# بررسی اثر پودر جلبک اسپیرولینا و گل میخک بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

• **داود محمدرضائی***: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۸

## چکیده

**در این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات پودر جلبک اسپیرولینا و گل میخک بر عملکرد رشد و کیفیت لاشه، بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (میانگین وزن ۱۶/۲۰ گرم) با سطوح مختلف پودر اسپیرولینا (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و گل میخک (۲، ٤ و ٦ درصد) بر حسب درصد جیره و تیمار شاهد به‌مدت ۸ هفته تغذیه شدند. پس از اتمام دوره، ماهیان زیست‌سنجی شده و شاخص‌های رشد و کیفیت لاشه سنجیده شد. نتایج نشان داد ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی سطح پودر جلبک اسپیرولینا ۵ درصد از نظر بهبود شاخص‌های رشد به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشتند ولی از نظر کیفیت لاشه اختلاف معنی‌داری در تیمارها مشاهده نگردید و تنها در سطح ۱۵ درصد سبب کاهش چربی لاشه گردد. براساس نتایج، در بین تیمارهای اسپیرولینا شاخص‌های ضریب رشد ویژه و طولی، ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد روزانه در تیمار ۵ درصد از سایر تیمارها بالاتر بود. در بین تیمارهای پودر گل میخک بهترین شاخص‌ها در تیمار ٤ درصد به‌دست آمد، هرچند در تیمار شاهد شاخص رشد و کیفیت لاشه در مقایسه با کلیه تیمارهای گل میخک بالاتر بود. براساس نتایج، استفاده از پودر جلبک در جیره غذایی بچه کپور ماهیان به‌میزان ۵ درصد می‌تواند سبب بهبود عملکرد شاخص‌های رشد و کاهش ضایعات تغذیه‌ای خواهد گردد.**

