مقایسه اثر تجویز خوراکی آویشن شیرازی و ویتامین E بر بهبود شاخص‌های رشد و سلامت بچه‌ماهیان کپورمعمولی قرار گرفته در معرض فلز سنگین کادمیوم

- **مریم سپیدنامه:** گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: ۱۵۱-۶۳۶۱۵
- **محمد محیسنی*:** گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: ۱۵۱-۶۳۶۱۵
- **دارا باقری:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، صندوق پستی: ۷۵۱۶۹۱۳۸۱۷
- **مهدی بنایی:** گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: ۱۵۱-۶۳۶۱۵
- **بهزاد نعمت‌دوست‌حقی:** گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: ۱۵۱-۶۳۶۱۵

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۵

چکیده

هدف از این بررسی ارزیابی مقایسه‌ای استفاده از آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss) و ویتامین E در جیره‌غذایی ماهی کپورمعمولی در مواجهه با فلز سنگین کادمیوم می‌باشد. تعداد ۲۲۵ قطعه ماهی کپور (۳±۳۴ گرم) به پنج گروه تقسیم شدند: بچه‌ماهیان گروه اول (شاهد) و دوم (بدون افزودنی) با استفاده از جیره‌غذایی استاندارد کپور، گروه سوم با جیره‌غذایی حاوی ۱ درصد پودر آویشن شیرازی، گروه چهارم با جیره حاوی میزان اضافی ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E و گروه پنجم از تلفیق آویشن و ویتامین E با سطوح مشابه تیمارهای قبلی به‌مدت ۴۵ روز تغذیه شدند. سپس بچه‌ماهیان در معرض غلظت زیرکشنده کادمیوم (۱/۵ میلی‌گرم در لیتر) قرار گرفته و شاخص‌های رشد و سلامت در تمامی گروه‌ها در روزهای ۳، ۷، ۱۰ و ۱۵ اندازه‌گیری شد. شاخص‌های کبدی، احشایی و صفراوی در گروه‌های دریافت‌کننده آویشن بهبود معنی‌داری نشان داد. درصد وزن به‌دست آمده، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، بازده تاثیر غذایی و نرخ موثر جذب پروتیین نیز در گروه‌های دریافت کننده آویشن بهبود یافت ($p<0/05$). بر مبنای نتایج این پژوهش، استفاده از گیاه آویشن در جیره غذایی ماهی کپورمعمولی موجب جلوگیری از بروز اثرات منفی ناشی از مواجهه با کادمیوم گشته و بهبود شاخص‌های مختلف رشد و سلامت در این ماهی را به‌دنبال داشت. مقایسه اثر بهبودی آویشن و ویتامین E نیز موید اثر حفاظتی بیش‌تر آویشن نسبت به ویتامین E بر رشد و سلامت ماهی بود.

کلمات کلیدی: آویشن شیرازی، کادمیوم، رشد، کپور معمولی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Mohiseni@ut.ac.ir

مقدمه

هدف اصلی آبزی‌پروری را می‌توان تولید ماهی در کوتاه‌ترین زمان با کم‌ترین هزینه تلقی کرد که جز با افزایش حداکثری سرعت و بازده رشد به‌صورت هم‌زمان تحقق نپذیرفته و لازمه آن پرهیز از مواجهه حیوان با تنش‌های محیطی است (غفاری و همکاران، ۱۳۹۲). وجود مواد مغذی از جمله ویتامین‌ها و موادمعدنی در جیره‌های غذایی جهت ارتقاء رشد، بهبود وضعیت پروتئین بدن ماهیان و حفظ سلامت مطلوب ضروری می‌باشد. نگه‌داری در شرایط پرورشی و با تراکم بالا، وجود منابع مختلف استرس در محیط زیست ماهی را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. آلودگی‌های زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین منابع بروز استرس در آبزیان می‌باشند. منبع عمده ورود این آلاینده‌ها به آب‌های طبیعی، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی بوده و از این طریق علاوه بر بروز مسمومیت در آبزیان وحشی، سلامت آبزیان پرورشی را که از چنین منابعی برای پرورش آن‌ها استفاده می‌شود، به مخاطره می‌اندازند. انواع مواد صنعتی، کشاورزی، شیمیایی و فلزات سنگین وارد شده به محیط‌های آبی افزایش یافته و توسط بافت‌های بی‌مهرگان و مهره‌داران جذب می‌شوند. آلودگی آبزیان عامل عمده استرس اکسیداسیونی در ماهی و سخت‌پوستان است (Barim و Karatepe، ۲۰۱۰). فلز سنگین کادمیوم جز مهم‌ترین فلزات از منظر سم‌شناسی محیطی بوده و محدوده وسیعی از اثرات آسیب‌شناسی را در ماهیان و سایر آبزیان ایجاد می‌کنند. کادمیوم در ماهیان موجب تغییر رشد، تجمع در اندام‌های حیاتی، تغییر شاخص‌های خونی، آسیب غده بین‌کلیوی و اختلال در تنظیم اسمزی می‌شود (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۰).

استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی در جیره‌غذایی آبزیان پرورشی می‌تواند نقش بسیار مهمی در ارتقا سلامت فیزیولوژیک آن‌ها در محیط پرورش ایفا نماید. ویتامین‌ها ترکیبات آلی هستند که عمدتاً از طریق رژیم‌غذایی به‌دست می‌آیند. ویتامین‌های E، A وC از جمله ویتامین‌هایی هستند که به‌عنوان عوامل آنتی‌اکسیدانی شناخته شده‌اند (EL-Demerdash و همکاران، ۲۰۰۴). مطالعات نشان داده است که این ویتامین‌ها باعث مهار رادیکال‌های آزاد شده و می‌توانند اثرات سمیت ناشی از آلاینده‌ها را بهبود بخشند (Montero و همکاران، ۲۰۰۱). مصرف آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی مانند برخی از ویتامین‌ها توانایی بدن را در حذف رادیکال‌های آزاد بالا می‌برند. امروزه شاهد گسترش روز افزون تحقیقات در زمینه گیاهان دارویی بوده و روز به روز عرضه داروهای جدید گیاهی ابعاد گسترده‌تری می‌یابد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۸). گیاهان منابع بی‌ضرر برای به‌دست آوردن آنتی اکسیدان‌های طبیعی هستند (Yanishlieva و همکاران، ۱۹۹۹). استفاده از گیاهان چند مزیت عمده بر مواد شیمیایی دارد که حایز اهمیت است. ارزان بودن، عدم ایجاد عوارض جانبی برای ماهی، انسان و محیط‌زیست مشوقی برای مصرف آن‌ها در پرورش ماهی است. اکثر داروهای شیمیایی که امروزه مصرف می‌شوند اثر سویی بر روی ماهی، انسان و محیط‌زیست برجای می‌گذارند. یکی از این گیاهان آویشن می‌باشد که از خاصیت آنتی‌اکسیدانی ویژه‌ای به‌دلیل حضور ترکیبات فنلی نظیر تیمول و کارواکرول برخوردار است (El-Nekeety و همکاران، ۲۰۱۱). آویشن یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که از دیرباز به‌طور سنتی جهت درمان و هم‌چنین به‌عنوان افزودنی غذایی مورد استفاده قرار گرفته است (Sajed و همکاران، ۲۰۰۹). این گیاه که متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) با طعم و عطر شیرین و تند و گرم است، در آشپزی به‌عنوان چاشنی و در پزشکی جهت درمان برخی از بیماری‌ها (نفخ روده، سردرد حاد و مزمن، زخم معده، عفونت‌های روده‌ای، بی‌اشتهایی، اسهال) استفاده می‌شود (Dabija و همکاران، ۲۰۱۱). *Zataria multiflora* Boiss با نام فارسی آویشن شیرازی تنها در مناطق گرم ایران، افغانستان و پاکستان کشت و رشد می‌کند (Fazeli و همکاران، ۲۰۰۷). از این گیاه در طب سنتی استفاده‌های زیادی می‌شود. از موارد استفاده آن می‌توان به طعم دهندگی، حفظ موادغذایی، درمان تنفسی، ضداسپاسم، بی‌هوشی، ضد درد، فعالیت ضدباکتریایی و ضدقارچی نیز اشاره کرد. کارواکرول، تیمول، لینالول و پاراسیمن به‌ترتیب ