و آنزیم‌های مخاط روده عمل هضم را بهتر می‌کند و باعث کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌شوند (Platel and Srinivasan, 2004) و از سوی دیگر حضور آلیسین در سیر و اثرات مثبت آن بر فلور باکتریایی روده تاثیر مثبت بر هضم غذا دارد

ماهیان تیمارهای تغذیه شده با پودر سیر شد. اما در بالاترین سطح پودر سیر افزوده شده به جیره غذایی (۲ درصد) موجب شد تا شاخص‌های رشد به طور معنی‌داری کاهش یابد. Jayaprakas و Euoharsia (۱۹۹۶) در تغذیه کپور هندی با مکمل پودر سیر به این نتیجه رسیدند که میزان رشد ماهی در سطوح بالای افزودن سیر پس از یک تا دو ماه افزایش زیادی نداشته، پودر سیر علاقه ماهی به غذا را پایین آورد و موجب کاهش اشتها ماهی شد. احتمالاً چنین پدیده‌ای در آزمایش حاضر به وقوع پیوسته است و موجب کاهش اشتها و کاهش ضریب تبدیل غذا در تاسماهیان سبیری شده است که از جیره حاوی ۲ درصد پودر سیر تغذیه کرده بودند. در مطالعه حاضر میزان درجه حرارت و نوع آب ورودی در تمام مخزن‌ها مشابه هم بود و به نظر می‌رسد که بوی تند سیر ایجاد شده در غذا موجب کاهش دریافت غذا در ماهی شده است. مطالعات خدادادی و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان داده بود که افزودن پودر سیر در جیره غذایی کپور معمولی در ماهیان گروه شاهد به طور یکنواخت افزایش یافت، در ماهیان تیمار ۰/۱ درصد پودر سیر رشد جهشی بود ولی در ماهیان تیمار سوم که ۱ درصد پودر سیر به

که باعث تحریک رشد می‌شود (Nya and Khalil, 2009). Austin, 2009 و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که وجود آلیسین در سیر موجب تحریک فلور روده می‌شود که باعث بهبود هضم و افزایش استفاده از انرژی شده که تمامی این عوامل منجر به بهبود رشد در آبزیان می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد که آلیسین باعث افزایش فعالیت آن‌تی‌بادی‌های بدن نیز می‌شود. گزارش شده است وجود سیر کیفیت گوشت اعم از طعم و بو را بهبود می‌بخشد که احتمالاً به دلیل وجود آلیسین است (Kown et al., 2005). در مطالعه حاضر نیز افزودن پودر سیر به جیره غذایی موجب افزایش رشد تاسماهی سبیری شد. Nya و Austin در سال ۲۰۰۹ با مطالعه روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus niloticus*) و Shalaby و همکاران در سال ۲۰۰۶ با مطالعه بر تیلاپپای نیل اظهار داشتند که اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد ماهیان در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد شد. در مطالعه حاضر، کاملاً واضح است که استفاده از پودر سیر به عنوان یک ماده غذایی موجب افزایش جذب غذا و قابلیت هضم شد. بنابراین شاخص‌های ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا بهبود یافته که منجر به افزایش وزن در

و Ndong (2003) و موارد مشابه‌ای توسط Fall (۲۰۱۱) در تیلاپپای دورگه *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus* گزارش شده است. نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌کند که میزان لیزوزیم در ماهیان تغذیه شده با پودر سیر افزایش یافته و بنابراین موجب بهبود ضریب ایمنی شده است که در مطالعات پیشین این امر تایید شده بود (Sahu et al., 2007; Nya and Austin, 2009; Ndong and Fall, 2011).

در مطالعه حاضر، با افزایش سطوح مکمل پودر سیر در جیره میزان کمپلمان (C4) تا سطوح ۱/۵ درصد افزایش یافت با این وجود فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار شاهد بود. مطالعات زیادی نشان داده است که کمپلمان نقشی حیاتی در پاسخ‌های ایمنی ذاتی در ماهیان استخوانی دارد (Yano et al., 1991). فعالیت کمپلمان مسئول سیستم ایمنی ماهیان استخوانی در گونه‌های متعددی مانند کپور معمولی (Matsuyama et al., 1991) گربه ماهی (Jenkins and Ourth, 1993) و آزاد ماهیان (Lammens et al., 2000) است. سلطانی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش دادند که استفاده از عصاره آویشن شیرازی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان موجب افزایش فعالیت

غذا اضافه شده بود جهش رشد مشاهده نشد که مطابق با مطالعات انجام شده بود.