**کلمات کلیدی:** اسپیرولینا، گل میخک، شاخص‌های رشد، کیفیت لاشه و کپور معمولی



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: d.mrezaei@malayeru.ac.ir

## مقدمه

در دهه‌های اخیر به‌دلیل افزایش جمیعت و رویکرد عمومی به مصرف غذاهای سالم، مصرف آبزیان در جهان در حال افزایش است. این امر موجب شده است تا بهره‌برداری از ذخائر آبزیان از دریا و آب‌های داخلی به‌حدی بالا رود که آن‌ها را با خطر نابودی مواجه سازد از همین رو پیش‌بینی می‌شود که در دو دهۀ آینده، آبزی‌پروری نقش به‌سزایی را در تأمین غذای بشر و کاهش فقر جهانی ایفاء کند (صابریان جویباری و همکاران، ۱۳۹۶). از آن‌جایی که بخش عمده‌ای از هزینه‌های یک واحد پرورشی را تأمین خوراک به‌خود اختصاص می‌دهد، بنابراین برای دستیابی به تولید بیش‌تر در یک واحد پرورشی لازم است که توجه بیش‌تری به این موضوع گردد (Tokure و همکاران، ۲۰۰۶). از طرفی افزایش قیمت پودر ماهی و کمیاب شدن آن موجب شده است که مطالعه در زمینه منابع پروتئین جایگزین اهمیت پیدا کند (Nandeesha و همکاران، ۲۰۰۱). انتخاب مواد اولیه مناسب به‌منظور تاثیرات مثبت آن‌ها روی رشد، سلامت آبزی، کیفیت آب و کنترل کیفیت محصول تولیدی امری ضروری می‌باشد. جلبک‌ها از ترکیبات غذایی نو ظهور هستند که به‌دلایل خواص و ویژگی‌های غذایی خاص امروزه در صنایع مختلف به‌عنوان پریبیوتیک مصرف می‌شوند (Cysewski و Capelli، ۲۰۱۰). این ترکیبات دارای تأثیر مثبت بر روی شاخص‌های رشد، متابولیسم فعالیت کبدی و روده‌ای می‌باشند. در این میان جلبک (*Arthrospira platensis*) می‌تواند به‌عنوان مکمل نسبی یا جایگزین پروتئین‌ها در غذای آبزیان استفاده شود (Volkman و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات نشان داده افزایش مکمل اسپیرولینا به جیره غذایی گربه ماهی انگشت‌قد به‌میزان ۵ درصد جیره غذایی و در ماهی تیلاپیا تا ۱۰ درصد جیره غذایی سبب بهبود عملکرد رشد و پارامترهای خونی مرتبط با ایمنی ماهیان می‌گردد (Promya و همکاران، ۲۰۱۱؛ Abdel-Tawwab و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین وجود اسپرولینا می‌تواند اثر حفاظتی در برابر آلاینده‌های سمی نظیر کلرید کادمیوم داشته و سبب بهبود شاخص‌های بیوشیمیایی در ماهی شود (Evaz-Zadeh Samani و همکاران، ۲۰۱۷). اسپیرولینا دارای پروتئین قابل هضم بالایی (۷۰-۶۰ درصد) همراه با اسیدآمینه‌های ضروری، اسیدهای چرب غیراشباع نظیر اسیدلینولنیک، ویتامین‌ها، مواد معدنی و رنگدانه‌های گیاهی مختلف می‌باشد (Hosseini و همکاران، ۲۰۱۳). به‌دلیل همین ویژگی‌های تغذیه‌ای استفاده از این ماده غذایی به‌عنوان مکمل یا به‌عنوان جایگزین در جیره ماهی می‌تواند سبب بهبود رشد ماهی، کیفیت رنگ گوشت، تولیدمثل و کیفیت لاشه ماهی شود (Teimouri و همکاران، ۲۰۱۳؛ Ameen و Abdulrahman، ۲۰۱۴). گل میخک (*Syzygiumaromaticum*) به‌دلیل داشتن خواص دارویی فراوان در صنایع مختلف کاربردهای فراوانی دارد. پودر این گیاه به‌دلیل داشتن خواص بی‌هوش‌کنندگی در صنعت آبزی‌پروری به‌عنوان یک ماده بی‌هوشی رایج و دوست‌دار محیط زیست کاربرد دارد. از خواص دیگر این گیاه می‌توان به ویژگی نیرو دهنده، محرک اشتها و ضدعفونی کننده اشاره کرد (زرگری، ۱۳۷۶). گل میخک جریان آنزیمی را افزایش داده و در نتیجه فعالیت گوارشی را تقویت می‌کند (زرگری، ۱۳۷۶). در بسیاری از مناطق دنیا جدای از مصارف درمانی و بهداشتی این گیاه به‌عنوان چاشنی در تهیه غذا نیز استفاده می‌گردد (زرگری، ۱۳۷۶). مشخص شده که استفاده از پودر گل میخک می‌تواند سبب افزایش تراکم پذیری ماهیان گردد (مهرابی، ۱۳۷۸). اطلاعات زیادی در خصوص استفاده یا اثرات کاربرد گل میخک بر عملکرد رشد و کیفیت لاشه ماهیان پرورشی در دسترس نیست و بیش‌تر مطالعات در این خصوص بر روی گیاه نعناع‌فلفلی صورت‌گرفته که در کنار بیان خواص بی‌هوش کنندگی برای آن (رخشانی و همکاران، ۱۳۹۷) اثرات مثبت آن بر عملکرد رشد قزل‌آلا بیان شده است (عادل و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به مطالب مطرح شده، هدف از این مطالعه بررسی اثرات استفاده از پودر اسپیرولینا و گل میخک بر عملکرد رشد و کیفیت لاشه بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر تعداد ۱۶۰ عدد بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با میانگین وزنی ۱±۱۶/۲۰ به‌مدت ۸ هفته با دو جیره غذایی حاوی مقادیر مختلف پودر جلبک اسپیرولینا (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و پودر گل میخک (۲، ۴ و ۶ درصد) بر حسب کیلوگرم غذا تغذیه شدند. دمای آکواریوم‌ها در طی دوره آزمایش ۰/۵±۲۴ و تعویض آب به‌صورت روزانه به‌میزان ۲۰٪ بود. جهت آماده‌سازی تیمارها از غذای بچه‌ماهی ماهی کپورمعمولی (پروتئین ۴۲٪، چربی ۱۳٪، خاکستر ۱۲٪، فیبر ۴/۵٪، فسفر ۱٪، کلسیم ۱/۶٪ و رطوبت ۱۰٪) شرکت دانه رز بروجرد استفاده گردید. پس از پودر نمودن غذای مقادیر پودر اسپیرولینا و گل میخک برحسب درصد حضور در جیره به هر کدام از تیمارها اضافه و سپس به‌خوبی مخلوط گردیده و مجدداً توسط چرخ گوشت به شکل گرانول تبدیل و پس از خشک شدن در اختیار بچه‌ماهیان قرار گرفت. پس از اتمام دوره‌ای ماهیان زیست-سنجی شده و شاخص‌های رشد مانند نرخ رشد ویژه (SGR)، میانگین درصد افزایش وزن بدن (WGR)، میانگین درصدافزایش طول بدن (LGR)، میانگین سرعت رشد روزانه (ADG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب چاقی (CF) و شاخص امعاء و احشاء (VSI) براساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید (Mohamadrezaei و همکاران ۲۰۱۱):

$$SGR\ (\%/day) = [(LnWt - LnWi) / T] \times 100$$
$$WGR\ (\%) = [(Wt - Wi / Wi)] \times 100$$
$$LGR\ (\%) = [(Lt - Li / Li)] \times 100$$
$$ADG\ (g/day) = (Wt - Wi)/T$$
$$CF = Wt \times Lt\ -3 \times 100$$

$$FCR = \text{افزایش وزن‌تر بدن (گرم)} / \text{کل غذای خورده شده (گرم)}$$

$$VSI = [\text{وزن‌تر بدن (گرم)} / \text{وزن امعاء و احشاء (گرم)}] \times 100$$

که در آن: Wt و Lt به‌ترتیب میانگین وزن و طول نهایی، Wi و Li به‌ترتیب میانگین وزن و طول اولیه بچه‌ماهیان و T طول دوره پرورش می‌باشند.

