



University of Guilan

University of Guilan with collaboration of Iranian  
Aquaculture Society

**Aquatic Animals Nutrition**

Vol. 6, No. 1, 2020, pages: 13-25



## **Effects of orally-administered *Echinacea purpurea* on growth indices, hematology and innate immunity in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*)**

**Aliomran Khajehpour, Seyed Rohollah Javadian\***

Department of Fisheries, Islamic Azad University, Qaemshahr Branch, Qaemshahr, Mazandaran, Iran

Received 26 October 2019

accepted 15 March 2020

### **KEYWORDS**

*Echinacea purpurea*

Immunity

Growth performance

Hematology

Siberian sturgeon

### **ABSTRACT**

This study was carried out to determine the effects of *Echinacea purpurea* extract on growth indices, hematological indices and innate immunity of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). So, 120 of Siberian sturgeon with an average weight of  $53.12 \pm 0.08$  g were divided into four groups with three replicates. The fish were fed with experimental diets containing 0, 0.5, 1 and 1.5% (T0%, T0.5%, T1% and T1.5%, respectively) *E. purpurea* extract for eight weeks. The results of this study showed that T1.5% had the highest final weight, weight gain, specific growth rate and condition factor ( $p < 0.05$ ). The best feed conversion ratio was also observed in T1.5% ( $p < 0.05$ ). In hematological examinations, results also exhibited enhancement in all indices including white and red blood cells count, hemoglobin, hematocrit and hematological indices in all treatments and the best results were observed in T1.5% ( $p < 0.05$ ). Significant differences were found in innate immunity indices between the experimental treatments ( $p < 0.05$ ). The highest levels of lysozyme, complement and respiratory burst activities were found in T1.5%. According to the results, adding 1.5% *E. purpurea* to fish diet can improve growth rate, hematological indices and innate immunity of Siberian sturgeon.

\*Corresponding author: Ro.javadian@gmail.com



دانشگاه گیلان با مشارکت انجمن آبی‌پروری ایران

## تغذیه آبزیان

سال ششم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۲۵-۱۳



"مقاله پژوهشی"

### تأثیر عصاره خوراکی گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) بر شاخص‌های رشد، خون‌شناسی و ایمنی ذاتی در تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*)

علی عمران خواجه‌پور، سید روح‌الله جوادیان\*

گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر، قائم‌شهر، مازندران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۱۰

#### کلمات کلیدی

سرخارگل

ایمنی

عملکرد رشد

خون‌شناسی

تاسماهی سبیری

#### چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر عصاره سرخارگل بر شاخص‌های رشد، خون‌شناسی و ایمنی ذاتی در بچه تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) انجام شد. بدین منظور، ۱۲۰ قطعه بچه تاسماهی سبیری با میانگین وزنی  $0.08 \pm$  گرم در چهار گروه با سه تکرار تقسیم شدند. ماهیان به مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی حاوی صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ عصاره سرخارگل تغذیه شدند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۵٪ سرخارگل دارای بیشترین وزن نهایی، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت بودند ( $p < 0.05$ ). بهترین ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار ۱/۵٪ سرخارگل مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). نتایج خون‌شناسی نیز بهبود تمامی شاخص‌های مورد بررسی مانند تعداد گلبول سفید و قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و شاخص‌های گلبولی را در تیمارهای دریافت‌کننده سرخارگل نشان داد و بهترین نتایج در تیمار ۱/۵٪ سرخارگل به دست آمد ( $p < 0.05$ ). اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های ایمنی ذاتی در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده شد ( $p < 0.05$ ), به طوری که بیشترین میزان لایزوزیم، بالاترین سطح کمپلمان و انفجار تنفسی در تیمار ۱/۵٪ سرخارگل به دست آمد. طبق نتایج به دست آمده، سطح ۱/۵٪ سرخارگل می‌تواند منجر به بهبود برخی شاخص‌های رشد، خون‌شناسی و ایمنی ذاتی تاسماهی سبیری شود.

## مقدمه

صنعت آبی پروری برای رویارویی و فائق آمدن بر مشکل کمبود زمین و منابع آبی، ناگزیر به افزایش تراکم در واحد سطح و کاهش میزان استفاده از آب است. این مسئله موجب افزایش تأثیر تنش‌های محیطی و ضعف آبی پرورشی در برابر بیماری‌ها می‌شود. به موارد بالا می‌توان عدم شناخت کافی از احتیاجات غذایی آبزیان به‌خصوص در شرایط نامناسب محیطی و کیفیت نامطلوب خوراک را نیز اضافه کرد (علیشاهی و همکاران، ۱۳۹۰).

کاربرد گسترده ترکیبات طبیعی و گیاهی در درمان طیف وسیعی از بیماری‌های انسان موجب شد تا امکان استفاده از این ترکیبات در درمان بیماری‌های دیگر موجودات زنده نیز بررسی شود (کازم‌پور و همکاران، ۱۳۸۴). ترکیبات طبیعی با وجود تأثیر کند، اثر بسیار پایدارتری در مقایسه با دیگر داروها دارند. این مواد به علت دارا بودن مواد مؤثره مختلف، می‌توانند در درمان بسیاری از بیماری‌ها کاربرد داشته باشند. همچنین، این ترکیبات همواره از یک حالت تعادل زیستی برخوردارند. لذا در بدن انباشته نشده و اثرات جانبی بر جای نمی‌گذارند (شوهانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ توکلی و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین، با استفاده از گیاهان دارویی سنتی در جیره غذایی آبزیان می‌توان بهبود هضم و جذب و در نهایت، ایمنی را در آبزیان پرورشی انتظار داشت (علیشاهی و همکاران، ۱۳۹۰).

