مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

اثر مکمل غذایی جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) بر شاخص‌های ایمنی کمپلمان و لیزوزیم ماهی بنی انگشت قد *Mesopotamichthys sharpeyi* (Gunther, 1874)

رضا سلیقه زاده*، وحید یاوری، سید محمد موسوی، محمد ذاکری

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۳/۰۶/۲۹
اصلاح: ۹۳/۰۹/۲۰
پذیرش: ۹۳/۱۰/۰۱

کلمات کلیدی:
کمپلمان
لیزوزیم
Spirulina platensis

چکیده

در این تحقیق اثر سطوح مختلف مکمل تغذیه‌ای اسپیرولینا بر برخی از فاکتورهای ایمنی ماهی بنی انگشت قد *Mesopotamichthys sharpeyi* به مدت ۸ هفته مورد مطالعه قرار گرفت. پودر جلبک اسپیرولینا در سطوح ۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد به جیره غذایی پایه افزوده شد. غذادهی ماهیان آزمایشی طی دوره آزمایش در حد سیری و ۲ بار در روز انجام گردید. نتایج آزمایش نشان داد که میزان کمپلمان های C_3 و C_4 و لیزوزیم در ماهیان بنی که با جیره غذایی حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا تغذیه شده بودند نسبت به گروه کنترل از میزان بالاتری برخودار بودند. میزان C_3 و C_4 و فعالیت لیزوزیم در تیمار ۱۰٪ بیشتر از سایر تیمارها بود، و اختلاف معنی داری با گروه کنترل نشان داد ($P<0/05$). براساس نتایج این تحقیق، مکمل تغذیه ای اسپیرولینا در سطح ۱۰ درصد باعث افزایش شاخص های ایمنی کمپلمان ها و لیزوزیم در ماهی بنی می‌شود.

مقدمــه

معمولاً آبزیان به منظور افزایش تولید در واحد سطح، در محیط های محصور مانند استخر و قفس با تراکم بالا پرورش می‌یابند؛ این تراکم بیش از حد باعث بروز اثرات منفی بر سلامت آبزی نظیر افزایش حساسیت نسبت به بیماری ها می گردد (Sakai, 1999). اخیراً استفاده از محرک های ایمنی در پرورش آبزیان جهت تقویت سیستم ایمنی غیراختصاصی و ایجاد مقاومت در مقابل بیماری ها رایج شده است و به عنوان یک جایگزین مناسب برای آنتی بیوتیک ها معرفی شده اند (علیشاهی و همکاران، ۱۳۹۱). برخی مطالعات نشان داده است که استفاده از جلبک های خشک شده به عنوان محرک ایمنی در صنعت آبزی پروری باعث بهبود پاسخ های فیزیولوژیک نسبت به استرس و بیماری می شود (Jaime-Ceballos *et al.*, 2005).

جلبک‌های خشک شده به عنوان مکمل غذایی در آبزی پروری باعث افزایش رشد،کارایی غذا و کیفیت بیوشیمیایی لاشه در آبزیان مختلف می شوند (Jaime-Ceballos *et al.*, 2005). یکی از جلبک های سبز-آبی اسپیرولینا می باشد که حاوی مقدار زیادی پروتئین، اسیدهای چرب ضروری (گاما-لینولنیک اسید)، پلی ساکاریدها، فیکوبیلی پروتئین ها، بتاکارتنوئید، ویتامین ها و مواد معدنی می باشد (Peiretti and Meineri, 2008). جلبک *Spirulina platensis* از جلبک های سبز-آبی بوده که در محیط‌های مختلف به ویژه آبهای شور و لب شور یافت می شود (Hu, 2004). این جلبک به دلیل دارا بودن مقادیر بالای پروتئین، ویتامین، مواد معدنی، آمینواسیدهای ضروری، اسیدهای چرب و رنگدانه های آنتی اکسیدانی نظیر بتاکاروتن

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Salighezadeh@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.6.7]

(Jaime-Ceballos *et al.*, 2005) و به دلیل عدم وجود سلولز در ترکیب ساختاری خود و مقدار پایین اسید نوکلئیک به راحتی مورد هضم و جذب در بدن قرار می‌گیرد. همچنین در این گونه به دلیل وجود فیکوسیانین، ویتامین B_{12}، فنوئیک اسیدها و توکوفرول ها، افزایش هضم چربی ها و جلوگیری از اکسیداسیون چربی ها گزارش شده است (Oh *et al.*, 2011). از این رو جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس به عنوان یک پروبیوتیک و تقویت کننده سیستم ایمنی در ماهی مطرح است (James *et al.*, 2009).