پس از زیست‌سنجی از بافت عضله ماهیان نمونه گیری شده و کیفیت لاشه براساس شیوه‌های عنوان شده در روش استاندارد (AOAC، ۱۹۹۵) مورد آزمایش قرار گرفت. پروتئین خام کلیه نمونه‌ها به‌روش کجلدال و از طریق تعیین نیتروژن کل محاسبه گردید. چربی خام نیز از طریق حل کردن در اتر و تعیین مقدار آن به‌روش سوکسله و با دستگاه سوکسله انجام شد. هم‌چنین رطوبت از طریق قراردادن نمونه در اتوکلاو در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت و خاکستر از طریق قرار دادن نمونه در کوره الکتریکی در حرارت ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شدند (AOAC، ۱۹۹۵).

در پایان داده‌های به‌دست آمده پس از بررسی نرمال بودن، با استفاده از نرم‌افزار Spss به‌روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین دانکن در سطح ۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند.

## نتایج

نتایج پارامترهای بیوشیمایی و رشد بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پودر اسپیرولینا و گل میخک در جدول ۱ ارائه شده است. طبق جدول ۱، کلیه پارامترهای رشد در بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند. در بین بچه‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف اسپیرولینای اضافه شده به جیره غذایی، جیره حاوی ۵ درصد اسپیرولینا نتایج بهتری درخصوص پارامترهای رشد با سایر تیمارها نشان داد. ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، ضریب رشد روزانه در بین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی سطح ۵ درصد پودر اسپیرولینا بالاتر بود. ضریب رشد طولی و شاخص احشائی تفاوتی را در بین کلیه تیمارهای دارای سطوح مختلف اسپیرولینا نشان ندادند، درصورتی‌که با گروه شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند.

**جدول ۱: نتایج فاکتورهای رشد اندازه‌گیری شده در بچه‌ماهی انگشت‌قد کپورمعمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پودر اسپیرولینا و گل میخک**

| ترکیبات غذایی | اسپیرولینا | | | | گل میخک | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| فاکتورهای سنجشی | شاهد | ۵ درصد | ۱۰ درصد | ۱۵ درصد | شاهد | ۲ درصد | ۴ درصد | ۶ درصد |
| ضریب چاقی | ۱/۳۶۲$^{ab}$ | ۱/۵۳۱$^{a}$ | ۱/۲۹۷$^{ab}$ | ۱/۱۲۳$^{b}$ | ۱/۰۲$^{a}$ | ۱/۰۵۹$^{a}$ | ۰/۶۷۲$^{b}$ | ۰/۶۳۲$^{b}$ |
| ضریب افزایش وزن بدن | ۸۷/۱۱۹$^{a}$ | ۷۳/۰۶۲$^{ab}$ | ۶۲/۰۷۹$^{b}$ | ۶۵/۸۰۷$^{b}$ | ۹۳/۱۱۷$^{a}$ | ۶۱/۳۱۲$^{c}$ | ۷۷/۶۵۹$^{b}$ | ۵۸/۱۸۶$^{c}$ |
| ضریب رشد ویژه | ۱/۲۱$^{a}$ | ۰/۹۹۶$^{ab}$ | ۰/۸۳۵$^{b}$ | ۰/۸۸$^{b}$ | ۱/۳۴۱$^{a}$ | ۰/۹۶$^{b}$ | ۱/۱۴۸$^{ab}$ | ۰/۹۲۶$^{b}$ |
| ضریب رشد روزانه | ۱/۷۷۸$^{a}$ | ۱/۴۹۱$^{ab}$ | ۱/۰۵۴$^{b}$ | ۱/۳۴۳$^{ab}$ | ۱/۹$^{a}$ | ۱/۲۵۱$^{b}$ | ۱/۵۸۴$^{ab}$ | ۱/۱۸۷$^{b}$ |
| ضریب تبدیل غذا | ۲/۳۷۷$^{b}$ | ۴/۰۸۴$^{a}$ | ۴/۹۵$^{a}$ | ۴/۴۶۳$^{a}$ | ۲/۳۷۷$^{b}$ | ۴/۰۸۴$^{a}$ | ۴/۹۵$^{a}$ | ۴/۴۶۳$^{a}$ |
| ضریب رشد طولی | ۲۴/۱۹۱$^{a}$ | ۱۵/۳۹۵$^{b}$ | ۱۴/۹۳۱$^{b}$ | ۱۵/۰۸۳$^{b}$ | ۶۸/۷۳۶$^{ab}$ | ۶۰/۶۳۴$^{ab}$ | ۷۸/۱۹۱$^{a}$ | ۴۴/۲۳۴$^{b}$ |
| شاخص احشایی | ۶/۹۹۶$^{b}$ | ۹/۵۲$^{a}$ | ۱۱/۵۶۵$^{a}$ | ۱۰/۰۰۶$^{a}$ | ۱۷/۵۳$^{a}$ | ۱۷/۹۱۴$^{a}$ | ۱۷/۸۲۸$^{a}$ | ۱۷/۶۴$^{a}$ |