شاخص‌های ایمنی

مکمل پودر سیر اضافه شده به جیره غذایی بر شاخص‌های ایمنی بچه تاسماهی سبیری تاثیر گذار بود و در پاره‌ای از موارد موجب بهبود کارایی شاخص‌های مذکور شد. به این ترتیب که میزان لیزوزیم بچه ماهیان در تیمارهای ۱ و ۱/۵ درصد پودر سیر به مقادیر $62 \pm 4/24$ و $64/5 \pm 4/94$ (U/mL/min) به طور معنی‌داری بر لیزوزیم ماهیان تیمار شاهد و ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲ درصد پودر سیر بیشتر بود ($P < 0/05$). تحریک کننده‌های ایمنی می‌توانند لیزوزیم را در سرم خون با افزایش تعداد سلول‌های فاگوسیتوز کننده ترشح کننده لیزوزیم و یا افزایش مقدار لیزوزیم تولید شده در سلول، افزایش دهند (Engstad et al., 1992). در واقع تغییر در فعالیت لیزوزیم تا حد زیادی از توان و نوع تحریک کننده‌های ایمنی که ماهی در معرض آن قرار می‌گیرد متاثر است. بالا رفتن لیزوزیم به دنبال ورود تحریک کننده‌های ایمنی به بدن در تعدادی از ماهیان به اثبات رسیده است (Lapatra et al., 1998; Paulsen et al., 1998).

در مقدار لیزوزیم تولید شده در سلول می‌شود (Engstad et al., 1992). البته این موضوع نیاز به مطالعات بیشتر دارد. اما با توجه به آزمایش انجام شده و نتایج به دست آمده می‌توان اذعان کرد که ماهیان تیمار شده با پودر سیر در سطوح ۱ و ۱/۵ درصد نشان از افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد و فعالیت لیزوزیم در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. بنابراین پودر سیر تاثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد و ایمنی بدن بچه تاسماهی سبیری در این مرحله از رشد دارد و افزودن ۱ تا ۱/۵ درصد پودر سیر به جیره برای افزایش سرعت رشد و بهبود کارایی ایمنی این گونه در محیط‌های پرورشی نیمه متراکم توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری صمیمانه کارشناسان و کارمندان بخش آبی‌پروری موسسه تحقیقات تاسماهیان دریای خزر، آقایان میرحامد سید حسنی، محبعلی پورغلام، رضوان الله کاظمی و علی هوشیار تشکر می‌نمایند.

سیستم کمپلمان در روزهای یکم و هشتم پس از مصرف بوده، اما در مطالعه حاضر چنین چیزی مشاهده نشد. با توجه به این که میزان لیزوزیم سرم که شاخص بسیار مهمی در ایمنی همورال محسوب می‌شود و اهمیت بسزایی در ارتقای سیستم ایمنی ماهیان، به ویژه ماهیان خاویاری دارد (رئیزی و همکاران، ۱۳۹۲) در گروه‌های آزمایشی نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت، می‌توان اذعان کرد که پودر سیر تاثیر مثبتی بر افزایش ایمنی همورال در ماهیان دارد. تایید کننده این مطلب افزایش معنی‌دار IgM در پلاسما بچه تاسماهیانی است که با جیره ۱/۵ درصد پودر سیر تغذیه شده بودند. لازم به ذکر است که IgM ایمونوگلوبین غالب در اکثر ماهیان است (Acton et al., 1971).

در مورد عدم افزایش میزان لیزوزیم در تیمار ۲ درصد پودر سیر احتمالاً باید آن را به کاهش مصرف و جذب غذا و کاهش حضور ماده آلیسین در سیر نسبت داد که موجب افزایش لیزوزیم در سرم خون با افزایش در تعداد سلول‌های فاگوسیتوز کننده ترشح کننده لیزوزیم (Engstad et al., 1992) و یا افزایش