امروزه اسپیرولینا به صورت گسترده در صنعت آبزی پروری به عنوان محرک ایمنی استفاده می شود و در تحقیقات اخیر، اثرات جلبک *Spirulina platensis* به عنوان محرک ایمنی و تقویت کننده سیستم ایمنی در آبزیان مختلف گزارش شده است (Hu, 2004; Abdel-Tawwab *et al*., 2008; Watanuki *et al*., 2006; Promya and Chitmanat, 2011; Phromkunthong and Pipattanawattanakul, 2005).

ایمنی در ماهیان همانند سایر مهره داران به دو صورت اختصاصی و غیراختصاصی تظاهر می یابد. سیستم ایمنی غیراختصاصی از دو بخش ایمنی سلولی و هومورال تشکیل می شود، که لیزوزیم و کمپلمان ها جزو مولکول های دفاعی هومورال سیستم ایمنی غیراختصاصی می باشند. لیزوزیم در بسیاری از مهره داران وجود دارد و یکی از فاکتورهای دفاعی در برابر عوامل بیماریزا است (Iwama and Nakanishi, 1996). لیزوزیم توسط گلبول های سفید منتشر می شود و در ترشحات موکوسی، آبشش ها، بافت های کلیه، طحال، دستگاه گوارش و سرم خون یافت می شود. لیزوزیم بر روی اجزای پپتیدو گلیکانی دیواره سلولی میکروارگانیزم ها اثر می گذارد. در حالی که برخی از باکتری ها مستقیما توسط لیزوزیم لیز می شوند. در اکثر موارد غشای خارجی دیواره سلولی باکتری باید توسط کمپلمان پاره شده تا لیزوزیم به راه ورود دسترسی یابد (سلطانی، ۱۳۸۷). کمپلمان‌ها از مهمترین فاکتورهای دفاعی هستند که از حدود ۳۵ پروتئین محلول در پلاسما تشکیل شده اند و نقش کلیدی در ایمنی ذاتی و اکتسابی دارند (Boshra and Sunyer, 2006). سیستم کمپلمان به وسیله دو مسیر مختلف اما همگرا فعال می شود که شامل مسیر وابسته به ایمنوگلوبین یا مسیر کلاسیک، مستقل از ایمنوگلوبین یا مسیر فرعی است. روش کلاسیک زمانی که سلول های هدف با آنتی بادی پوشیده می شوند فعال شده و غشای سلول هدف را از بین می برد. روش آلترناتیو توسط عوامل خصوصی مثل سموم باکتریایی، پلی ساکارید، زیموژن و غیره فعال می شود. بسیاری از محرک های ایمنی باعث افزایش فعالیت کمپلمان در سرم ماهیان می شوند (Montero *et al.*, 1999).

ماهی بنی با نام علمی *Mesopotamichthys sharpeyi* (Günther, 1874) از خانواده کپورماهیان و از جنس *Barbinae* می‌باشد. ماهی بنی جزو ماهیان تجاری تالاب های خوزستان می باشد که به دلیل رشد نسبتاً مناسب، تحمل شرایط نامساعد محیطی با مقاومت بالا در آب های راکد و گرم با میزان اکسیژن کم و همچنین ارزش اقتصادی بالا برای پرورش در بین ماهیان بومی از اهمیت زیادی برخوردار است (بساک کاهکش و همکاران، ۱۳۸۹). ماهی بنی در بین ساکنین جنوب و جنوب غربی استان خوزستان از محبوبیت خاصی برخوردار است و به عنوان یکی از منابع مهم تأمین پروتئین مورد نیاز اهالی این مناطق محسوب می شود (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۸). این گونه در مناطق محدودی از دنیا پراکنش دارد، زیستگاه اصلی آن در استان خوزستان تالاب هورالعظیم و تالاب شادگان می باشد (بساک کاهکش و همکاران، ۱۳۸۹). استقبال تولیدکنندگان جهت پرورش، افزایش تقاضای مصرف کنندگان، کاهش میزان صید از آبهای داخلی و نیاز به بازسازی ذخائر، ضرورت تولید این ماهی از طریق آبزی پروری را نسبت به گذشته به طور چشم گیری افزایش داده است (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۸).

