اثر افزودن جلبک اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*) به جیره غذایی بر رشد و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کوی (*Cyprinus carpio*)

فاطمه انصاری فرد [۱]، هومن رجبی اسلامی [۱*]، مهدی شمسایی مهرجان [۱]، مهدی سلطانی [۲]

۱- گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۲۸

چکیده

این مطالعه به بررسی اثر سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*) طی مدت هشت هفته بر رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کوی (*Cyprinus carpio*) پرداخت. تعداد ۱۵۰ قطعه ماهی کوی با میانگین وزن اولیه حدود ۳۰ گرم برای این منظور در یک طرح کاملاً تصادفی در ۱۵ تانک در قالب پنج تیمار هر یک با سه تکرار توزیع و با مقادیر مختلف اسپیرولینا شامل پنج سطح ۰، ۲/۵، ۰/۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد اسپیرولینا تغذیه شدند. ماهیان در انتهای دوره آزمایشی توزین و شاخص های رشد، کارایی غذایی و ترکیبات سرمی مرتبط با فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، نرخ رشد نسبی ماهی های تغذیه شده با ۱۰ درصد اسپیرولینا به شکل معنی داری بیشتر از ماهیان تغذیه شده با غذای پایه بود ($P<0.05$). همچنین کارایی تغذیه‌ای ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا به شکل معنی‌داری بالاتر از ماهیان در تیمار شاهد بود. سطح فعالیت آنزیم های کاتالاز، سوپر اکسیددیسموتاز در ماهیان تغذیه شده با مقادیر مختلف اسپیرولینا نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود ($P<0.05$)، در حالی که بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P>0.05$). اختلاف معنی داری نیز در فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز بین تیمارهای مختلف آزمایشی به دست نیامد، در حالی که میزان مالون دی آلدهید سرم ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۷/۵ و ۱۰ درصد اسپیرولینا به شکل معنی‌داری کمتر از سایر تیمارهای آزمایشی بود ($P<0.05$). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزودن ۱۰ درصد جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی بیشترین تاثیر را بر نرخ رشد، کارایی تغذیه‌ای و فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانی ماهی کوی دارد ، هرچند لازم است اثر مقادیر بالاتر افزودن اسپیرولینا در جیره غذایی نیز بررسی گردد تا بتوان تصمیم‌گیری دقیق‌تری در خصوص مقدار قابل استفاده این جلبک در جیره غذایی ماهی کوی ارائه نمود.

کلمات کلیدی: کارایی رشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کوی، *Arthrospira platensis*

مقدمه

ماهی کوی یکی از گونه های متعلق به خانواده کپورماهیان است که ارزش تجاری بالایی به عنوان ماهی زینتی دارد به طوری که پژوهش های مختلفی در زمینه اصلاح نژاد و بهبود کارایی رشد این ماهی در سالیان اخیر صورت پذیرفته است (بهره‌مند و همکاران، ۱۳۹۵). دمای مطلوب برای زندگی این ماهی در آکواریوم بین ۲۱-۱۸ درجه سانتی گراد بوده و رژیم غذایی اصلی آنها گیاه‌خواری است (Sun *et al.*, 2010). لذا استفاده از جلبک در جیره غذایی می تواند نقش موثری در رشد و ایمنی آنها ایفا کند. تعدادی از گونه‌های جلبکی در حال حاضر به عنوان مکمل غذایی

* عهده‌دار مکاتبات (✉). rajabi.h@srbiau.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

در جیره تجاری آبزیان مورد استفاده قرار گرفته که اسپیرولینا یکی از مهمترین آنها است که می‌تواند به عنوان مکمل یا جایگزین کامل پروتئین ها برای رشد بهتر، افزایش کیفیت رنگ و لقاح در غذای آبزیان به کار رود (Clements and Raubenheimer, 2006).

Arthrospira platensis یکی از گونه های متعلق به گروه جلبک های اسپیرولینا است که به صورت تجاری برای تغذیه انسان یا حیوان در بسیاری از کشورهای مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و حتی معتدله کشت می‌شود (Kim *et al*., 2007). این گونه به دلیل مواد مغذی با ارزش به عنوان منبعی غنی از پروتئین و ویتامین محسوب می گردد (Volkmann *et al*., 2008). فیکوسیانین یکی از مهمترین رنگدانه های موجود در این جلبک است که خواص بسیار مهمی همچون تحریک سیستم ایمنی، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ساخت آنتی‌بادی توسط بدن دارد. بیلیوردین موجود در این جلبک از قوی‌ترین آنتی اکسیدان‌های درون سلولی است (Manirafasha *et al*., 2018). ترکیب شیمیایی اسپیرولینا نشان می‌دهد که می توان از این سیانوباکتر به عنوان غذای غنی از پروتئین برای آبزیان استفاده نمود (Manen and Falquet., 2002).