از سوی دیگر نتایج نشان داد که اضافه نمودن پودر گل میخک به جیره بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی سبب بروز اختلاف معنی‌دار کلیه تیمارها با گروه شاهد درکلیه پارامترهای رشد گردید (جدول ۱). در بین بچه‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف پودر گل میخک اضافه شده به جیره غذایی، جیره حاوی ۴ درصد پودر گل میخک نتایج بهتری درخصوص پارامترهای رشد در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد. ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، ضریب رشد روزانه در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی سطح ۵ درصد پودر گل میخک نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. ضریب رشد طولی نیز در مقایسه با کلیه تیمارها و شاخص احشائی تفاوتی را در بین کلیه تیمارهای دارای سطوح مختلف اسپیرولینا نشان ندادند، در صورتی‌که با گروه شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند. هم‌چنین بچه‌ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵ درصد سطح اسپیرولینا در مقایسه با سایر سطوح، از ضریب تبدیل غذایی بهتری برخوردار بودند. طبق جدول ۲، درصدهای مختلف اسپیرولینا در جیره بر ترکیب شیمیایی لاشه تأثیرگذار است. هرچند که در برخی از فاکتورهای سنجش شده این اختلافات از نظر آماری معنی‌دار نبودند. ولی نتایج نشان داد افزودن پودر اسپیرولینا به جیره می‌توانند سبب افزایش سطح پروتئین لاشه و کاهش میزان چربی لاشه ماهی گردد. از سوی دیگر استفاده از پودر گل میخک در جیره نیز از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد. ولی سطح پروتئین و چربی لاشه تحت تأثیر حضور پودر گل میخک در جیره قرار گرفت. براساس نتایج کم‌ترین سطح پروتیئن لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲ درصد پودر گل میخک گزارش شد. در همین تیمار نیز بیش‌ترین میزان چربی لاشه اندازه‌گیری گردید.

**جدول ۲: نتایج آنالیز بیوشیمیایی لاشه بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پودر اسپیرولینا و گل میخک بر حسب ماده خشک**

| | تیمارها | رطوبت | پروتیئن | خاکستر | چربی |
|---|---|---|---|---|---|
| اسپیرولینا | ۵ درصد | ۷۶/۷۲ a | ۷۳/۰۲۴ a | ۱۲/۸۶۶ a | ۱۴/۰۸۹ ab |
| | ۱۰ درصد | ۷۵/۳۵ a | ۶۹/۴۹۲ ab | ۱۳/۷۹۳ a | ۱۶/۷۱۴ a |
| | ۱۵ درصد | ۷۶/۸۷ a | ۷۴/۳۱۹ a | ۱۲/۱۴۸ a | ۱۳/۵۳۲ b |
| | شاهد | ۷۶/۱۲ a | ۷۴/۷۴۸ a | ۱۰/۰۵ b | ۱۵/۲۰۱ ab |
| میخک | ۲ درصد | ۷۶/۲۵ a | ۷۲/۴۲۱ b | ۱۰/۱۸۹ a | ۱۷/۳۸۹ a |
| | ۴ درصد | ۷۶/۳ a | ۷۴/۹۳۶ a | ۱۰/۲۱ a | ۱۴/۸۵۲ b |
| | ۶ درصد | ۷۶/۷۵ a | ۷۴/۳۶۵ a | ۱۱/۲۶۸ a | ۱۴/۳۶۵ b |
| | شاهد | ۷۶/۵۱ a | ۷۶/۰۷۴ a | ۱۰/۵۵۷ a | ۱۳/۳۶۷ b |