این تحقیق نیز با هدف بررسی اثر سطوح مختلف مکمل تغذیه ای اسپیرولینا بر روی برخی از پارامترهای سیستم ایمنی غیراختصاصی شامل کمپلمان ها و میزان فعالیت لیزوزیم ماهی بنی انگشت قد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز سال ۹۰ در آزمایشگاه شیلات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر انجام شد.۵۰۰ قطعه ماهی مورد نیاز از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان شهید ملکی اهواز تهیه و به مدت ۲ هفته به منظور سازگاری با شرایط در تانک های ۳۰۰

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.6.7]

لیتری نگهداری شدند. پس از رقم بندی، تعداد۳۰۰ قطعه از ماهیان با میانگین وزنی ۰/۵۵±۹/۳۵ گرم در داخل ۱۵ تانک مدور ۳۰۰ لیتری (آبگیری ۲۵۰ لیتر) به تعداد ۲۰ قطعه در هر مخزن (۵ تیمار و ۳ تکرار) ذخیره سازی شدند. آزمایش در یک سالن سرپوشیده با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی به مدت ۸ هفته انجام شد. اندازه گیری عوامل کیفی آب نظیر درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH به صورت روزانه انجام گرفت. قبل از شروع آزمایش به منظور سازگاری، ماهیان به مدت دو هفته با جیره پایه تغذیه شدند. بعد از مرحله سازگاری در ابتدای آزمایش زیست سنجی وزن و طول ماهیان انجام شد. پودر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) استفاده شده در این ازمایش ساخت شرکت فار ایست میکروآلگ[1] تایوان می بود که از طریق نمایندگی این شرکت در ایران (شرکت سینا ریز جلبک قشم) تهیه گردید. سپس با توجه به تیمارهای تعیین شده در ۴ سطح ۲/۵٪، ۵٪، ۷/۵، و ۱۰٪ به جیره پایه اضافه گردید. تیمار کنترل شامل جیره پایه بدون افزودن مکمل جلبکی بود. جیره غذایی پایه مورد استفاده در این آزمایش از جیره غذایی تجاری کپور ماهیان (ساخت شرکت ۲۱ بیضاء شیراز) و به صورت پودری استفاده گردید. برای ساخت جیره های غذایی، ابتدا جیره پودر شده و پودر اسپیرولینا مورد نیاز با استفاده از ترازو، با دقت۰/۰۱ گرم وزن کشی شدند و پس از مخلوط کردن به صورت دستی، مقدار معینی آب به آنها اضافه شد تا حالت خمیر مانند پیدا کند. خمیر حاصله با استفاده از چرخ گوشت دارای صافی ۲/۵ میلیمتر به رشته های طویل تبدیل و در مرحله بعد درون خشک کن در دمای ۳۸ درجه به مدت ۵ ساعت قرار گرفت تا خشک شدند (Tewary and Patra, 2011). اجزای غذایی و آنالیز بیوشیمیایی تقریبی جیره غذایی پایه مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱. اجزا و ترکیب ساختاری جیره غذایی مورد استفاده در آزمایش (درصد ماده خشک)

اجزای غذایی ٪	جیره غذایی				
	کنترل	تیمار ۲/۵٪	تیمار ۵٪	تیمار ۷/۵٪	تیمار ۱۰٪
پودر اسپیرولینا	-	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰
پودر ماهی	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹
آرد سویا	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
کازئین	۱۵	۱۳/۵	۱۲	۱۰/۵	۹
روغن ماهی	۳	۳	۳	۳	۳
روغن آفتاب گردان	۳	۳	۳	۳	۳
آرد گندم	۷/۵	۷	۶/۵	۶	۵/۵
آرد برنج	۷/۵	۷	۶/۵	۶	۵/۵
مخلوط ویتامین	۱	۱	۱	۱	۱
مخلوط مواد معدنی	۱	۱	۱	۱	۱

1. Far east microalgae

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.6.7]