از جمله گیاهان ارزشمند در طب سنتی، سرخارگل یا سرخارگل (*Echinacea purpurea*) است که گیاهی چندساله و بومی شمال آمریکا است. در گذشته از ریشه و ساقه زیرزمینی این گیاه برای درمان زخم و کاهش علائم عفونت و التهاب استفاده می‌شد (Matthias et al., 2008). از اصلی‌ترین ترکیبات موجود در سرخارگل می‌توان به پلی‌ساکاریدهای محلول در آب، مشتقات اسیدکافئیک و فلاونوئیدها اشاره کرد (Bone, 1997). با اینکه خواص داروشناختی هر یک از این مواد به‌طور کامل مشخص نشده (Thygesen, 2007)، اما خاصیت تعدیل‌کنندگی و خاصیت ضدالتهابی دستگاه دفاعی توسط مشتقات کافئیک اسید و آلکامیدها ثابت شده است (Matthias et al., 2008). اجزای اکتیناسه، منجر به افزایش تعداد گلبول‌های

سفید در گردش خون و نیز افزایش بیگانه‌خواری و فعال شدن لنفوسیت‌های نوع T می‌شود (O'Hara et al., 1998). تحقیقات نشان داده است که پلی‌ساکاریدهای تخلیص شده سرخارگل به دلیل دارا بودن خاصیت تحریک‌کنندگی سلول‌های دفاعی منجر به افزایش قدرت بیگانه‌خواری، کموتاکسی و انفجار تنفسی در یاخته‌های ماکروفاژ (Stimpel et al., 1984) و نوتروفیل می‌شوند (Wagner and Jurcic, 1991). مطالعات متعدد، تأثیرات مثبت استفاده از سرخارگل را در ماهیان مختلف نشان داده است، به طوری که اثرات تحریک‌کنندگی رشد، دستگاه ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها از مهم‌ترین نتایج این تحقیقات است (Wagner et al., 1998; Alvarez-Pellitero et al., 2006; Aly et al., 2008; Aly and Mohamed, 2010; Guz et al., 2011).

ماهیان خاویاری یکی از ارزشمندترین گونه‌های آبزیان در دنیا به شمار می‌روند. گوشت و خاویار تولید شده توسط این ماهیان جزء گران‌قیمت‌ترین محصولات دریایی جهان محسوب می‌شوند (مصلحی و همکاران، ۱۳۹۳). در طی چند دهه اخیر، به دلیل از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی این ماهیان، ذخایر طبیعی آنها به شدت کاهش یافته است (Nelson et al., 2012). به همین دلیل، کشورهای مختلف برای جلوگیری از روند کاهش ذخایر این ماهیان و نیز افزایش سود اقتصادی به پرورش مصنوعی این ماهیان با ارزش روی آورده‌اند (Steffens et al., 1990; Williot et al., 2001).

تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) یکی از گونه‌های ارزشمند ماهیان خاویاری به دلیل انعطاف‌پذیری بالا نسبت به شرایط محیطی و پرورشی، نرخ رشد بالا، تحمل تراکم بالای ذخیره‌سازی و امکان دستیابی به رسیدگی جنسی در اسارت توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Williot et al., 2002; Bronzi et al., 2011). این گونه در اواخر اسفند ماه سال ۱۳۸۳ در راستای فراهم کردن بانک ژنی تمام گونه‌های تاسماهیان از کشور مجارستان وارد ایران شد و برای پرورش در انواع روش‌های تولیدی مناسب است، به طوری که متوسط وزن بدن در شرایط پرورشی نسبت به انواع مشابه در آب‌های طبیعی

$\pm 7/73$  بود و دوره نوری به صورت استاندارد و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم شد.

### تهیه عصاره و جیره بندی ماهیان

عصاره هیدروالکلی سرخارگل از شرکت گیاه اسانس (گرگان-ایران) تهیه شد. برای تغذیه ماهیان از غذای تجاری شرکت خوراک دام آبزیان مازندران استفاده شد. برای انجام این آزمایش از چهار تیمار با سه تکرار استفاده شد که تیمارها به ترتیب شامل صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ عصاره سرخارگل بودند. تیمار شاهد فاقد عصاره سرخارگل بود، اما در تیمار دوم ۰/۵ گرم، در تیمار سوم یک گرم و در تیمار چهارم ۱/۵ گرم پودر لیوفیلیزه شده عصاره سرخارگل به ترتیب، با ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم ماده مؤثره در ۵۰ میلی لیتر آب حل شده و به سطح جیره افشانه شد. در نهایت برای افزایش پایداری این ماده از افشانه ژلاتین ۱٪ استفاده شد. خوراکها پس از ۲۴ ساعت قرارگیری در معرض هوای خشک قابل استفاده بود. خوراک برای تازگی و حفظ کیفیت مواد مورد استفاده، به صورت هفتگی تهیه می شد.

### ارزیابی شاخص های رشد

در پایان ۸ هفته پرورش، شاخص های رشد، مانند ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و شاخص وضعیت مطابق با فرمول های زیر محاسبه شدند (Hung and Lutes, 1989):

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = مقدار غذای مصرفی (گرم) / وزن تر بدست آمده (گرم)

نرخ رشد ویژه (SGR، درصد/روز) = [(لگاریتم وزن نهایی - لگاریتم وزن اولیه) / مدت زمان آزمایش]  $\times 100$

درصد افزایش وزن (BWI) (%) = (وزن نهایی - وزن اولیه) / وزن اولیه  $\times 100$

شاخص وضعیت (CF) = (وزن ماهی (گرم) /  $3$  طول کل (سانتی متر))  $\times 100$

۲۴ ساعت قطع غذا شده و سپس، عملیات خون گیری آغاز شد. عملیات خون گیری بعد از بیهوش کردن ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک به میزان ۳۵۰ میلی گرم در لیتر و از طریق سیاهرگ دمی صورت گرفت (Gholipour

ممکن است تا ۱۰ برابر بیشتر باشد (Williot et al., 2002).

با توجه به اهمیت صنعت پرورش ماهیان خاویاری در ایران و جهان، تحقیق درباره جنبه های مختلف مدیریتی، از جمله مدیریت بهداشتی و تغذیه ای در این ماهیان لازم و ضروری است. در این راستا، با توجه به اهمیت محرک های ایمنی با پایه گیاهی در بهبود شاخص های دفاعی و پیشگیری از بیماری ها و آسان و عملی بودن کاربرد آن ها در مزارع پرورش آبزیان، به خصوص از طریق آمیختن آن ها با غذای آبزیان، این مطالعه به بررسی تأثیر سرخارگل به عنوان محرک رشد و ایمنی، بر شاخص های رشد، هماتولوژی و ایمنی ذاتی تاسماهی سبیری پرداخته است.