سازوکار های آنتی اکسیدانی مختلفی در ماهیان برای مقابله اثرات نامطلوب رادیکال های آزاد وجود دارد که از جمله آنها می توان به آنزیم های مرتبط با دفاع آنتی‌اکسیدانی شامل کاتالاز (CAT) و سوپر اکساید دیسموتاز(SOD) اشاره نمود. این آنزیم‌ها به همراه تعداد دیگری از ترکیبات سلولی یک سد دفاعی در مقابله با شرایط اکسیداتیو ایجاد می کنند که معمولا در شرایط پرورشی و به دلیل استرس ناشی از تراکم بالای آبزیان به وقوع می‌پیوندد (Speers-Roesch and Ballantyne, 2005؛ Trenzado *et al*., 2006). پرورش دهندگان در حال حاضر به دنبال بهینه سازی غذای آبزیان با استفاده از پروبیوتیک ها و دیگر مکمل های غذایی هستند تا بتواند بر ارزش‌های غذایی و آنتی اکسیدانی ماهیان تولیدی بیافزایند. اغلب مطالعات انجام گرفته بر تغییر دفاع‌های آنتی‌اکسیدانی آبزیان برای مقابله با تنش ناشی از تغییرات شوری، نوسانات اقلیمی، کمبود اکسیژن، آلودگی ناشی از حشره‌کش‌ها و فلزات سنگین استوار است تا از عواقب منفی حضور آنها به نوعی جلوگیری شود.

پژوهش های مختلفی در خصوص تاثیراسپیرولینا روی گونه های مختلف ماهیان انجام پذیرفته است که از آن جمله می توان به مطالعه سلیقه زاده و همکاران (۱۳۹۳) درباره اثر سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا بر برخی شاخص های رشد، تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهی بنی انگشت قد یا مطالعه سوداگر و همکاران (۱۳۹۵) در رابطه با تاثیر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina* sp.) بر شاخص های رشد، بازماندگی و رنگ پذیری ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demasoni*) اشاره نمود. Abdel-tawwab و همکاران (۲۰۰۸) نیز به بررسی کاربرد اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*) به عنوان محرک رشد و ایمنی بر بچه ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) درشرایطی پرداختند که تحت تاثیر عامل بیماری‌زای *Aeromonas hydrophila* قرار گرفته بود. همچنین Tongsiri و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر جایگزینی آرد ماهی با اسپیرولینا را بر رشد، ترکیب لاشه و رنگدانه‌های گربه ماهی مکونگ بزرگ مطالعه نمودند. با این وجود مطالعات کمی درباره تاثیر شرایط تغذیه‌ای روی آنزیم های آنتی‌اکسیدانی ماهی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

کـوی صورت گرفته است (Götz *et al.*, 2005). پژوهش حـاضـر بر این اسـاس و با هدف مطالعه تاثیر اسـپیرولینـا بر شـاخص های رشـد و فعالیت برخی آنزیم های آنتی اکسـیدانی در خون ماهی کوی انجام پذیرفت.

مواد و روش ها

جلبک مورد استفاده برای تهیه خوراک ماهی کوی در این پژوهش از شـرکت سـیناریز قشـم تهیه شد. جیره غذایی پایه نیز از کارخانه کیمیاگران تغذیه شـهرکرد به صورت پودر تامین گردید. پودر اسپیرولینا برای ساخت جیره‌های غذایی به مقادیر ۲/۵، ۵/۰، ۷/۵ و ۱۰/۰ درصد (گرم در هر کیلوگرم) به خوبی با خوراک پایه مخلوط گردید و سـپس مقدار معینی آب به آنها اضـافه شـد تا حالت خمیری پیدا کند. خمیر حاصله با استفاده از چرخ گوشـت دارای صـافی ۲/۵ میلی‌متر به رشـته‌های طویل تبدیل و برای ۵ ساعت درون خشک‌کن صنعتی با دمای ۴۵ درجه قرار گرفت تا رطوبت آن به ۱۰ درصد کاهش یابد (Tewary and Patra, 2011).