جدول ۲. آنالیز تقریبی جیره های غذایی مورد استفاده در تحقیق حاضر

نوع جیره	پروتئین (٪)	چربی (٪)	کربوهیدارت (٪)	خاکستر (٪)	رطوبت (٪)	انرژی کل (Mj/g)
کنترل	۴۹/۳۹	۸/۲۶	۲۲/۶۵	۹/۳۳	۱۰/۳۷	۱/۸۸
٪ ۲/۵	۴۹/۲۷	۸/۸۹	۲۲/۴۵	۹/۳۳	۱۰/۰۶	۱/۹
٪ ۵	۴۹/۳۳	۹/۳۶	۲۲/۵۸	۹	۹/۷۳	۱/۹۲
٪ ۷/۵	۴۹/۵۵	۱۰/۰۲	۲۱/۲۸	۹/۶۶	۹/۴۹	۱/۹۳
٪ ۱۰	۴۹/۹۹	۱۰/۲۶	۲۰/۸۴	۹/۶۶	۹/۲۵	۱/۹۵

انرژی کل از حاصل ضرب ۰/۰۱۷، ۰/۰۳۹۸ و ۰/۰۲۳۷ به ترتیب برای کربوهیدارت، چربی و پروتئین محاسبه گردید.

کربوهیدرات= (رطوبت+خاکستر+پروتئین+چربی)-۱۰۰

ماهیان به مدت ۵۶ روز با جیره های غذایی ساخته شده به روش سیری و روزانه ۲ مرتبه (ساعت ۹ و ۱۶) تغذیه شدند. بر اساس تغذیه به روش سیری تعداد پلت های باقی مانده پس از ۲۰ دقیقه شمارش و از تانک ها سیفون گردید. در پایان بعد از ۲۴ ساعت گرسنگی تعداد ۱۲ ماهی از هر تانک به طور تصادفی نمونه برداری گردید. پس از بیهوشی ماهی با ماده اوژنول به منظور جلوگیری از اثرات استرس خونگیری، نمونه خون از سیاهرگ دمی گرفته شد. پس از جداسازی سرم میزان فعالیت لیزوزیم سرم در انتهای آزمایش با استفاده از روش کدورت سنجی و به روش توصیه شده توسط (Ellis, 1990) اندازه گیری گردید. برای اندازه گیری میزان کمپلمان های C_3 و C_4 از کیت مخصوص شرکت پارس آزمون و روش کدورت سنجی ایمنی[۲] استفاده شد. داده ها در نتایج به صورت میانگین ± خطای استاندارد (Mean±S.E) بیان شده است. نرمال بودن داده ها به وسیله آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) جهت مقایسه بین تیمارها استفاده شد و در صورت معنی دار بودن به کمک پس آزمون Tukey مقایسات چندگانه صورت گرفت. آزمون ها در محیط نرم افزار SPSS 18 و در سطح خطای ۰/۰۵ انجام شد (Ungsethaphand *et al.*, 2010).

نتایــج

میانگین درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH آب در طی دوره آزمایش به ترتیب ۲۵/۶۳±۰/۸۴ درجه سانتیگراد، ۷/۱۱±۰/۳۶ میلی گرم بر لیتر و ۷/۴۲±۰/۱۸ بودند. نتایج مربوط به پارامترهای ایمنی در جدول ۳ ارائه شده است. در انتهای آزمایش غلظت پارامترهای ایمنی شامل میزان فعالیت لایزوزیم و کمپلمان‌های C_3 و C_4 در انتهای آزمایش اختلاف معنی داری (P<0/05) بین گروه کنترل و تیمارها داشتند.

جدول ۳. فاکتورهای ایمنی تیمارهای مختلف بچه ماهیان انگشت قد بنی در انتهای دوره آزمایش