منابع

- بهمنی م. و کاظمی ر. ۱۳۷۷. مطالعه بافت‌شناسی غدد جنسی در تاسماهیان جوان پرورشی. مجله علمی شیلات ایران، ۷(۱): ۱-۱۵.
- پیغان ر.، رضایی آ. و زادپرور ن. ۱۳۹۳. مطالعه تاثیر عصاره سیر خام بر میزان رشد و هیستوپاتولوژی کبد، کلیه و حباب روده‌ای در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). نشریه دامپزشکی، ۲۷(۴): ۶۸-۷۸.
- حمیداوی ا. ۱۳۹۰. بررسی اضافه کردن پودر سیر *Allium sativum* به غذا و تاثیر آن بر بافت روده و شاخص‌های رشد ماهی کپور معمولی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خرمشهر. ۱۳۰ ص.
- خدادادی م.، پیغان ر. و حمیداوی آ. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر افزودنی خوراکی پودر سیر (*Allium sativum*) بر روی شاخص‌های رشد ماهی کپور معمولی. نشریه علوم درمانگاهی و دامپزشکی ایران، ۶(۲): ۴۸-۵۶.
- رخشان م.، احمدی ک. و مجتهدزاده ر. ۱۳۷۹. خون‌شناسی، انعقاد و طب انتقال خون- تشخیص و پیگیری بالینی بیماری‌ها به کمک روش‌های آزمایشگاهی هنری (دیویدسن؛ ترجمه). انتشارات تیمورزاده. ۱۶ ص.
- رئبسی م.، فخریان م.، جعفریان م. و وروشچی ح. ۱۳۹۲. مطالعه تاثیر اسانس
- برخی گیاهان غیردارویی بر تاسماهی استرلیاد (*Acipenserruthenus*). مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا (دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز)، ۶(۲۱): ۲۳-۲۸.
- زارع ح.، حسینی س.ع.، سوداگر م. و زنده‌بودی م. ۱۳۹۳. اثرات عصاره سیر بر شاخص‌های رشد و مقاومت پست لارو میگوی وانامی (*Litopenaeus vanamei*) و تحمل آن در برابر استرس‌های شوری و pH. مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۳(۱): ۱-۱۶.
- سلطانی م.، ظریف‌منش ط. و ذریه‌زهرا س. ج. ۱۳۹۱. مطالعه تاثیر اسانس آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) بر میزان فعالیت سیستم عامل مکمل و لایوزیم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۴): ۲۳-۱۳.
- شفیع‌زاده ف. ۱۳۸۱. گیاهان دارویی لرستان. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی لرستان. ۵۷۶ ص.
- یزدانی ساداتی م.ر.، پورکاظمی م.، شکوریان م.، پورعلی فشتمی ح.ر.، پیکران مانا ن.، سیدحسینی م.ح.، یگانه ه. و پورصفر م. ۱۳۹۰. ترویج و پرورش فیل‌ماهی به منظور تولید گوشت و خاویار. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۵۹ ص.

Acton R.T., Weinheimer P.F., Hall S.J., Niedermeier W., Shelton E.

and Bennett J.C. 1971. Tetrameric immune macroglobulin in three

- orders of bony fishes. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 68: 107–111.
- Agarwal K.C. 1996.** Therapeutic action of garlic constituents. Review Journal of Medical Research, 16: 111–124.
- Ahmed S.D., Salah M.A., George J., Yasser A. and Mohamed H.F.M. 2008.** Effect of garlic, black seed and Biogen as immunostimulants on the growth and survival of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae), and their response to artificial infection with *Pseudomonas fluorescens*. African Journal of Aquatic Science, 33: 63–68.
- Amagase H., Petesch B.L., Matsuura H., Kasuga S. and Itakura Y. 2001.** Recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as a supplement intake of garlic and its bioactive components. Journal of Nutrition, 131: 955S–962S.
- Arora D.S. and Kaur J. 1999.** Antimicrobial activity of spices. International Journal of Antimicrobial Agents, 12: 257–262.
- Bricknell I. and Dalmo R.A. 2005.** The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. Fish and Shellfish Immunology, 19(5): 457–472.
- Corzo-Martinez M., Corzo N. and Villamiel M. 2007.** Biological properties of onions and garlic. Trends in Food Science and Technology, 18: 609–625.
- Dalmo R.A. and Seljelid R. 1995.** The immunomodulatory effect of LPS, laminaran and sulphated laminaran [b(1,3)-D-glucan] on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., macrophages in vitro. Journal of Fish Diseases, 18(2): 175–185.
- Diab A.S., El-Nagar G.O. and 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 *Oreochromis niloticus* fingerlings. Suez Canal Veterinary Medicine Journal, 122: 745–775.
- Ellis A.E., Stolen J.S., Fletcher T.C., Anderson D.P., Roberson B.S. and Van Muiswinkel W.B. 1990.** Lysozyme Assay, Techniques in Fish Immunology. Fair Haven, NJ: SOS Publications, USA. 220P.
- Engstad R.E., Robertson B. and Frivold E. 1992.** Yeast glucan induces increase in activity of lysozyme and complement mediated haemolytic activity in Atlantic salmon blood. Fish and Shellfish Immunology, 2: 287–297.
- Farahi A., Kasiri M., Sudagar M., Iraei M.S. and Shahkolaei M.D. 2010.** Effect of garlic (*Allium sativum*) on growth factors, some hematological parameters and body