این پژوهش در قالب یک طرح کاملا تصـادفی در یک سـالن سرپوشیده در شهرستان ورامین با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و۱۲ ساعت تاریکی به مدت ۸ هفته انجـام پـذیرفت. تعداد ۱۵۰ قطعه ماهی کوی از یکی از مراکز فروش مـاهی های زینتی در شـهرسـتان ورامین خریداری و به صـورت کاملا تصـادفی در گروه‌های ده عـددی درون ۱۵ تـانـک فـایبرگلاس بـا حجم آبگیری ۱۷۰ لیتر توزیع گردیدند تا با شـرایط آزمایشـی سازگار شـدنـد. وزن اولیـه مـاهیـان در حـدود ۳۰ گرم و طول تقریبی آنهـا حـدود ۱۰ سـانتی متر بود. آب تانک ها به صـورت روزانه تعویض می شـد. شرایط فیزیکوشیمیایی آب شـامل: اکسـیژن محلول بیش از ۷ میلی گرم در لیتر، سـختی کـل برابر ۷ میلی گرم در لیتر، آمونیـاک برابر صـفر، غلظت نیتریت کمتر از ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر و دوره نوری برابر ۱۲ سـاعـت روشـنایی و۱۲ سـاعت تاریکی بود. هر سـه تانک آزمایشـی به صورت تصادفی به یکی از تیمارهای غذایی اختصـاص یافت. ماهیان طی دوره سـازگاری برای یک هفته با غذای پایه تغذیه شده و در ادامه به مدت ۶۰ روز با جیره‌های آزمایشی مربوطه (تیمـارهـای صـفر، ۲/۵، ۵/۰، ۷/۵ و ۱۰/۰ درصـد اسـپیرولینا) مورد تغذیه قرار گرفتند. غذادهی به ماهیان در هر تیمار روزانه سه بار و به میزان سه درصد وزن بدن انجام پذیرفت (چله مال دزفول نژاد و همکاران، ۱۳۹۱). نمونـه برداری و خونگیری از مـاهیان بعد از ۶۰ روز از شـروع پرورش و به منظور بررسـی شـاخص‌های خونی انجـام شـد. مـاهیـان بـه این منظور بـه کمک پودر گل میخک به میزان ۰/۲ گرم در لیتر بی هوش و خون گیری از شریان‌های ناحیه ساقه دمی آنها انجام شد (Alishahi *et al.*, 2010). خون ماهی ها جهت تهیه سـرم با استفاده از سـانتریفوژ با سـرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه جداسازی و درون لوله‌های اپندورف در مجاورت یخ به آزمایشـگاه منتقل شـدند تا در دمای ۲۰- درجه سـانتی گراد منجمـد شـونـد (چلـه مـال دزفول نژاد و همکاران، ۱۳۹۱).

سـنجش فعالیـت آنـزیم سوپراکسید دیسموتاز پس از یخ‌زدایی سرم بـر پایـه قـدرت مهـار احیـاء نیتروبلوتترازولیـوم به وسـیله یون سوپراکسید بر پایه روش Winterbourn و همکاران (۱۹۷۵) انجام گرفت. فعالیـت آنـزیم کاتـالاز نیز طبق روش Aebi (۱۹۸۴) بر پایه تجزیـه پراکـسید هیـدروژن در طول موج ۲۴۰ نانومتر انـدازه‌گیـری شـد. فعالیـت آنـزیم

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

لاکتات دهیدروژناز با استفاده از کیت پارس آزمون سنجیده شد. جذب نوری نمونه‌ها پس از طی دقیقه ۳ در طول موج ۳۴۰ نانومتر قرائت و فعالیت ویژه آنزیم بر حسب واحد بر میلی‌گرم پروتئین محاسبه گردید. میزان مالون دی آلدئید برای تعیین محصول نهایی پراکسیداسیون لیپیدها طبق روش Satoh (۱۹۷۸) تعیین گردید. شاخص های رشد و کارایی غذایی مورد بررسی در این پژوهش نیز بر اساس روابط زیر محاسبه شدند (Wangmi et al., 2009):

افزایش وزن = وزن نهایی (گرم) – وزن اولیه (گرم)

نرخ رشد ویژه (درصد روزانه) = ۱۰۰ × [گاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی (گرم)- لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی(گرم)] ÷ طول دوره آزمایش (روز)

ضریب تبدیل غذایی = گرم وزن کسب شده ماهی ÷ غذای خورده شده

فاکتور وضعیت (گرم بر مترمکعب) = ۱۰۰ × وزن نهایی ماهی(گرم) ÷ مضروب سه طول کل ماهی (سانتی‌متر)

نرخ رشد نسبی (درصد) = ۱۰۰ × [(وزن نهایی ماهی (گرم) – وزن اولیه ماهی (گرم)] ÷ وزن اولیه ماهی (گرم)

نسبت کارایی انرژی = انرژی مصرفی (کیلوژول) ÷ وزن کسب شده (گرم)

نسبت کارآیی چربی = چربی خورده شده (گرم) ÷ وزن کسب شده (گرم)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

یافته‌های به دست آمده در این پژوهش با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) مورد تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفته و وجود یا نبود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد تعیین گردید. برای انجام محاسبات فوق از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ استفاده گردید.