شاخص	کنترل	تیمار ٪۲/۵	تیمار ٪۵	تیمار ٪۷/۵	تیمار ٪۱۰
C_3 (μg/ml)	۳۳/۰۰±۱/۱۵^{b}	۳۴/۰۰±۳/۷۸^{ab}	۳۴/۶۶±۳/۲۸^{ab}	۳۷/۰۰±۷/۸۱^{ab}	۴۶/۰۰±۲/۳۰^{a}
C_4 (μg/ml)	۹/۶۶±۱/۴۵^{b}	۱۳/۳۳±۲/۳۳^{ab}	۱۳/۶۶±۱/۶۶^{ab}	۱۴/۰۰±۰/۵۷^{ab}	۱۵/۰۰±۱/۵۲^{a}
لیزوزیم (μg/ml)	۱۴/۲۷±۲/۱۳^{b}	۱۵/۲۱±۰/۹۱^{b}	۱۷/۶۸±۳/۷۵^{ab}	۱۸/۲۲±۱/۱۷^{ab}	۲۱/۶۸±۲/۵۶^{a}

* حروف متفاوت نشانه وجود اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است. (Mean±S.E) (P<0/05).

بحث

لیزوزیم یک آنزیم تجزیه کننده قوی موجود در خون و بافت های لنفوئید ماهیان است. این آنزیم دارای نقش زیادی در ایمنی ماهی بوده و یکی از مهمترین فاکتورها در مقاومت طبیعی ماهیان محسوب می شود (Magnadottir, 2006). لیزوزیم توسط نوتروفیل ها و ماکروفاژها به داخل خون رها می گردد (Sakai, 1999). فعالیت لیزوزیم در انتهای آزمایش در تیمار ٪۱۰ از

[2] Immuno Turbidometry

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.6.7]

بالاترین میزان برخوردار بود و اختلاف معنی داری با گروه کنترل و تیمار ۲/۵٪ داشت. نتیجه‌ی مطالعه حاضر با نتیجه تحقیق Promya و Chitmanat (2011) مشابه است. افزایش فعالیت لیزوزیم در تحقیق حاضر می تواند ناشی از وجود C- فیکوسیانین و رنگدانه های کاروتنوئیدی در جلبک اسپیرولینا باشد که باعث تحریک سیستم ایمنی می شوند (Thompson *et al.*, 1995).

سیستم کمپلمان مجموعه ای مشتمل بر بیش از ۳۵ نوع پروتئین سرمی است که ارتباط بسیار نزدیک و کنترل شده با یکدیگر و سایر مولکول های سیستم ایمنی دارند (Sunyer *et al.*, 1997). ۹ جزء اصلی آنها از C_1 تا C_9 نامگذاری شده اند و این ترکیبات نقش کلیدی در ایمنی ذاتی و اکتسابی دارند (Boshra and Sunyer, 2006). سیستم کمپلمان در ماهیان استخوانی مشابه اغلب مهره داران می باشد. مهمترین وظایف زیستی سیستم کمپلمان شامل از بین بردن میکروارگانیزم ها از طریق شرکت و همراهی در فرآیندهای فاگوسیتوز، واکنش های التهابی، پاکسازی کمپلکس های ایمنی، القاء و بهبود پاسخ های آنتی بادی است (Mauri *et al.*, 2011). بالاترین میزان C_3 و C_4 در انتهای دوره در تیمار ۱۰٪ مشاهده گردید که با گروه کنترل اختلاف معنی داری را نشان دادند. مطالعاتی مبنی بر اثر جلبک اسپیرولینا بر فعالیت کمپلمان ها وجود ندارد. امانی نژاد و همکاران (۱۳۸۸) با افزودن جلبک *Dunaliella salina* در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان مشاهده کردند که با افزایش سطح این جلبک میزان C_3 و C_4 نیز افزایش پیدا کرد و با تیمار شاهد اختلاف معنی داری داشت. تغییرات کمپلمان سرم در حفاظت از سیستم ایمنی غیراختصاصی در ماهیان بسیار مهم می باشد و بالا بودن سطوح C_3 و C_4 بیانگر سلامتی ماهی است (Yano, 1992). زیاد بودن فعالیت کمپلمان سرم در ماهی های تغذیه شده با جلبک اسپیرولینا می تواند به علت وجود رنگدانه های کاروتنوئیدی موجود در جلبک اسپیرولینا خصوصاً بتاکاروتن باشد که منجر به افزایش فعالیت کمپلمان‌های C_3 و C_4 گردید (امانیی نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). افزایش فعالیت کمپلمان های سرم در ماهی بنی می تواند به این دلیل باشد که بتاکاروتن طبیعی این جلبک یک گیرنده جدید با پیوند لیگاندی را که متعلق به گیرنده × رتنوئید برای کاروتنوئیدها و رتنوئیدها می باشد را فعال کرده است (Zhang *et al.*, 1992). همچنین عناصر پاسخ گوی اسید رتینوئیک در ناحیه پشتیبانی ژن H (ژن مسئول سنتز کمپلمان) فاکتور کمپلمان باعث افزایش mRNA ژن H و سطوح پروتئین سلول ها می شوند (Munoz-Canoves *et al.*, 1990). بتا کاروتن سرم به ویتامین A و سایر مشتق های مؤثر آن مانند رتینوئیدها تبدیل می شود (Jyonouchi *et al.*, 1994). بتاکاروتن موجود در بررسی اثر مکمل غذای حاوی ویتامین A نشان داد که افزایش سطوح ویتامین A در ماهی آزاد اقیانوس اطلس موجب افزایش فعالیت لیزوزیم و کمپلمان ها گردید (Thompson *et al.*, 1995).