## بحث

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه استفاده از جلبک اسپیرولینا بر روی شاخص‌های رشد صورت گرفته است (James و همکاران، ۲۰۰۶؛ Saroch و همکاران، ۲۰۱۲)، درصورتی‌که اثرات استفاده از ترکیبات بی‌هوش کننده همانند گل میخک بر عملکرد رشد مطالعه نشده است. از سوی دیگر داده‌های محدودی در ارتباط با کیفیت این ترکیبات روی کیفیت لاشه ماهی نیز وجود دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که اسپیرولینا به‌عنوان یک پریبیوتیک اثر مستقیمی در بهبود راندمان رشد بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی مطابق با سایر گزارش‌ها داشت (Balasubramanian و Subramanian، ۲۰۱۴). در میان سه سطح آزمایشی اسپیرولینا، جیره حاوی ۵ درصد اسپیرولینا عملکرد رشد بهتر و جیره حاوی ۱۵ درصد اسپیرولینا از نظر کیفیت لاشه تیمارهای مناسب‌تری در مقایسه با سایر تیمارها بودند. این اثر را می‌توان به ارزش غذایی بالای اسپیرولینا نسبت داد چراکه اسپیرولینا به‌عنوان یک مکمل غذایی اثرات بسیار مفیدی برای انسان و آبزی‌پروری دارد (Tongsiri و Yuwadee، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر بیش‌ترین میزان رشد در ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۵ درصد اسپیرولینا به‌دست آمد. درحالی‌که در مطالعه مشابه‌ای بر روی کپور هندی کاتلا این سطح ۳ درصد تعیین شده بود (Saroch و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین سطح تعیین شده با سایر مطالعات انجام شده بر روی کپور معمولی مطابقت داشت (Ramakrishnan و همکاران، ۲۰۰۸). ازسوی دیگر در تیمارهای حاوی سطح بیش‌تر اسپیرولینا عملکرد رشد در بچه‌ماهیان کاهش یافت. نتایج مشابه در مطالعه تأثیر سطوح مختلف اسپیرولینا بر عملکرد رشد لارو ماهی گورامی نیز گزارش شده است (بیابانی و همکاران، ۱۳۹۶). به‌نظر می‌رسد افزایش بیش از حد اسپیرولینا می‌تواند منجر به سفت‌تر شدن غذا شده و هضم پذیری آن‌را با مشکل مواجه سازد (Güroy و همکاران، ۲۰۱۲) که این روند با افزایش ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای سطوح بالاتر مطابقت دارد. اسپیرولینا از میکروارگانیسم‌های مفیدی است که می‌تواند سبب افزایش عملکرد رشد شود، این میکرو ارگانیسم‌ها می‌توانند با تأثیر بر عملکرد فلور دستگاه گوارش آثار مفیدی را بر جای گذارند (Ibrahim و همکاران، ۲۰۰۴). از این‌رو بهبود عملکرد رشد ماهیان می‌توان به عملکرد بهتر فلور باکتریایی روده در ماهیان نسبت داد، چراکه مشخص شده است که کپور ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف اسپیرولینا از نظر فلور باکتریایی روده از عملکرد بهتری برخوردار بوده‌اند به‌طوری‌که جیره حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا بیش‌ترین بار میکروبی فعال را برای کپور معمولی فراهم می‌نماید (Ameen و Abdulrahman، ۲۰۱۴). افزایش شاخص احشائی نیز در کلیه تیمارهای اسپیرولینا نشان‌دهنده اثرگذاری این ترکیب بر ساختار دستگاه گوارش می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش زمان ماندگاری غذا در روده و درنتیجه جذب بیش‌تر و راندمان رشد بهتر غذا می‌گردد. آنالیز بیوشیمایی لاشه نشان داد که سطح اسپیرولینا تاثیری بر میزان پروتین جیره ندارد ولی می‌تواند سطح چربی و کربوهیدرات لاشه را تحت تأثیر قرار دهد. تغییر در سطح کربوهیدرات و چربی به‌دلیل حضور اسپیرولینا در جیره پیش از این گزارش شده است (Balasubramanian و Subramanian، ۲۰۱۴). این تغییرات می‌تواند با تغییر در سنتز و نسبت ذخیره این ترکیبات در عضله ماهی در ارتباط باشد (Abdel-Tawwab و همکاران، ۲۰۰۸). در ماهیان تغذیه شده با پودر گل میخک نیز سطح کربوهیدرات، پروتیئن و چربی تغییراتی را نشان داد. این تغییرات می‌تواند با تغییر در سنتز و نسبت ذخیره این ترکیبات در عضله ماهی در ارتباط باشد (Abdel-Tawwab و همکاران، ۲۰۰۸). افزایش سطح پروتیئن جیره در سطح ۱۵ درصد در ماهی کفال (اکبری و سندک‌زهی، ۱۳۹۵) و کپور معمولی (Ameen و Abdulrahman، ۲۰۱۴) گزارش شده است. این گزارشات با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. بر این اساس می‌توان بیان کرد که وجود پودر جلبک در جیره غذایی سبب شده تا در فرآیند متابولیسم، پروتئین مسیر اصلی خود یعنی مسیر سنتز بافت را طی نموده و به شکل پروتیئن ذخیره گردد (Shalaby و همکاران، ۲۰۰۶؛