- compositions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). AACL BIOFLUX Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation, 3(4): 317–323.
- 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.
- Hung S.S.O. and Lutes P.B. 1987.** Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20°C. Aquaculture, 65: 307–317.
- Hung S.S.O. 1991.** Nutrition and feeding of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): An overview. P: 65–77. In: Williot P. (Ed.). Proceedings of the First International Symposium on the Sturgeon, Cemagref, France.
- Jayaprakas V. and Euoharsia J. 1996.** Growth performance of *Labeo rohita* (ham) Livol (IHF-1000) an herbal product. Indian National Science Academic, 63: 1–10.
- Jenkins J.A. and Ourth D.D. 1993.** Opsonic effect of the alternative complement pathway on channel catfish peripheral blood phagocytes. Veterinary Immunology and Immunopathology, 39: 447–459.
- Kaushik S.J., Luquet P., Blanc D. and Paba A. 1989.** Studies on the nutrition of the Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*: I. Utilization of digestible carbohydrates by sturgeon. Aquaculture, 50: 89–101.
- Khalil R.H., Nadia B.M. and Suleiman M.K. 2001.** Effect of diojen and levamisol HCl on the minio response of cultured *Oreochromis niloticus* to *Aeromonas hydrophila* vaccine. Journal of the Egyptian Veterinary Medical Association, 11(2): 381–392.
- Kown O.S., Cho J.H., Min B.J., Kim H.J., Chen Y.G., Yoo J.S., Kim I.H., La J.C. and Park H.K. 2005.** Effect of supplemental medicinal plants (*Artemisia*, *Acanthopanax* and garlic) on growth performance, IGF-1 and meat quality characteristics in growing-finishing pigs. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 25(3): 316–321.
- Lammens M., Decostere A. and Haaesebrouck F. 2000.** Effects of *Flavobacterium psychrophilium* strains and their metabolites on the oxidative activity of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* phagocytes. Disease of Aquaculture Organism, 41: 173–179.
- Lapatra S.E., Lauda K.A., Jones**

- G.R., Sjhewmaker W.S. and Bayne C.J. 1998.** Resistance to IHN virus infection in rainbow trout is increased by glucan while subsequent production of serum neutralizing activity is decreased. *Fish and Shellfish Immunology*, 8: 435–446.
- Magnadottir B. 2006.** Innate immunity of fish (overview). *Fish and Shellfish Immunology*, 20: 137–151.
- Matsuyama M., Adachi S., Nagahama Y., Kitajima C. and Matsuura S. 1991.** Annual reproductive cycle of the captive female Japanese sardine *Sardinops melanostictus*: Relationship to ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones. *Marine Biology*, 108: 21–29.
- Medale F., Blank D. and Kaushik S.J. 1991.** Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, (*A. baeri*). 11. Utilization of dietary non protein energy by sturgeon. *Aquaculture*, 93: 143–154.
- Mohseni M., Ozorio R.O.A., Pourkazemi M. and Bai S.C. 2008.** Effects of dietary L-Carnitine supplements on growth and body in beluga sturgeon (*Huso huso*) juveniles. *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 646–649.
- Ndong D. and Fall J. 2011.** The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*). *Journal of Clinical Immunology and Immunopathology Research*, 3(1): 1–9.
- Ndong D., Chen Y.Y., Lin Y.H., Vaseeharan B. and Chen J.C. 2007.** The immune response of tilapia *Oreochromis mossambicus* and its susceptibility to *Streptococcus iniae* under stress in low and high temperatures. *Fish and Shellfish Immunology*. 22(6): 686–694.
- Nwabueze A.A. 2012.** The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and haematological parameters of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Sustainable Agriculture Research*, 1(2): 222–228.
- 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: 963–970.
- Paulsen S.M., Lunde H., Engstad R.E. and Robertsen B. 2003.** In vivo effects of glucan and LPS on regulation of lysozyme activity and mRNA expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Fish and Shellfish Immunology*, 14: 39–54.
- Peddie V.L., Van Teijlingen E. and Bhattacharya S. 2005.** A qualitative study of women's decision-making at the end of IVF treatment. *Human Reproduction*, 20: 1944–1951.