نتایج

تاثیر مقادیر متفاوت جلبک اسپیرولینا بر رشد ماهی کوی در جدول ۱ ارائه شده است. طبق نتایج به‌دست آمده افزایش وزن با افزایش مقدار جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی ماهی کوی افزایش یافت و به بیشترین مقدار خود در تیمار ۱۰ درصد اسپیرولینا رسید در حالی که کمترین میزان افزایش وزن در تیمار شاهد ثبت گردید. نرخ رشد ویژه نیز با افزایش مقدار اسپیرولینا در غذای ماهی کوی افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان این شاخص در تیمار ۱۰ درصد اسپیرولینا مشاهده شد که به شکل معنی داری بیشتر از مقدار ان در تیمار شاهد بود ($P<0.05$). شاخص وضعیت ماهیان در تیمار ۱۰ درصد جلبک اسپیرولینا نیز به شکل معنی‌داری بالاتر از تیمار شاهد بود ($P<0.05$)، هر چند که تفاوت معنی داری با تیمارهای حاوی ۵ و ۷/۵ درصد اسپیرولینا نشان نداد ($P>0.05$). کمترین نرخ رشد نسبی نیز در تیمار شاهد (۶۶/۳۳±۹۲/۱) و بیشترین میزان آن در تیمار ۱۰ درصد اسپیرولینا (۴۰/۰۰±۱۳۲/۱) به ثبت رسید. هیچگونه تلفاتی نیز طی دوره هشت هفته آزمایش در میان تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

جدول ۱: اثر مقادیر مختلف جلبک اسپیرولینا بر فاکتورهای رشد ماهی کوی

	شاهد	۲/۵ درصد اسپیرولینا	۵ درصد اسپیرولینا	۷/۵ درصد اسپیرولینا	۱۰ درصد اسپیرولینا
وزن اولیه (گرم)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
وزن ثانویه (گرم)	^{d}۵۷/۰±۸/۴۸	^{d}۵۸/۰±۵۸/۷۸	^{c}۶۰/۰±۰۲/۵۴	^{c}۶۷/۱±۰۲/۰۰	^{a}۶۹/۰±۷۲/۲۹
افزایش وزن (گرم)	^{d}۲۸/۰±۸/۴۸	^{d}۲۹/۰±۵۸/۷۸	^{c}۳۱/۰±۰۲/۵۴	^{c}۳۷/۰±۰۲/۰۲	^{a}۳۹/۰±۷۲/۳۰
نرخ رشد ویژه (درصد روزانه)	^{d}۱/۰±۱۵/۰۱	^{d}۱/۰±۱۷/۰۲	^{c}۱/۰±۲۱/۰۱	^{b}۱/۰±۳۹/۰۲	^{a}۱/۰±۴۶/۳۰
شاخص وضعیت (CF)	^{b}۱/۰±۳۰/۰۳	^{b}۱/۰±۲۶/۰۶	^{ab}۱/۰±۳۱/۰۷	^{ab}۱/۰±۳۴/۰۵	^{a}۱/۰±۴۱/۰۴
نرخ رشد نسبی (درصد)	^{d}۹۲/۱±۶۶/۳۳	^{d}۹۵/۲±۲۶/۶۸	^{c}۱۰۰/۱±۰۶/۸۶	^{b}۱۰۰/۱±۲۳/۴۵	^{a}۱۳۲/۱±۴۰/۰۰
بقا (درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

* اعداد به صورت میانگین±خطای استاندارد ارائه شده است. حروف متفاوت در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P<0.05$).

ضریب تبدیل غذایی نیز به عنوان یکی از شاخص‌های تغذیه‌ای تفاوت معنی داری را میان تیمارهای مختلف آزمایشی نشان داد (جدول ۲)، به طوری که بیشترین میزان آن در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در تیمار حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا به ثبت رسید ($P<0.05$). با این وجود تفاوت معنی داری در ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با جیره پایه و آنهایی که از جیره غذایی حاوی ۲/۵ درصد اسپیرولینا تغذیه کرده بودند، مشاهده نگردید ($P>0.05$). نسبت کارایی چربی ماهیان نیز یک روند افزایشی را با افزایش مقدار اسپیرولینا در جیره غذایی نشان داده و به بالاترین مقدار خود در ماهیانی رسید که از جیره حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا تغذیه کرده بودند. با این وجود تفاوت معنی داری در نسبت کارایی انرژی میان تیمارهای مختلف آزمابشی ثبت نگردید ($P>0.05$).

جدول ۲: اثر مقادیر مختلف جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی بر فاکتورهای تغذیه‌ای ماهی کوی*

	شاهد	۲/۵ درصد اسپیرولینا	۵ درصد اسپیرولینا	۷/۵ درصد اسپیرولینا	۱۰ درصد اسپیرولینا
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۲/۰±۹۴/۰۵^{a}	۲/۰±۸۷/۰۹^{a}	۲/۰±۷۳/۰۵^{b}	۲/۰±۲۲/۰۶^{c}	۲/۰±۰۷/۰۱^{d}
نسبت کارایی چربی (LER)	۳/۰±۱۸/۰۵^{d}	۳/۰±۲۶/۰۸^{d}	۳/۰±۴۱/۰۶^{c}	۴/۰±۱۹/۱۱^{b}	۴/۰±۴۹/۰۳^{a}
نسبت کارایی انرژی (EER)	۰/۰±۰۱/۰۰	۰/۰±۰۲/۰۰	۰/۰±۰۲/۰۰	۰/۰±۰۳/۰۰	۰/۰±۰۳/۰۰