### مواد و روش ها

#### تهیه ماهیان و تیمار بندی

مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۸ و در مرکز بازسازی ذخایر شهید رجایی واقع در شهر ساری (مازندران، ایران) اجرا شد. برای این منظور، ۱۲۰ عدد بچه تاسماهی سبیری پرورشی با میانگین وزنی  $0/08 \pm 53/12$  گرم در ۱۲ مخزن فایبرگلاس هزار لیتری توزیع شدند. ماهیان به مدت دو هفته با شرایط آزمایش سازگار شدند و طی دوره سازگاری، با جیره شاهد (فاقد سرخارگل، شرکت خوراک دام آبزیان مازندران) تغذیه شدند. بعد از سازگاری ماهیان با شرایط آزمایش، تیمار بندی در قالب چهار تیمار با جیره های غذایی متفاوت در سه تکرار انجام شد. در طول دوره پرورش، میانگین دما، اکسیژن و pH به ترتیب  $22/45 \pm 0/51$  درجه سانتی گراد،  $0/12 \pm 6/89$  میلی گرم در لیتر و  $0/08$

### ارزیابی شاخص های خون شناسی

برای ارزیابی شاخص های خونی و ایمنی سرم، نمونه برداری به طور تصادفی از خون ماهیان در زمان های صفر و پایان دوره آزمایش انجام شد. پیش از خون گیری، ماهیان به مدت

تنفسی نیز با استفاده از روش ارائه شده توسط Nazerian و همکاران (۲۰۱۷) ارزیابی شدند.

### تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در ابتدا نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های Kolmogorov-Smirnov و Levene بررسی شد. سپس، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) برای تعیین تفاوت بین تیمارها انجام شد. پس از اطمینان از معنی‌دار بودن آنالیز واریانس در سطح اطمینان ۹۵٪ از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف استفاده شد. داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شدند. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۰ انجام شد. تمام آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزارهای آماری SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

### نتایج

تغییرات شاخص‌های رشد در بچه تاسماهیان سیبری تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، وزن نهایی در تیمار ۱/۵٪ با ۳۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره سرخارگل بالاتر از دیگر تیمارها بود و اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). همچنین، اختلاف معنی‌داری در وزن نهایی، ضریب تبدیل غذایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت بین گروه‌های آزمایشی مشاهده شد ( $p < 0/05$ ).

### شاخص‌های خون‌شناسی

با تغییر در مقدار سرخارگل جیره غذایی تغییرات در شاخص‌های خون‌شناسی نیز مشاهده شد (جدول ۲)، به طوری که تمامی شاخص‌های یاد شده تحت تأثیر سرخارگل خوراکی قرار گرفته و بهبود معنی‌داری را در تیمارهای آزمایشی از خود نشان دادند ( $p < 0/05$ ). بیشترین مقدار گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و MCV و کمترین مقدار MCH و MCHC در تیمار ۱/۵٪ با ۳۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره سرخارگل دیده شد ( $p < 0/05$ ).

Kanani et al. 2013). بلافاصله بعد از خون‌گیری، با استفاده از سرنگ انسولین ۱ میلی‌لیتری، خون به دو میکروتیوب هپارینه و غیرهپارینه منتقل شد. میکروتیوب‌های غیرهپارینه برای جداسازی سرم خون به مدت ۵ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس در دور ۲۵۰۰ rpm به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ شدند. سرم با استفاده از سمپلر به ویال‌های جداگانه منتقل و تا زمان سنجش‌های بیوشیمیایی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Gholipour Kanani et al. 2013). از سرم جداشده برای سنجش پاسخ‌های ایمنی، مانند بررسی آزمایش کمپلمان، بررسی فعالیت لایزوزیم سرم و آزمایش انفجار تنفسی استفاده شد. شمارش کلی گلبول‌های سفید و قرمز به روش هموسیتومتری انجام شد. برای اندازه‌گیری هموگلوبین (Hb) از روش سیانومت هموگلوبین استفاده شد. هماتوکریت (PVC) به روش میکروهیاتوکریت ارزیابی شد. برای بررسی شاخص‌های گلبولی (MCHC, MCV, MCH) از میزان RBC، Hb و PCV استفاده شد. شمارش تفریقی گلبول‌های سفید پس از تهیه گسترش خون و رنگ‌آمیزی با گیمسا با شمارش صد گلبول سفید و تعیین درصد هر یک از این گلبول‌ها تعیین شد (Houston, 1990; Ghiasi et al. 2010).

### شاخص‌های ایمنی ذاتی

شاخص‌های ایمنی مورد بررسی در این تحقیق شامل اندازه‌گیری فعالیت لایزوزیم، آزمایش‌های کمپلمان، انفجار تنفسی و شمارش تفریقی گلبول‌های سفید بود. به این منظور، فعالیت لایزوزیم مطابق با روش ارائه شده توسط Gholipour Kanani و همکاران (۲۰۱۳) با اندکی تغییرات در مدت زمان مراحل انجام آزمایش انجام شد. برای شمارش تفریقی گلبول‌های سفید، گسترش‌های خونی تهیه‌شده بر روی لام ابتدا خشک و توسط اتانول ۹۵٪ تثبیت شد. سپس، توسط گیمسا رنگ‌آمیزی و زیر میکروسکوپ نوری شمارش تفریقی آنها انجام شد (Gholipour Kanani et al. 2013). آزمایش‌های کمپلمان و انفجار

جدول ۱ شاخص‌های رشد تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف سرخارگل پس از ۸ هفته تغذیه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

شاخص‌های رشد	شاهد	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱٪	تیمار ۱/۵٪
وزن نهایی (گرم)	۷۴/۱۹ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>d</sup>	۷۹/۲۴ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>c</sup>	۸۴/۴۵ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>b</sup>	۹۲/۱۰ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>a</sup>
افزایش وزن بدن (%)	۳۹/۶۶ $\pm$ ۰/۱ <sup>d</sup>	۴۹/۱۷ $\pm$ ۰/۲ <sup>c</sup>	۵۸/۹۷ $\pm$ ۰/۱ <sup>b</sup>	۷۳/۳۸ $\pm$ ۰/۳ <sup>a</sup>
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۲/۱۹ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>d</sup>	۳/۱۴ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>c</sup>	۳/۷۸ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۳/۹۹ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>a</sup>
ضریب تبدیل غذایی	۳/۲۸ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۳/۰۷ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۲/۸۹ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۲/۶ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>a</sup>
شاخص وضعیت	۰/۳۳ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۳۶ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۳۶ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۳۷ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>a</sup>

\* حروف متفاوت در هر ردیف، نشانه وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها است ( $p < 0.05$ ).