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشخص گردید استفاده از جلبک *S. platensis* در جیره غذایی ماهی بنی می تواند باعث بهبود پارامترهای ایمنی ماهی بنی انگشت قد شود و در سطح ۱۰ ٪ در شرایط پرورشی قابل توصیه در جیره غذایی این ماهی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

لازم است مراتب قدردانی و سپاس خود را از اساتید محترم دانشکده منابع طبیعی دریا دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر و پرسنل محترم مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید ملکی اهواز به سبب همکاری در اجرای این تحقیق اعلام داریم. همچنین از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر جهت تأمین هزینه های مالی این پروژه تشکر و قدردانی می گردد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.6.7]

منابــع

امانی نژاد، پ.، عمادی، ح.، امتیازجو، م.، حسین زاده صحافی، ه. ۱۳۸۸. بررسی اثر جلبک *Dunaliella salina* بر تغییرات شاخص های ایمنی (کمپلمان و پراکسیداز) در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. دوره اول، شماره ۴، صفحات ۲۱-۳.

بساک کاهکش، ف.، صالحی، ح.، امیری، ف.، نیک پی، م. ۱۳۸۹. پرورش توأم ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*, Günther, 1874) با کپور ماهیان چینی و مقایسه اقتصادی آن با روش پرورش مرسوم. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. دوره چهارم، شماره ۳، صفحات ۸۵-۷۳.

سلطانی، م. ۱۳۸۷. ایمنی شناسی ماهیان و سخت پوستان. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۵۶ ص .

علیشاهی، م.، سلطانی، م.، مصباح، م.، زرگر، ا. ۱۳۹۱. اثرات تحریک ایمنی و رشد لوامیزول، ارگوسان و سه عصاره گیاهی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره شصت و هفتم، شماره ۳، صفحات ۱۴۲-۱۳۵.

محمدیان، ت.، کوچنین، پ.، نیکو، س.، شیخ الاسلامی، م.، بیتا، س.، اسکندری، غ.، ابهری سه گنبد، ح. ۱۳۸۸. مقایسه تاثیر آنالوگ هورمون GnRH همراه با آنتی دوپامین دامپریدون (Ova-fact) به روش لینپه، با عصاره هیپوفیز ماهی کپور معمولی (CPE) بر شاخص‌های تولید مثلی ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*). مجله دامپزشکی ایران. دوره پنجم، شماره ۲، صفحات ۸۰-۷۰.

Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Abdelhadi, Y.M., Sesden, M.E.A. 2008. Use of *Spirulina* (*arthrospir 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. 1015-1032.

Boshra, H.L.J., Sunyer, J.O. 2006. Recent advances on the complement system of teleost fish. Fish and Shellfish Immunology. 20(2): 239-262.

Ellis, A.E. 1990. Lysozyme assays. In: Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Robertson, B.S., Van Muiswinkel, W.B. (eds.). Techniques in Fish Immunology. Fair Haven, NJ, USA: SOS publication. pp. 101-103.

Hu, Q. 2004. Microalgal cell-mass and Secondary Products –Major Industrial Species Arthrospira Spirulina platensis. In: Richmond, A. (ed.). Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology. Blackwell Science. pp. 264- 272.

Iwama, G., Nakanishi, T. 1996. The Fish Immune System. Organism, Pathogen and Environment. Academic Press. 395 p.