- Platel K. and Srinivasan K. 2004.** Stimulant action of spices: A myth or reality. *Indian of Medical Research*, 119: 167–179.
- Raa J. 1996.** The use of immunostimulatory substances in fish and shellfish farming. *Reviews in Fisheries Science*, 4(3): 229–288.
- Ronyai A., Peteri A. and Radics F. 1990.** Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. *Aquaculture Hungarica (Szarvas)*, 6: 13–18.
- Sahu S., Das B.K., Mishra B.K., Pradhan J. and Sarangi N. 2007.** Effects of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 80–86.
- Shalaby A.M., Khattab Y.A. and Abdel Rahman A.M. 2006.** Effect of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 12(2): 172–201.
- Shi X., Zhuang P., Zhang L., Feng G., Chen L., Liu J. and Wang R. 2009.** Growth inhibition of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) from dietary and waterborne fluoride. *Research Report Fluoride*, 42(2): 137–141.
- Talpur A.D. and Ikhwanuddin M. 2012.** Dietary effects of garlic (*Allium sativum*) on haemato-immunological parameters, survival, growth, and disease resistance against *Vibrio harveyi* infection in Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, 364-365: 6-12.
- Thanikachalam K., Kasi M. and Rathinam X. 2010.** Effect of garlic peel on growth, hematological parameters and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* in African catfish *Clarias gariepinus* (Bloch) fingerlings. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 614–618.
- Xue M., Luo W., Ren Z., Gao P., Yu Y. and Pearl G. 2006.** Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture*, 206: 206–214.
- Yano T., Matsuyama H. and Mangindaan R.E.P. 1991.** Polysaccharide induced protection of carp *Cyprinus carpio* against bacterial infection. *Journal of Fish Disease*, 14: 577–582.



Improving effect of garlic (*Allium sativum*) powder as a supplement on growth performance and immune system of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) juveniles

Hooshang Yegane Rastekenari¹, Habib Vahabzade Roudsari^{2*}, Mohammad Ali Yazdani Sadati³

Received: October 2016

Accepted: December 2016

Abstract

Effect of different level of *Allium sativum* on growth performances and some immune system indices of juvenile *Acipenser baerii* were investigated. 150 *Acipenser baerii* juveniles by the average weight of 30.45 ± 0.40 g without significant difference were stocked in fifteen fiberglass tanks and fed by five diets with different level of added garlic powder (0, 0.5, 1, 1.5, 2%), including AS₀, AS_{0.5}, AS₁, AS_{1.5}, AS₂ for 8 weeks. At the end of the feeding trial, highest of final weight, weight gain, daily growth rate, the specific growth rate was due to fish fed by AS_{0.5} and AS₁ which had a significant difference with fish fed by control (AS₀) diet ($P < 0.05$). The best food conversion ratio was recorded in fish fed by AS₁ diet ($P < 0.05$). Fish fed AS₁ had highest protein efficiency ratio compared other treatments ($P < 0.05$). A significant increasing amount of plasma lysozyme were found in fish fed AS₁ and AS_{1.5} compared control ($P < 0.05$). However, the highest of the value of IgM were recorded in AS_{1.5} ($P < 0.05$). Complement (C4) was not affected on different levels of garlic. Results of this study indicated that *Allium sativum* (1 and 1.5%) had a positive effect on growth rate and some of the immune system (lysozyme and IgM) of *Acipenser baerii*.

Key words: Growth Performance, Food Efficiency Ratio, Lysozyme, IgM, Compliment.

1- MsC Graduated Student, Department of Fisheries and Aquaculture, Islamic Azad University Branch of Rasht, Rasht, Iran.

2- Assistant Professor in Department of Fisheries, Dr. Keyvan Research Center for Fisheries Sciences and Marine Technology, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Chamkhaleh, Iran.

3- Associate Professor in Caspian Sea International Sturgeon Research, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

*Corresponding Author: Habib.Vahabzadeh@gmail.com