جدول ۲ شاخص‌های خون شناسی تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف سرخارگل و گروه شاهد پس از ۸ هفته تغذیه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

شاخص	شاهد	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱٪	تیمار ۱/۵٪
(تعداد گلبول قرمز $\times 10^6/\text{mm}^3$ )	۰/۸۱ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>c</sup>	۰/۸۹ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>c</sup>	۰/۱۰۱ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۱۱۲ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>a</sup>
هموگلوبین (g/dL)	۲/۱۹ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>d</sup>	۲/۴۴ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>c</sup>	۲/۹۷ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۳/۱۰ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>a</sup>
هماتوکریت (%)	۱۴/۰۹ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>d</sup>	۱۴/۷۸ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>c</sup>	۱۵/۹۳ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>b</sup>	۱۶/۹۹ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>a</sup>
(fl) MCV	۱۲۸/۰۸ $\pm$ ۰/۱ <sup>d</sup>	۱۳۵/۱۷ $\pm$ ۰/۲ <sup>c</sup>	۱۴۰/۵۹ $\pm$ ۰/۱ <sup>b</sup>	۱۵۱/۲۶ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>
(pg/cell) MCH	۲۸/۹۳ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۲۸/۰۶ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>a</sup>	۲۷/۴۶ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۲۶/۱۷ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>b</sup>
(g/dL) MCHC	۱۵/۳۳ $\pm$ ۰/۲ <sup>a</sup>	۱۴/۳۷ $\pm$ ۰/۱ <sup>b</sup>	۱۴/۰۶ $\pm$ ۰/۲ <sup>b</sup>	۱۲/۵۲ $\pm$ ۰/۳ <sup>c</sup>

\* حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست ( $p < 0.05$ ).

### شاخص‌های ایمنی

هم سو با دیگر نتایج این مطالعه، استفاده از سرخارگل در جیره غذایی تاسماهی سبیری منجر به بهبود شاخص‌های ایمنی، مانند کمپلمان، لایزوزیم و انفجار تنفسی شد ( $p < 0.05$ ). بیشترین میزان شاخص‌های ذکر شده در تیمار ۱/۵٪ با ۳۰۰ میلی گرم ماده مؤثره سرخارگل به ثبت رسید (جدول ۴).

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان داد که استفاده از سرخارگل در جیره غذایی تاسماهی سبیری منجر به افزایش معنی دار تعداد گلبول‌های سفید و لنفوسیت خواهد شد ( $p < 0.05$ ). همچنین نتایج اختلاف آماری معنی داری را در تعداد مونوسیت، نوتروفیل و بازوفیل گروه‌های دریافت کننده سرخارگل و گروه شاهد از خود نشان داد ( $p < 0.05$ ). بیشترین تعداد گلبول سفید و درصد لنفوسیت و کمترین درصد نوتروفیل، مونوسیت و بازوفیل در تیمار ۱/۵٪ با ۳۰۰ میلی گرم ماده مؤثره سرخارگل دیده شد ( $p < 0.05$ ).

جدول ۳ مقایسه شاخص‌های خون‌شناسی تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف سرخارگل و گروه شاهد پس از ۸ هفته تغذیه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

شاخص	شاهد	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱٪	تیمار ۱/۵٪
تعداد گلبول سفید ( $\times 10^6/\text{mm}^3$ )	$79.00 \pm 0.01^d$	$91.00 \pm 0.06^c$	$80.10 \pm 0.02^b$	$91.10 \pm 0.07^a$
لنفوسیت (%)	$59 \pm 0.002^d$	$64 \pm 0.004^c$	$71 \pm 0.003^b$	$80 \pm 0.003^a$
نوتروفیل (%)	$10 \pm 0.005^a$	$9 \pm 0.002^a$	$8 \pm 0.001^a$	$6 \pm 0.004^b$
مونوسیت (%)	$21 \pm 0.006^a$	$17 \pm 0.008^b$	$15 \pm 0.002^c$	$12 \pm 0.005^d$
بازوفیل (%)	$10 \pm 0.001^a$	$10 \pm 0.000^a$	$6 \pm 0.006^b$	$2 \pm 0.001^c$

\* حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ( $p < 0.05$ ).

جدول ۴ مقایسه سنجش شاخص‌های ایمنی تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف سرخارگل و گروه شاهد پس از ۸ هفته تغذیه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

شاخص	شاهد	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱٪	تیمار ۱/۵٪
کمپلمان (U/mL)	$10.8/7 \pm 0.3^d$	$11.5/1 \pm 0.1^c$	$12.0/8 \pm 0.2^b$	$12.9/9 \pm 0.3^a$
لایزوزیم ( $\mu\text{g/mL}$ )	$17/5 \pm 0.2^d$	$19/1 \pm 0.4^c$	$21/7 \pm 0.3^b$	$24/2 \pm 0.1^a$
انفجار تنفسی (RLU)	$47/6 \pm 0.5^d$	$53/9 \pm 0.2^c$	$61/4 \pm 0.1^b$	$77/6 \pm 0.4^a$

\* حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ( $p < 0.05$ ).

#### بحث

داشتن اطلاعات درباره مطلوبیت غذایی در آبی‌پروری می‌تواند در خصوص فیزیولوژی تغذیه شناختی ایجاد کند که در موفقیت یک پرورش دهنده تأثیر به‌سزایی خواهد داشت. در سال‌های اخیر از مواد زیادی به عنوان ماده جاذب در جیره غذایی آبیان استفاده شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به اسیدهای آمینه، آمین‌ها، الکل‌ها، آلدئیدها، مواد چشایی کلاسیک، نوکلئوتیدها و نوکلئوسیدها، شکر و دیگر هیدروکربن‌ها، اسیدهای آلی و مخلوطی از این مواد اشاره کرد (Sharif Rohani et al. 2016; Akbary et al. 2017; Nazerian et al. 2016; 2017).