* اعداد به صورت میانگین±خطای استاندارد ارائه شده است. حروف متفاوت در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P<0.05$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

تاثیر مقادیر متفاوت جلبک اسپیرولینا روی آنزیم های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز، لاکتات دهیدروژناز و میزان مالون دی آلدهید ماهی کوی در جدول ۳ نشان داده شده است. یافته‌ها نشان داد که میزان فعالیت کاتالاز در سرم ماهیان تغذیه شده با مقادیر مختلف اسپیرولینا به شکل معنی داری بیش از ماهیان تغذیه شده با غذای پایه بود ($P<0.05$). با این وجود تفاوت معنی داری در میزان فعالیت این آنزیم بین ماهیان در تیمارهای تغذیه شده با اسپیرولینا ثبت نگردید. سطح آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نیز الگو مشابهی را با آنزیم کاتالاز نشان داد به طوری که اختلاف معنی داری در سطح این آنزیم بین تیمارهای حاوی مقادیر مختلف اسپیرولینا مشاهده نشد ($P>0.05$). همچنین میزان آنزیم لاکتات دهیدروژناز ماهیان در تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی داری با ماهیان در سایر تیمارهای تغذیه شده با مقادیر مختلف اسپیرولینا بود ($P>0.05$). این در حالی است که مقدار مالون دی آلدهید (MDA) یک روند کاهشی را با افزایش مقدار اسپیرولینا در جیره غذایی نشان داده و به کمترین مقدار خود در ماهیانی رسید که با جیره غذایی حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا تغذیه شده بودند، هر چند که اختلاف معنی‌داری بین آنها و ماهیانی که با جیره حاوی ۷/۵ درصد اسپیرولینا مشاهده نگردید ($P>0.05$).

جدول ۳. اثر مقادیر مختلف جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی بر فرسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی کوی*

	تیمار				
	شاهد	۲/۵درصداسپیرولینا	۵ درصداسپیرولینا	۷/۵ درصداسپیرولینا	۱۰ درصداسپیرولینا
کاتالاز	۴۲/۳۳ ±۱۱/۵۹ [b]	۶۱/۰۷±۱/۰۶[a]	۵۸/۰۲±۱/۰۲[a]	۵۲/۳۳±۱/۵۳[a]	۵۵/۶۷±۱/۵۳[a]
سوپراکسید دیسموتاز	۵۱/۰۰±۱/۵۹[b]	۵۳/۰۳±۱/۰۰[a]	۵۳/۰۲±۱/۰۰[a]	۵۵/۰۱±۲/۵۳[a]	۵۴/۰۸±۱/۰۵[a]
لاکتات دهیدروژناز	۷۲۷۸/۳۰±۳۴/۶۴	۷۱۲۳/۰۰±۱۰۲/۶۳	۷۱۲۲/۷۰±۷۴/۲۷	۷۲۴۴/۳۱±۳۸/۴۲	۷۱۱۹/۳±۱۷/۸۹
مالون دی‌آلدهید	۱۴۷/۳۳±۵/۸۶[b]	۱۴۲/۰۰±۱/۰۰[b]	۱۳۲/۶۷±۱/۱۵[b]	۹۵/۶۷±۱/۵۳[a]	۸۷/۳۳±۲/۵۲[a]

*اعداد به صورت میانگین±خطای استاندارد ارائه شده است. حروف متفاوت در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P<0.05$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

بحث

افزودن پودر جلبک اسپیرولینا در تحقیق حاضر به جیره غذایی تا میزان ۱۰ درصد موجب افزایش رشد ماهی کوی شد به طوری که شاخص های رشد (افزایش وزن، نرخ رشد ویژه) و تغذیه‌ای (ضریب تبدیل غذا و ضریب بازده چربی) ماهی در تیمار ۱۰ درصد از شرایط بهتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود. Lu و همکاران (۲۰۰۴) بهبود شاخص های رشد و تغذیه را با افزودن ۱۰ درصد اسپیرولینا به جیره پایه تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) نسبت به گروه شاهد مشاهده کردند. Pipattanawattanakul و Phromkunthong (۲۰۰۵) نیز بهترین شاخص‌های رشد و تغذیه گربه ماهی هیبرید (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) را با افزودن ۱۰ درصد اسپیرولینا به جیره غذایی مشاهده کردند. Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که شاخص های رشد و تغذیه تیلاپیای نیل در تیمار تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا از وضعیت مطلوب‌تری برخودار است. جلبک اسپیرولینا به عنوان یک ماده غذایی با مقادیر مناسب اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین ها و مواد معدنی شناخته شده است که عدم وجود دیواره سلولی منجر به بهبود هضم و جذب مواد غذایی آن می‌شود (Nandeesha *et al*., 2001). افزایش اشتهای ماهیان در تیمارهای حاوی جلبک اسپیرولینا از دیگر دلایلی است که می‌تواند منجر به دریافت غذای بیشتر و بهبود شاخص های تغذیه ای در ماهیان تغذیه نموده با جلبک اسپیرولینا شود (Abdel-Tawwab *et al*., 2006). کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی نیز در این پژوهش در ماهیان تغذیه شده با ۱۰ درصد اسپیرولینا به دست آمد که می تواند بیانگر تولید گوشت بیشتر به ازای مصرف مقدار غذای کمتر در ماهی کوی باشد.