Jaime-Ceballos, B., Villarreal, H., Garcia, T., Jar, L.P., Alfonso, E. 2005. Effect of *Spirulina platensis* meal as feed additive on growth, survival and development in *Litopenaeus schmitti* shrimp larvae. Revista de Investigaciones Marinas. 26(3): 235-241.

James, R., Sampath, K., Nagarajan, R., Vellaisamy, P., Manikandan, M.M. 2009. Effect of dietary Spirulina on reduction of copper toxicity and improvement of growth, blood parameters and phosphatases in carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton, 1822). Indian Journal of Experimental Biology. 47(9): 754-759.

Jyonouchi, H., Zhang, L., Gross, M., Tomita, Y. 1994. Immunomodulating actions of carotenoids: enhancement of in vivo and in vitro antibody production to T-dependent antigens. Nutrition and Cancer. 21(1): 47-58.

Mauri, I., Romero, A., Acerete, L., Mackenzie, S., Roher, N., Callol, A., Cano, I., Alvarez M.C., Tort, L. 2011. Changes in complement responses in Gilthead seabream (*Sparus aurata*) and European seabass (*Dicentrarchus labrax*) under crowding stress, plus viral and bacterial challenges. Fish and Shellfish Immunology. 30(1): 182-188.

Magnadottir, B. 2006. Innate immunity of fish (overview). Fish and Shellfish Immunology. 20(2): 137-151.

Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.V., Tort, L. 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthed seabream (*sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture. 171(3): 269-278.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.6.7]

Munoz-Canoves, P., Vik, D.P., Tack, B.F. 1990. Mapping of retinoic asic responsive element in the promoter region of the complement factor H gene. The Journal of Biological Chemistry. 265(33): 20065-20068.

Oh, S.H., Ahn, J., Kang, D.H., Lee, H.Y. 2011. The Effect of Ultrasonificated Extracts of *Spirulina maxima* on the Anticancer Activity. Marine Biotechnology. 13(2): 205-214.

Peiretti, P.G., Meineri, G. 2008. Effects of diets with increasing levels of *Spirulina platensis* on the performance and apparent digestibility in growing rabbits. Livestock Science. 118(1): 173-177.

Phromkunthong, W., Pipattanawattanakul, A. 2005. Effects of Spirulina sp. on growth performance and antibody levels in hybrid catfish, *Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus* (Burchell). Songklanakarin Journal of Science and Technology Aquatic Science. 27(1): 115-132.

Promya, J., Chitmanat, C. 2011. The effects of *Spirulina platensis* and Cladophora Algae on the Growth Performance, Meat Quality and Immunity Stimulating Capacity of the African Sharptooth Catfish (*Clarias gariepinus*). International Journal of Agriculture & Biology. 13(1): 77-82.

Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunistimulants. Aquaculture. 172(1): 63-92.

Sunyer, J.O., Ort, L.T., Lambris, J.D. 1997. Diversity of the third form of complement, C3, in fish: functional characterization of five forms of C3 in the diploid fish (*Sparus aurata)*. Biochemical Journal. 326(3): 320-326.

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 & Development. 3(9): 1-7.

Thompson, L., Choubert, G., Houlihan, D.F., Secombes, C.J. 1995. The effect of dietary vitamin A and astaxanthin on the immunocompetence of rainbow trout. Aquaculture. 133(2): 91–102.

Ungsethaphand, T., Peerapornpisal, Y., Whangchai, N., Sardsud, U. 2010. Effect of feeding *Spirulina platensis* on growth and carcass composition of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*). International Journal of Science and Technology. 4(2): 331-336.

Watanuki, H., Ota, K., Tassakka, A.C.M.A.R., Kato, T., Sakai, M. 2006. Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. Aquaculture. 258(1): 157–163.

Yano, T. 1992. Assays of hemolytic complement activity. In: Stolen, S.J., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Kaattari, S.L., Rowley, A.F. (eds.). Techniques in Fish Immunology. Fair Haven, NJ, USA: SOS publication. pp. 131–141.

Zhang, L.X., Cooney, R.V., Bertram, J.S. 1992. Carotenoids upregulate connexin 43 gene expression independent of their provitamin A or antioxidant properties. Cancer Research. 52(20): 5707-5712.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.6.7]