مطالعات متعدد انجام شده در خصوص افزودنی‌های گیاهی به جیره آبیان، اثرگذاری این مواد را در رشد ماهیان مختلف تأیید کرده است. محرک‌های طبیعی ایمنی و رشد به خصوص محرک‌هایی با منشأ گیاهی، مزیت‌های متعددی نسبت به محرک‌های مصنوعی دارند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به در دسترس بودن، آسیب کمتر به محیط زیست و

امکان تولید در سطح وسیع با قیمت پایین اشاره کرد. در طی چندین دهه گذشته استفاده از مواد گیاهی به عنوان بخشی از ترکیبات جیره غذایی ماهیان در آبی‌پروری با روند افزایشی همراه بوده است، هرچند که اثرات تقویتی گیاهان یا عصاره‌های آنان بر روی رشد ماهیان بستگی به عوامل مختلفی مانند غلظت‌های مورد استفاده، ترکیب جیره پایه، مدیریت و شرایط پرورش نیز دارد (Farahi et al. 2010).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از سرخارگل تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد تاسماهی سبیری بر جای گذاشته است، به طوری که درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت و ضریب تبدیل غذایی با بهبود معنی‌داری در تیمارهای دریافت‌کننده سرخارگل همراه بوده است و بهترین مقادیر در تیمار ۱/۵٪ سرخارگل (۳۰۰ میکروگرم ماده مؤثره) مشاهده شد. دلیل افزایش وزن در ماهیان، مرتبط با عوامل دریافت غذاست و در ماهیان خاویاری تحریک دستگاه بویایی، عوامل مرتبط با دریافت



می‌شود. گلبول‌های قرمز ماهیان با تغییرات فصلی، چرخه جنسی یا دیگر موارد فیزیولوژیک دچار تغییرات معنی‌داری می‌شوند، بنابراین ارزیابی آن کمک مؤثری در بررسی وضعیت فیزیولوژیک ماهی می‌کند (Nazerian et al. 2017).

در مطالعه حاضر، میزان گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و MCV در گروه دریافت کننده سرخارگل با افزایش معنی‌داری همراه بود، به طوری که بیشترین میزان شاخص‌های یاد شده در تیمار ۱/۵٪ سرخارگل (۳۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره) مشاهده شد. میزان هموگلوبین و هماتوکریت تابعی از تغییرات گلبول قرمز بوده و رابطه مستقیم با آن دارد. افزایش غلظت هموگلوبین بر قابلیت انتقال گازهای تنفسی در خون، بازده قلب و افزایش وزن ماهی دلالت دارد (Nazerian et al. 2017). در مطالعه حاضر، استفاده از سرخارگل در جیره غذایی تاسماهی سبیری منجر به افزایش معنی‌داری در شاخص‌های خون‌شناختی شامل گلبول قرمز، میزان هموگلوبین و هماتوکریت و دیگر شاخص‌های خونی شد که این امر نشان‌دهنده برتری وضعیت تنفسی در تیمارهای حاوی سرخارگل است.

در مطالعات گذشته، از تعداد گلبول سفید در ماهیان برای ارزیابی سرکوب یا بهبود دستگاه ایمنی و نیز تقویت و یا افت بازده این دستگاه در برابر استرس یا عفونت استفاده می‌کردند. به دلیل کاربرد حفاظتی گلبول‌های سفید در برابر بیماری‌های عفونی ناشی از عوامل میکروبی، معمولاً پس از استفاده از محرک‌های دستگاه ایمنی به ارزیابی تعداد این مولکول‌های حیاتی می‌پردازند (Nazerian et al. 2017).

در این مطالعه سطح گلبول‌های سفید تاسماهیان سبیری در تیمار دریافت کننده سرخارگل دارای افزایش معنی‌داری بود. در نتایج حاصل از شمارش افتراقی گلبول‌های سفید نیز با افزایش میزان سرخارگل در جیره غذایی، افزایش تعداد لنفوسیت‌ها مشاهده شد، به طوری که بیشترین تعداد گلبول‌های سفید و لنفوسیت‌ها در تیمار ۱/۵٪ (۳۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره) سرخارگل به دست آمد که می‌تواند نشان‌دهنده بهبود وضعیت دستگاه ایمنی در بدن این ماهیان باشد. همچنین گلبول‌های سفید نقش مهمی در افزایش ایمنی و

غذا را بهبود می‌بخشد (Nazerian et al. 2017). ترکیبات موجود در گیاه سرخارگل از جمله پلی‌وینیل، روغن فرار، رزین و الکیلامید با تأثیر بر عملکرد آنزیم‌های گوارشی و خوش طعم کردن غذا منجر به افزایش مصرف غذا و در نتیجه، بهبود شاخص‌های رشد خواهد شد. علاوه بر این، ویژگی فعالیت اسیدی معده نیز پس از استفاده از سرخارگل در ماهیان افزایش می‌یابد که خود باعث افزایش بازده و کارایی معده خواهد شد. با توجه به مطالب عنوان شده، افزایش وزن در ماهیان دریافت کننده سرخارگل به واسطه افزایش دریافت غذا قابل توجیه است (Nazerian et al. 2019; Dadras et al. 2017).

اثرات مثبت استفاده از سرخارگل بر روی شاخص‌های رشد در مطالعات متعدد گزارش شده است. در این مطالعات که بر روی گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری انجام شده است (Gholipour Kanani et al. 2013; Nazerian et al. 2019; Dadras et al. 2017)، بهبود در تمامی شاخص‌های رشد به ثبت رسید. نتایج تمامی این مطالعات، با یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. شاخص‌های رشد متأثر از افزایش وزن بدن است که این عامل نیز خود وابسته به خوش خوراکی غذا و افزایش غذاگیری است. محرک‌های ایمنی گیاهی مانند سرخارگل سبب افزایش سوخت و ساز بدن می‌شوند که این امر منجر به افزایش میزان جذب غذا و کارایی آن می‌شود. سرخارگل از طریق بهبود عملکرد گوارش منجر به افزایش هضم‌پذیری در غذا و در نتیجه، بهبود عملکرد تغذیه و شاخص‌های رشد می‌شود (Gholipour Kanani et al. 2013; Nazerian et al. 2017; Alinezhad, 2019).