ابراهیمی و همکاران ۱۳۹۱). استفاده از پودر جلبک در جیره غذایی نقش مهمی در سنتز و متابولیسم چربی دارد به‌نحوی‌که استفاده از این ترکیب در جیره منجر به تغییر متابولیسم چربی‌شده‌و سبب ذخیره چربی در فصل زمستان‌گذرانی سیم دریایی می‌شود (Nakagawa و همکاران، ۱۹۸۷). در این مطالعه درصد عضله چربی در ماهیان کاهش نشان داد که با مطالعه (Mustafa و همکاران ۱۹۹۴) در بررسی کاهش چربی عضله ناشی از افزودن اسپیرولینا به جیره بأس دریایی هم‌سو بود. درحالی‌که اکبری و سندک‌زهی (۱۳۹۵) افزایش چربی خام را در ماهی کفال تغذیه شده با سطح اسپیرولینا ۱۵ درصد گزارش نمودند. علت اصلی تغییر متابولیسم چربی به‌واسطه افزودن جلبک به جیره غذایی هنوز مشخص نیست. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن سطوح مختلف پودر گل میخک به جیره، اثرات معنی‌داری بر شاخص‌های رشد بچه‌ماهی انگشت‌قد ماهی کپور معمولی است. در انتهای دوره، ماهیان تغذیه شده باسه سطح پودر گل میخک اختلاف معنی‌داری را درخصوص کاهش شاخص‌های رشد نشان دادند ($P<0/05$). با افزایش درصد پودر گل میخک اثرات نامطلوب حضور این ترکیب بر عملکرد رشد بیش‌تر می‌گردد. پیش از این چندین مطالعه عوارض جانبی استفاده از اسانس گل میخک را در ماهیان تیمار شده با آن بیان کرده‌اند (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۳؛ Velíšek و همکاران، ۲۰۰۵a؛ Velíšek و همکاران، ۲۰۰۵b). درحالی‌که استفاده از گیاه نعناع فلفلی سبب تا ۵ درصد سبب بهبود عملکرد رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردید (عادل و همکاران، ۱۳۹۴). این نتایج با نتایج این تحقیق هم‌سو نمی‌باشد. عملکرد بهینه نعناع فلفلی بیش‌تر به حضور ترکیبات منتون و متیل استات نسبت داده می‌شود (Haghiو Mahboubi، ۲۰۰۸). ترکیبات مختلف غذایی اثرات متفاوتی بر ترکیب شیمیایی بدن دارند، به‌طوری‌که ترکیب شیمیایی بدن ماهیان مرتبط با گونه ماهی، نوع غذا، مقدار غذا و درصد غذادهی، فرمولاسیون غذا و دمای آب قرار می‌گیرد (Hung و همکاران، ۱۹۸۷). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از سطوح مختلف پودرگل میخک تأثیر معنی‌داری بر ترکیبات بدن ماهی نداشته است. نتیجه مشابه‌ای در مطالعه اثر عصاره نعناع فلفلی بر ترکیب بیوشیمیایی ماهی قزل‌آلا گزارش شده است (عادل و همکاران، ۱۳۹۴). در مجموع نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر آن است که استفاده از اسپیرولینا به ویژه در سطح ۵ درصد در جیره بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی می‌تواند سبب بهبود عملکرد رشد و در سطح ۱۵ درصد جیره سبب کاهش سطح چربی لاشه گردد. درصورتی‌که استفاده از پودر گل میخک سبب کاهش راندمان رشد و عدم تغییر ترکیب بیوشیمیایی بدن در بچه ماهی انگشت‌قد کپور معمولی می‌گردد.

## تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر با حمایت مالی حمایت مالی دانشگاه ملایر و معاونت پژوهشی آن دانشگاه (۹-۱-۸۴/۴۵۵) به انجام رسید که بدین وسیله نویسنده مراتب تشکر و قدردانی خویش را اعلام می‌دارد.

## منابع

۱. **ابراهیمی، ع.؛ تنگستانی، ر.؛ علیزاده‌دوغیکلایی، ا. و زارع، پ.، ۱۳۹۱.** اثر سطوح مختلف اسانس سیر بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه فیل‌ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۱، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۲.