مجموعه آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز را می توان اولین خط دفاعی سلول در برابر سمیت ناشی از رادیکال های آزاد دانست (Coban *et al*., 1998). آنزیم سوپراکسید دیسموتاز باعث تبدیل سوپراکسید به H_2O_2 و آنزیم کاتالاز باعث خنثی‌سازی H_2O_2 و تبدیل آن به اکسیژن و آب می‌شود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که جلبک اسپیرولینا دارای خواص آنتی‌اکسیدانی مناسبی بوده و موجب افزایش سطح فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز می‌گردد. امتیازجو و همکاران (۱۳۹۳) نیز در راستای یافته های پژوهش حاضر و با مطالعه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ماهی قزل آلای رنگین کمان پس از تغذیه با جلبک اسپیرولینا به این نتیجه رسیدند که این جلبک با افزایش سطح آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز قادر به بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. اسپیرولینا به دلیل سطح بالای رنگدانه هایی نظیر بتاکاروتن دارای خواص آنتی‌اکسیدانی قویی‌ای است و می تواند نقش حفاظتی بالایی را با فعال‌سازی مسیرهای آنزیمی و غیرآنزیمی مختلف ایفا نماید (Onofrejova *et al*., 2010؛ Farasat *et al*., 2013).

جلبک اسپیرولینا همچنین موجب افزایش سطح فعالیت آنزیم کاتالاز ماهی کوی نسبت به گروه شاهد گردید. مطالعه انجام شده توسط Ural (۲۰۱۳) نیز نشان داد که لیکوپن (Lycopene) به عنوان یک ماده کاروتنوئیدی برای مهار استرس‌های اکسیداتیو موجب افزایش سطح کاتالاز در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus Carpio*) می‌شود که مشابه نتیجه به دست آمده در پژوهش حاضر می‌باشد. سایر پژوهشگران نیز

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

اظهار داشتند که میزان کاتالاز در بافت‌ها و سلول‌های حیوانات مختلف در مواجهه با عوامل خارجی القاءکننده استرس اکسیداتیو افزایش یا کاهش یافته است (Oberdorster., 2004؛ Li *et al*., 2007؛ Wang *et al*., 2009).

کبد را می‌توان مهمترین اندام آبزیان در فرآیندهای متابولیک و دفع سموم از بدن آبزیان دانست. این در حالی است که در آسیب‌های وارده به این عضو می‌تواند منجر به آزادسازی آنزیم های کبدی به داخل خون شود که اندازه گیری آنها در سرم خون معیار مناسبی از میزان آسیب‌های وارده به بدن آبزیان ارائه می‌نماید (Burtis *et al*., 2012؛ Khoubnasabjafari *et al*., 2015). مقادیر متفاوت جلبک اسپیرولینا در مطالعه حاضر تغییری در سطح آنزیم لاکتات دهیدروژناز سرم خون ماهی کوی نداشت که این می تواند بیانگر عدم تاثیر منفی اسپیرولینا بر فعالیت طبیعی سلول های بدن و تخریب احتمالی سلول‌های کبدی باشد.

مالون دی‌آلدهید یکی از شاخص‌های زیستی رایجی است که برای بررسی وضعیت پراکسیداسیون چربی ها مورد بررسی قرار می گیرد، به طوری که افزایش سطح آن نشان‌دهنده اختلال در فرآیند جذب و ذخیره سازی چربی ها به دلیل اختلال در کارکرد محافظتی آنزیم‌های آنتی اکسیدانی است (Oruc *et al*., 2007؛ Valavanidis *et al*., 2006). یافته های پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از ۷/۵ درصد پودر جلبک اسپیرولینا منجر به کاهش سطح مالون دی آلدهید پلاسما گردید که بیانگر سوخت و ساز مناسب تر چربی ها و کاهش شرایط اکسیداسیونی ماهی کوی پس از تغذیه با این جلبک است (Vallejos-Vidal *et al*., 2016) که با یافته های مربوط به نسبت کارایی چربی نیز در این پژوهش مطابقت داشت.