تاریخچه استفاده از گیاهان دارویی برای بهبود و ارتقای مکانیسم دفاع اختصاصی و غیراختصاصی در ماهیان به چندین دهه قبل باز می‌گردد و عموماً برای بررسی و ارزیابی وضعیت ماهیان پس از کاربرد این مواد انجام آزمایش‌های خونی و سنجش اجزای سرم پیشنهاد می‌شود (Gholipour Kanani et al. 2013). بررسی شاخص‌های خونی مانند تعداد گلبول سفید و قرمز در ماهیان، که از اصلی‌ترین بخش‌های ایمنی غیراختصاصی به شمار می‌روند، پس از کاربرد گیاهان دارویی در ماهیان انجام



افزایش کارایی دستگاه ایمنی است (Nazerian et al. 2017). کمپلمان نیز از دیگر عناصر اصلی ایمنی غیراختصاصی در ماهیان است که به‌عنوان مکانیسم کلیدی در پاکسازی عوامل آسیب‌رسان به رسمیت شناخته می‌شود. انفجار تنفسی که به‌واسطه خاصیت "کمی لومینسانس" با اندازه‌گیری تولیدات مسیر اکسیداتیو شناخته شده، هم در نوتروفیل‌ها و هم در ماکروفاژهای ماهیان ایجاد می‌شود. مسیر انفجار تنفسی به‌واسطه فعالیت یون سوپر اکسید ( $O_2^-$ ) و طی بیگانه‌خواری سلولی ایجاد می‌شود (Nazerian et al. 2017). نتایج حاصل از مطالعه حاضر، افزایش معنی‌داری را در میزان لایزوزیم، کمپلمان (ACH50) و انفجار تنفسی سرم تاسماهیان سبیری تغذیه شده با جیره حاوی سرخارگل در مقایسه با گروه شاهد نشان داد، به طوری که بیشترین مقادیر شاخص‌های ذکر شده در جیره ۱/۵٪ (۳۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره) سرخارگل مشاهده شد.

Harikrishnan و همکاران (۲۰۱۱) پس از استفاده از ۸۰۰ میلی‌گرم سرخارگل در جیره غذایی کفشک زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) افزایش معنی‌داری در میزان فعالیت لایزوزیم سرم نسبت به گروه شاهد مشاهده کردند. Nazerian و همکاران (۲۰۱۷) نیز با افزایش در میزان لایزوزیم سرم فیل ماهی پس از استفاده از ۰/۵٪ سرخارگل در جیره این ماهی رو به رو شدند. نتایج مشابه دیگری در خصوص افزایش لایزوزیم، کمپلمان و انفجار تنفسی پس از استفاده از سرخارگل در جیره ماهیان مختلف توسط محققان مختلف گزارش شده است که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر هم‌راستا و هم‌سو است (Akbery and Kakoolaki., 2017; Alinezhad, 2019; Dadras et al. 2019).

افزایش میزان کمپلمان (ACH50) سرم تاسماهیان سبیری تغذیه شده با جیره حاوی سرخارگل را می‌توان به وجود ترکیبات پلی‌ساکاریدی در این گیاهان نسبت داد، زیرا از جمله ترکیبات فعال کننده کمپلمان، ترکیبات پلی‌ساکاریدی هستند که در این گیاهان به وفور یافت می‌شوند (Nya and Austin, 2011). گیاه سرخارگل نیز به جهت وجود مقادیر بالایی از پلی‌ساکاریدها، آلکامید و

یا دفاع غیراختصاصی دارند و تعداد آن‌ها می‌تواند به عنوان شاخص سلامتی به کار رود (Nazerian et al. 2017).

مطالعات متعدد پس از استفاده از سرخارگل در ماهیان، اثربخشی این ماده را گزارش کرده‌اند که می‌توان به پژوهش Salah و Mohamed (۲۰۱۰) اشاره کرد که تعداد گلبول‌های سفید را در تیلاپپای تغذیه شده با سرخارگل بالاتر از گروه شاهد گزارش کردند. Bohlouli و همکاران (۲۰۱۱) بیشترین مقدار گلبول سفید را در قزل‌آلای تغذیه شده با ۰/۵ گرم سرخارگل در ۱ کیلوگرم جیره غذایی مشاهده کردند. Gholipour Kanani و همکاران (۲۰۱۳) نیز بهبود در تمامی شاخص‌های خون‌شناسی و نیز تعداد گلبول سفید فیل ماهی را پس از استفاده از ۰/۵٪ سرخارگل به صورت داخل صفاقی گزارش کردند.

در مطالعات Nazerian و همکاران (۲۰۱۷)، Akbary و Kakoolaki (۲۰۱۷) و علیشاهی و همکاران (۱۳۹۶) نتایج پس از استفاده از سرخارگل در جیره غذایی فیل ماهی، کفال خاکستری و کپور علفخوار مشابه با نتایج حاصل از مطالعه حاضر بوده است و علت این افزایش و بهبود در شاخص‌های خون‌شناختی به‌خصوص گلبول سفید و قرمز، به ترکیبات پلی‌ساکاریدی این گیاه نسبت داده شد. هم‌راستا با این مطالعات، Dadras و همکاران (۲۰۱۹) و Alinezhad (۲۰۱۹) نیز افزایش در همه شاخص‌های خون‌شناختی را پس از استفاده از سرخارگل در جیره فیل ماهی و کپور معمولی گزارش کردند.

دلیل افزایش گلبول‌های سفید در تاسماهیان سبیری دریافت کننده سرخارگل را می‌توان به وجود مواد محرک مانند پلی‌ساکارید، کافئیک اسید و آلکیل‌آمید در این گیاه نسبت داد. این ترکیبات از عوامل مؤثر در تحریک و فعال کردن دستگاه ایمنی غیر اختصاصی در ماهیان هستند و سبب تحریک این دستگاه به تولید سلول‌های ایمنی مانند گلبول سفید می‌شوند (Nazerian et al. 2017) که با یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

لایزوزیم یکی از عناصر دفاعی مهم در ماهیان است که فعالیت‌های مهم و متنوعی مانند تجزیه شدن باکتری‌ها، فعال شدن دستگاه کمپلمان و افزایش بیگانه‌خواری سلول‌ها را بر عهده دارد. در واقع، عملکرد لایزوزیم در موجودات،

### تشکر و قدردانی

نویسندگان از تمامی کارکنان مرکز بازسازی ذخایر شهید رجایی ساری برای فراهم کردن تسهیلات لازم برای انجام پروژه تشکر و قدردانی می‌کنند.

### منابع

توکلی، م.، عرب، ف.، محمودی، م.، جعفری، ه.، توکلیان، و.، کمالی، م. ۱۳۸۹. اثر عصاره هیدروالکلی درمنه کوهی بر روند بهبود زخم پوستی موش صحرائی. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران ۷۷: ۲۴-۱۷.

شوهانی، ب.، طاهری مقدم، م. ۱۳۸۸. بررسی اثر التیام بخشی عصاره هیدروالکلی گیاه تشنه‌داری بر روی زخم باز پوستی خرگوش. دانشگاه علوم پزشکی ایلام ۱۷: ۹-۱۶.

علیشاهی، م.، سلطانی، م.، مصباح، م.، اسماعیلی، ا. ۱۳۹۰. تاثیر تجوی خوراکی عصاره خار مریم بر پاسخ ایمنی ماهی کپور معمولی. مجله تحقیقات دامپزشکی ۶۶: ۲۶۳-۲۵۵.

علیشاهی، م.، مصباح، م.، شیرالی، ط. ۱۳۹۶. مقایسه تاثیر تجویز خوراکی و تزریقی عصاره گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) بر شاخص‌های خونی و ایمنی ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*). مجله تحقیقات دامپزشکی ۷۲: ۲۵۹-۲۵۱.

کاظم‌پور، ی.، رضایی، م.، کیوانی، ی. ۱۳۸۴. تاثیر عصاره سیر، گل ختمی و بابونه در ترمیم زخم‌های سطحی ماهی کپور معمولی. مجله پژوهش و سازندگی ۶۶: ۹۷-۹۳.

مصلحی، ف.، ستاری، م.، خوش خلق، م.ر.، شناور ماسوله، ع. عباسعلی‌زاده، ع. ۱۳۹۳. اثر پروبیوتیک *Pediococcus pentosaceus* بر عوامل رشد و ایمنی تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*). فصلنامه علوم و فنون شیلات ۳: ۹۲-۸۱.

اسکوربیک اسید توانایی بالایی در انجام فعالیت‌های ضداکسایشی دارد (Gholipour Kanani et al. 2013).

افزایش فعالیت کمپلمان و لایزوزیم سرم تاسماهیان سبیری تغذیه شده با جیره حاوی سرخارگل را می‌توان به دلیل وجود ترکیبات ضداکسایشی از جمله فنیل پروپانوئیدها، اسیدهای فنلی به خصوص اسید اسکوربیک و فلاونوئیدهای موجود در این گیاه نسبت داد، زیرا از جمله ترکیبات فعال‌کننده کمپلمان و لایزوزیم، ترکیبات ضداکسایشی هستند که در این گیاه به وفور یافت می‌شوند. ترکیبات ضداکسایشی منجر به بالا رفتن میزان بیگانه‌خواری در سلول‌ها می‌شوند. در نتیجه، بالا رفتن میزان کمپلمان و لایزوزیم را می‌توان به بالا رفتن فعالیت فاگوسیتوزی در نتیجه قدرت ضداکسایشی این ماده نسبت داد.

علاوه بر این، با بالا رفتن تعداد سلول‌های مرتبط با بیگانه‌خواری، به خصوص لنفوسیت‌ها در ماهیان تغذیه شده با سرخارگل، فعالیت لایزوزیم و کمپلمان سرم افزایش می‌یابد که این نیز دلیل دیگری برای بالا رفتن میزان لایزوزیم و کمپلمان سرم تاسماهیان سبیری تغذیه شده با جیره حاوی سرخارگل است. بنابراین، محرک‌های ایمنی با تأثیری که می‌توانند بر روی دستگاه ایمنی بدن داشته باشند، باعث مقاومت بیشتر آبی شده و در شرایط نامناسب محیطی که ممکن است با استرس‌های خاصی همچون تنش‌های شیمیایی، فیزیکی و عفونی همراه باشد، مؤثر واقع شده و در نهایت، افزایش بازده تولید را در پی داشته باشند (Nya and Austin, 2011; Nazerian et al. 2017).

در نتیجه‌گیری کلی و بر اساس یافته‌های این مطالعه، می‌توان ادعا کرد که عصاره گیاه سرخارگل باعث تحریک و اثر گذاری بر برخی شاخص‌های رشد تاسماهی سبیری شده است. از طرفی، استفاده از عصاره این گیاه در جیره غذایی تاسماهی سبیری منجر به بهبود شاخص‌های خون‌شناختی و ایمنی ذاتی در این ماهی شده است و می‌تواند به عنوان یک کاندید مناسب محرک ایمنی و رشد گیاهی در این ماهی مطرح باشد.

*purpurea*-supplemented diet against *Photobacterium damsela* infections.

Akbary, P., Kakoolaki, S. 2017. Growth, hematological, innate immune responses of *Mugil cephalus* fed with *Echinacea*

- International Journal of Environmental Science and Technology 16: 1-10.
- Akbary, P., Kakoolaki, S., Salehi, H., Zorriehzakra, M.J., Sepahdari, A., Mehrabi, M.R. 2016. The efficacy of Echinacea (*Echinacea purpurea*) methanol extract on growth performance in grey mullet (*Mugil cephalus*). Iranian Journal of Aquatic Animal Health 2: 14-24.
- Alinezhad, S. 2019. Effects of diets containing dry extracts of *Achillea millefolium*, *Mentha piperita* and *Echinacea purpurea* on growth, hematological and immunological indices in juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). Iranian Journal of Aquatic Animal Health 5: 1-16.
- Aly, S. M., Mohamed, M.F. 2010. *Echinacea purpurea* and *Allium sativum* as immune stimulants in fish culture using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 94: 31-39.
- Bohlouli, O., Tahmasebi Kohyani, S.A., Parseh, A., Salati, A.P., Sadeghi, E. 2011. Effects of dietary administration of *Echinacea purpurea* on growth indices and biochemical and hematological indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. Fish Physiology and Biochemistry 38: 1029-1034.
- Bone, K.E. 1997. What makes it work? In: Pizzorno, J., Murray, M. 1994. Textbook of Natural Medicine, 4th ed., Churchill Livingstone Inc. 1994 p.
- Bronzi, P., Rosental, H., Gessner, J. 2011. Global sturgeon aquaculture production: an overview. Journal of Applied Ichthyology 27: 169-175.
- Dadras, H., Hayatbakhsh, M.R., Golpour, A. 2019. Dietary administration of common sage (*Salvia officinalis*) and Coneflower (*Echinacea angustifolia*) extracts affects growth, blood parameters and immune responses of Beluga, *Huso huso*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 20: 367-374.
- Farahi, A., Kasiri, M., Sudagar, M. 2010. Effect of garlic (*Allium sativum*) on growth factors, some hematological parameters and body compositions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Bioflux 3: 317-323.
- Ghiasi, F., Mirzargar, S.S., Badakhsh, H., Shamsi, S. 2010. Effects of low concentration of cadmium on the level of lysozyme in serum, leukocyte count and phagocytic index in *Cyprinus carpio* under the wintering conditions. Journal of Fisheries and Aquaculture Science 5: 113-119.
- Gholipour Kanani, H., Nazerian, S., Jafarian, H., Soltani, M. 2013. Effects of *Echinacea purpurea* extract on immune markers and hematology in sturgeon (*Huso huso*) fish. Online Journal of Veterinary Research 17: 632-641.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.S. 2011. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. Aquaculture 317: 1-15.
- Houston, A.H. 1990. Blood and circulation. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (eds.) Methods for Fish Biology. American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA., 273-334.
- Hung, S.S.O., Lutes, P.B. 1989. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20°C. Aquaculture 65: 307-317.
- 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*). Bioflux 4: 46-51.
- Matthias, A., Banbury, L., Bone, K.M., Leach, D.N., Lehmann, R.P. 2008. Echinacea alkylamides modulate induced

- immune responses in T cells. *Fitoterapia* 79: 53-58.
- Nazerian, S., Gholipour kanani, H., Jafaryan, H.A., Soltani, M., Patimar, R., Esmaili Mola, A. 2017. Effect of purple coneflower (*Echinacea purpura*) and garlic (*Allium sativum*) as a supplemented dietary intake on some non-specific immune status, hematological parameters and growth performance in grower (*Huso huso*). *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology* 8: 29-39.
- Nelson, T.C., Gazey, W.J., English, K.K. 2012. Status of White Sturgeon in the lower Fraser River: report on the findings of the lower Fraser River White Sturgeon Monitoring and Assessment Program 2011. Report prepared by LGL Limited, Sidney, British Columbia. Fraser River Sturgeon Conservation Society, Vancouver, British Columbia. Available: <http://www.frasersturgeon.com/media/LFRWS-summary-2011.pdf>.
- Nya, E.J., Austin, B. 2011. Development of immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to *Aeromonas hydrophila* after the dietary application of garlic. *Fish & Shellfish Immunology* 30: 845-850.
- O'Hara, M., Kiefer, D., Farrell, K., Kemper, K. 1998. A review of 12 commonly used medicinal herbs. *Archives of Family Medicine* 7: 523-35.
- Oskoi, S.B., Kohyani, A.T., Parseh, A., Salati, A.P., Sadeghi, E. 2012. Effects of dietary administration of *Echinacea purpurea* on growth indices and biochemical and hematological indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Fish Physiology and Biochemistry* 38: 1029-1034.
- Salah, A.M., Mohamed, M.F. 2010. *Echinacea purpurea* and *Allium sativum* as immunostimulants in fish culture using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94: 31-39.
- Sharif Rohani, M., Pourgholam, R., Haghghi, M. 2016. Evaluation the effects of different levels of *Echinacea purpurea* extract on the immunity responses, biochemical and hematological indices and disease resistance against *Streptococcus iniae* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Aquatic Animal Health* 2: 1-13.
- Steffens, W., Jahnichen, H., Frank, F. 1990. Possibilities of sturgeon culture in Central Europe. *Aquaculture* 89: 101-112.
- Stimpel, H., Proksch, A., Wagner, H., Lohmann Matthes, M.L. 1984. Macrophage activation and induction of macrophage cytotoxicity by purified polysaccharide fractions from the plant *Echinacea purpurea*. *Infection and Immunity* 46: 845-849.
- Taoka, Y., Maeda, H., Jo, J.Y., Kim, S.M., Park, S.I., Yoshikawa, T., Sakata, T. 2006. Use of live and dead probiotic cells in tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fisheries Science* 72: 755-766.
- Thygesen, L., Thulin, J., Mortensen, A., Skibsted, L.H., Molgaard, P. 2007. Antioxidant activity of cichoric acid and alkamides from *Echinacea purpurea*, alone and in combination. *Food Chemistry* 101: 74-81.
- Wagner, H., Jurcic, K. 1991. Immunologic studies of plant combination preparations. In vitro and in vivo studies on the stimulation of phagocytosis. *Arzneimittel Forschung* 41: 1072-1076.
- Williot, P., Arlati, G., Chebanov, M., Gulyas, T., Kasimov, R., Kirschbaum, F., Patriche, N., Pavlovskaya, L.P., Poliakova, L., Pourkazemi, M., Kim, Y., Zhuang, P., Zholdasova, I. 2002. Status and management of Eurasian sturgeon: an

overview. *International Review of Hydrobiology* 87: 483-506.  
Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulgas, T., Berni, P. 2001.

Sturgeon farming on Western Europe: recent developments and perspectives. *Aquatic Living Resources* 14: 367-374.