۲. **اکبری، پ. و سندک‌زهی، ا.، ۱۳۹۵.** اثر پودر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) روی رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و اسیدهای چرب لاشه ماهی کفال خاکستری(*Mugil cephalus*). نشریه شیلات. دوره ۶۹، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۹.

۳. **بیابانی‌اسرمی، م.؛ سوداگر، م.؛ مازندرانی، م. و یوسفی، س.، ۱۳۹۶.** اثر پودر اسپیرولینا بر رشد، بازماندگی، کاروتنوئید کل ماهیان پیش‌مولد و پرورش در مرحله لاروی ماهی گورامی کوتوله (*Trichogaster lalius*). علوم و فنون شیلات. دوره ۶، شماره ۱، صفحات ۲۱ تا ۳۵.

۴. **رخشانی، م.؛ میردارهریجانی، ج. و قرائی، ا.، ۱۳۹۷.** بررسی قدرت بی‌هوشی و آسیب‌های بافتی اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۷، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۰.

۵. **زرگری، ع.، ۱۳۷۶.** گیاهان دارویی، جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۰۴ صفحه.

۶. **سلطانی، م.؛ غفاری، م.؛ خضرائی‌نیا، پ. و بکایی، س.، ۱۳۸۳.** مطالعه اثرات بی‌هوشی اسانس گل‌میخک بر پارامترهای هماتولوژیک برخی آنزیم‌های خون و آسیب‌شناسی بافت‌های مختلف ماهی کپور معمولی. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران. دوره ۵۹، شماره ۳، صفحات ۲۹۶ تا ۲۹۹.

۷. **صابریان‌جویباری، م.؛ قبادی، ش. و وطن‌دوست، ص.، ۱۳۹۶.** تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک A-MAX بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیبات لاشه در بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). نشریه توسعه آبزی پروری. دوره ۱۱، شماره ۱، صفحات ۷۷ تا ۸۵.

۸. **عادل، م.؛ پورغلام، ر.؛ ذریه زهرا، ج.؛ صفری، ر. و قیاسی، م.، ۱۳۹۴.** اثر سطوح مختلف عصاره نعناع فلفلی(*Mentha piperita*) بر شاخص‌های رشد، ترکیبات لاشه، باکتری‌های روده و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در مواجهه با باکتری

*Yersinia ruckeri*. مجله بوم‌شناسی آبزیان. دوره ۴، شماره ۴، صفحات ۶۲ تا ۷۰.

۹. **علیشاهی، م.؛ سلطانی، م.؛ مصباح، م. و زرگر، ا.، ۱۳۹۱.** اثرات تحریک ایمنی و رشد لوامیزول، ارگوسان و سه عصاره گیاهی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره ۶۷، شماره ۳، صفحات ۵۹ تا ۶۷.

۱۰. **مهرابی، ی.، ۱۳۸۷.** مطالعه‌مقدماتی اثر بی‌هوش‌کنندگی پودر گل میخک بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. پژوهش و سازندگی. شماره ۸۵، صفحات ۴۱ تا ۴۲.

۱۱. **Abdel-Tawwab, M.; Ahmad, M.H.; Abdel-Hadi, Y.M. and Seden, 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. pp: 1015-1032.

۱۲. **Abdulrahman, N.M. and Ameen, H.J., 2014.** Replacement of fishmeal with microalgae spirulina on common carp weight gain, meat and sensitive composition and survival. Pakistan Journal of Nutrition. Vol. 13, pp: 93-100.

۱۳. **AOAC. 1995.** Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists International. 4nd edition. Arlington, VA, USA. 634 p.

۱۴. **Capelli, B. and Cysewski, G.R., 2010.** Potential health benefits of spirulina microalgae. Nutrafoods. Vol. 9, pp: 19-26.

۱۵. **Evaz-Zadeh Samani, H.; Banaee, M.; Shoukat, P.; Noori, A. and Mousavi Dehmoredi, L., 2017.** Protective effects of dietary spirulina platensis against cadmium-induced oxidative stress in gills of rainbow trout. IJT. Vol. 11, pp: 5-12.

۱۶. **Güroy, B.; Sahin, I.; Mantoglu, S. and Kayali, S., 2012.** Spirulina as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance of yellow tail cichlid Pseudotropheus *acei*, Aquaculture International. Vol. 20, pp: 869- 878.

۱۷. **Hosseini, S.M.; Khosravi-Darani, K. and Mozafari, M.R., 2013.** Nutritional and medical applications of spirulina microalgae. Mini Rev Med Chem. Vol. 13, pp: 1231-1237.

۱۸. **Hung, S.S.O.; Lutes, P.B. and Conte, F.S., 1987.** Carcass proximate composition of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontannus*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A. Vol. 1, pp: 269-272.