در مجموع یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که جلبک اسپیرولینا (*A. platensis*) می تواند موجب افزایش رشد و بهبود شاخص های آنتی‌اکسیدانی ماهی کوی گردد. اختلاف معنی دار در میزان وزن نهایی، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در کنار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی بالاترین درصد اسپیرولینا در این پژوهش نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی نشان می دهد که می توان از این جلبک در سطح ۱۰ درصد برای افزایش میزان رشد، کارایی تغذیه‌ای و بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کوی استفاده نمود. البته این احتمال وجود دارد که نتایج بهتری با افزودن مقادیر بالاتر اسپیرولینا به جیره غذایی در شاخص های ذکر شده در بالا به دست آید و لذا پیشنهاد می گردد اثر مقادیر بالاتر افزودن اسپیرولینا در جیره غذایی نیز بر متغیرهای مطالعاتی بررسی گردد تا بتوان توصیه دقیق‌تری در خصوص مقدار قابل استفاده از این جلبک در جیره غذایی ماهی کوی ارائه نمود.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می دانیم از زحمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. امتیازجو، م.، دهقانی مطلق، ز.، زینلی، م.، ۱۳۹۳. اثر آنتی‌اکسیدانی ماهی قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با *Spirulina platensis* توسط آنزیم

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

گلوتاتیون پراکسیداز. علوم وفنون دریایی، ۹(۳)، ۴۹-۴۱.

۲. بهره‌مند، م.، سلیمانی راد، آ.، رشیدیان، ق.، کامرانی، ا.، ۱۳۹۵. تاثیر جیره حاوی پریبیوتیک ایمونوژن بر تغذیه، رشد جبرانی و برخی پارامترهای خونی ماهی کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi) پس از دوره‌های گرسنگی. بوم‌شناسی آبزیان، ۶(۲)، ۳۲-۲۳.

۳. چله‌مال دزفول نژاد، م.، جهانگیری زاده، م.، مصباح، م.، ۱۳۹۱. تاثیر تغذیه با اسپیرولینا بر سیستم ایمنی در ماهی پنگوسی *Pangasius hypophtalarnus*. محیط زیست جانوری، ۴، ۳۴-۲۵.

۴. سلیقه‌زاده، ر.، ذاکری، م.، موسوی، م.، یاوری، و.، ۱۳۹۳. اثرمکمل‌غذایی‌جلبک‌اسپیرولینا *Spirulinap latensis* بر برخی از فاکتورهای‌خونی، ایمنی و بیوشیمیایی‌سرم ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi* Günther, 1874). مجله دامپزشکی ایران، ۱۰(۲)، ۴۶-۴۰.

۵. سوداگر، م.، خالصه، م.، مازندرانی، م.، حسینی، س.ع.، ذکریائی، ح.، ۱۳۹۵. تاثیر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina* sp.) بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و رنگ‌پذیری ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demasoni*). نشریه شیلات، ۶۹(۱)، ۲۷-۲۱.

6. Abdel-Tawwab, M., Khattab, Y.A.E., Ahmad, M.H., Shalaby, A.M.E., 2006. Compensatory growth, feed utilization, whole body composition and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). Journal of Applied Aquaculture, 18(3), 17-36.
7. Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Abdel-Hadi, Y.M., Seden, M.E.A., 2008. Use of spirulina (*Arthrospira platensis*) as a growth and immunity promoter for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fry challenged with pathogenic *Aeromonas hydrophila*. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, pp. 1015-1032.
8. Aebi, H., 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology, 105, 121-126.
9. Alishahi, M., Ranjbar, M.M., Ghorbanpour, M., Mesbah, M., Razi Jalali, M., 2010. Effects of dietary Aloe Vera on some specific and nonspecific immunity in the common carp (*Cyprinus carpio*). Iranian Journal of Veterinary Medicine, 4: 189-195.
10. Burtis, A.C., Ashwood, E.R., BRUNS, D.E., 2012. Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. London, Elsevier Health Sciences. 2256 p.
11. Clements, K.D., Raubenheimer, D., 2006. Feeding and nutrition. in D.H. Evans (Ed.), The physiology of Fishes. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 47-82.
12. Coban, T., Mobsout, A., Eke, B.C., Bulbul, D., Berberoglu, U., 1998. Glutathione and lipid peroxidation levels in human breast tumors. Neoplasma, 48(3), 161-165.
13. Farasat, M., Khavari-Nejad, R.A., Nabavi, S.M.B., Namjooyan, F., 2013. Antioxidant properties of two edible green seaweeds from northern coasts of the Persian Gulf. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products, 8(1), 47-52.
14. Götz, M.E., Malz, C.R., Dirr, A., Blum, D., Gsell, W., Schmidt, S., Burger, R., Pohli, S.S, Riederer, P., 2005. Brain aging phenomena in migrating sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Journal of Neural Transmission, 112, 1177-1199.
15. Khoubnasabjafari, M., Ansarin, K., Jouyban, A., 2015. Reliability of malondialdehyde as a biomarker of oxidative stress in psychological disorders. BioImpacts, 5(3), 123-127.
16. Li, S., Shen, Y., Xie, A., Yu, X., Qiu, L., Zhang, L., Zhang, Q., 2007. Green synthesis of silver nanoparticles using *Capsicum annuum* leaf extract. Green Chemistry, 9, 852-858.
17. Lu, J., Toshio, T., Hiroo, S., 2004. Ingestion and assimilation of three species of freshwater algae by larval Nile tilapia *Oreochromis niloticus.* Aquaculture, 238, 437-449.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

a new colorimetric method. Clinica Chimica Acta, 90, 37-43.
26. Speers-Roesch, B., Ballantyne, J. S., 2005. Activities of antioxidant enzymes and cytochrome c oxidase in liver of arctic and temperate teleosts. Comparative Biochemistry and Physiology, 140A: 487-494.
27. Sun, X.J., Li, T.L., Jiang, N., Ma, Z.H., Luo, L., 2010. The effect of nature pigments on the coloration of Japanese ornamental carp (*Cyprinus carpio L.*) cultured in pond. Feed Industry, 31(8), 19-20.
28. Tewary, A., Patra, B.C., 2011. Oral administration of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) acts as a growth promoter and immunomodulator in *Labeo rohita* (Ham.). Aquaculture Research and Development, 3(9), 1-7.
29. Tongsiri, S., Mang-Amphan, K., Peerapornpisal, Y., 2010. Effect of replacing fishmeal with spirulina on growth, carcass composition and pigment of the Mekong giant catfish. Asian Journal of Agricultural Science, 2, 106-110.
30. Trenzado, C., Hidalgo, M. C., García.Gallego, M., Morales, A.E., Furné, M., Domezain, A., Domezain, J., Sanz, A., 2006. Antioxidant enzymes and lipid peroxidation in sturgeon *Acipenser naccarii* and trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study. Aquaculture, 254, 758-767.
31. Ural, M.S., 2013. Chlorpyrifos-induced changes in oxidant antioxidant status and haematological parameters of *Cyprinus carpio*: Ameliorative effect of Lycopene. Chemosphere, 90, 2059-2064.
32. Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., Scoullos, M., 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. Ecotoxicology Environmental Safety, 64, 178-189.
33. Vallejos-Vidal, E., Reyes.López, F., Teles, M., MacKenzie, S., 2016. The response of fish to immunostimulant diets. Fish and shellfish immunology, 56, 34-69.
34. Volkmann, H., Imianovsky, U., Oliveira, J.L.B., Santanna, E. S., 2008. Cultivation of
18. Manen, JF., Falguet, J., 2002. The cpcB-cpcA locus as a tool for the genetic characterization of the genus *Arthrospira* (Cyanobacteria): evidence for horizontal transfer. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 52, 861-867.
19. Manirafasha, E., Murwanashyaka, T., Ndikubwimana, T., Rashid Ahmed, N., Liu, J., Lu, Y., Zeng, X., Ling, X., Jing, K., 2018. Enhancement of cell growth and phycocyanin production in *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* by metabolic stress and nitrate fed-batch. Bioresource Technology, 255, 293-301.
20. Nandeesha, M.C., Gangadhara, B., Manissery, J.K. & Venkataraman, L.V. 2001. Growth performance of two Indian major carps, catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*. Bioresource Technology, 80, 117-120.
21. Oberdorster, E., 2004. Manufactured nanomaterials (fullerenes, C60) induce oxidative stress in the brain of juvenile Largemouth Bass. Environmental Health Perspectives, 112, 1058-1062.
22. Onofrejova, L., vasickova, J.V., Klejdus, B., Stratil, P., Misurcova, L., Kracmar, S., Kopecky, J., Vacek, J., 2010. Bioactive phenols in algae: the application of pressurized-liquid and solid-phase extraction techniques. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 51, 464-470.
23. Oruc, E.O., Usta, D., 2007. Evaluation of oxidative stress responses and neurotoxicity potential of diazinon in different tissues of *Cyprinus carpio*. Environmental Toxicology and Pharmacology, 23, 48-55.
24. Phromkunthong, W., Pipattanawattanakul, A., 2005. Effects of *Spirulina* sp. on growth performance and antibody levels in hybrid catfish, *Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus* (Burchell). Songklanakarin Journal of Science and Technology Aquatic Science, 27(1), 115-132.
25. Satoh, K., 1978. Serum lipid peroxidation in cerebrovascular disorders determined by

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]

Arthrospira (*Spirulina*) *platensis* in desalinator wastewater and salinated synthetic medium: protein content and amino-acid profile. Brazilian Journal of Microbiology, 39(1), 98–101.

35. Wangmi, K.Y., Zheng, Z.I., Jinag, R., Xie, N., 2009. Replacing fish meal with rendered animal protein ingredients in diets for Malabar grouper, *Epinephelus malabaricus*, reared in net pens. Journal of the World Aquaculture Society, 40, 67-75.
36. Wang, B., Zhang, W., Duan, X., Li, X., 2009. In vitro antioxidative activities of extract and semi purified fractions of the marine red alga, *Rhodomela confervoides* (Rhodomelaceae). Food Chemistry, 113(4), 1101-1105.
37. Winterbourn, C., Hawkins, R., Brian, M., Carrell, R., 1975. The Estimation of red cell superoxide dismutase activity. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 85(2), 337-341.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.2.2]