۱۹. **Ibrahim, F.; Quwehand, A.C. and Salminen, S.J., 2004.** Effect of temperature on invitro adhesion of fish probiotics. Microbial ecology in health and disease. Vol. 16, pp: 222-227.

۲۰. **James, R.; Sampath, K.; Thangarathinam, R. and Vasudevan, I., 2006.** Effect of dietary spirulina level on growth, fertility, coloration and leucocyte count in red swordtail, *Xiphopho rushelleri*. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh. Vol. 58, pp: 97-104.

۲۱. **Mahboubi, M. and Haghi, G., 2008.** Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium L.* essential oil. Ethnopharmacology. Vol. 19, pp: 325-327.

۲۲. **Mohammadrezaei, D.; Tayebi, L.; Sobhanardakani, S. and Cheraghi, M., 2011.** Growth performance and food conversion ratio of Persian sturgeon (*Acipenser persicus)* at different level of dietary protein. 2nd International Conference on Environmental Science and Technology, IACSIT Press, Singapore. IPCBEE. Vol. 6, pp: 365-367.

۲۳. **Mustafa, M.G.; Umin, T.; Miyake, H. and Nakagawa, H., 1994.** Effect of Spirulina Sp meal as feed additive on lipid accumulation in red sea bream. Suisansozoku. Vol. 42, pp: 363-369.

۲۴. **Nakagawa, H.; Kasahara, S. and Sugiyama, T., 1987.** Effect of Ulva meal supplementation on lipid metabolism of black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker). Aquaculture. Vol. 62, pp: 109-121.

۲۵. **Nandeesha, M.C.; Gangadhara, B.; Manissery, J.K. and 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. Bioresour. Technol. Vol. 80, pp: 117-120.

۲۶. **Promya, J. and Chitmanat, C., 2011.** The effects of Spirulina platensis and cladophora algae on the growth performance, meat quality and immunity stimulating capacity of the African Sharp tooth Catfish *(Clarias gariepinus).* International Journal of Agriculture and Biology. Vol. 13, pp: 77-82.

۲۷. **Ramakrishnan, M.C.; Haniffa, M.; Manohar, M.; Dhanaraj, M.; Arockiaraj, A.J.; Seetharaman, S. and Arunsingh, S.V., 2008.** Effects of Probiotics and Spirulina on Survival and Growth of Juvenile Common Carp *(Cyprinus carpio).* The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh. Vol. 60, pp: 128-133.

۲۸. **Saroch, J.D.; Shrivastav, R.; Manohar, S. and Quereshi, T.A., 2012.** Effect of Spirulina impregnated feed on the fingerlings of Catla *(Catla catla).* Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences. Vol. 27, pp: 55-67.

۲۹. **Shalaby, A.M.; Khattab, Y.M. and Abdel rahman, A.M., 2006**. Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases. Vol. 12, pp: 172-201.

۳۰. **Subramanian, A. and Balasubramanian, U., 2014.** Effect of spirulina on growth and biochemical performance in common carp *Catla catla* and *Labeo rohita* (Fingerlings). International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture. Vol. 4, pp: 140-144.

۳۱. **Teimouri, M.; Amirkolaie, A.K. and Yeganeh, S., 2013.** The effects of Spirulina platensis meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 396, pp: 14-19.

۳۲. **Tokur, S.; Ozkütük, E.; Atici, G.; Ozyurt, C.E. and Ozyur, E., 2006.** The effects of frozen storage at −18°C on the chemical and sensory qualities of fish fingers produced from unwashed and washed mirror carp (*Cyprinus carpio*) mince were investigated. The amounts of moisture, crude protein, lipid, crude ash, ω3 polyunsaturated. Food Chemistry. Vol. 151, pp: 55-70.

۳۳. **Tongsiri, K.A. and Yuwadee, P., 2010.** Effect of Replacing Fishmeal with Spirulina on Growth, Carcass Composition and pigment of the Mekong Giant Catfish. Asian Journal of Agricultural Sciences. Vol. 2, pp: 106-110.

۳۴. **Velíšek, J.; Svobodová, Z. and Piačková, V., 2005b**. Effects of clove oil anesthesia on Rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss*). Acta Veterinaria Brno. Vol. 74, pp: 139-146.

۳۵. **Velíšek, J.; Svobodová, Z.; Piačková, v.; Groch, L. and Nepejchalova, L., 2005a.** Effects of clove oil anesthesia on common carp (*Cyprinus carpio L.).* Veterinaria Medicine. Vol. 50, pp: 269-275.

۳۶. **Volkman, H.; Imianovsky, U.; Oliveira, J.L.B. and Santanna, E.S., 2008.** Cultivation of arthrospira (*Spirulina platensis)* in desalinator wastewater and salinated synthetic medium: protein content and amino-acid profile. Braz. J. Microbiol. Vol. 39, pp: 98-101.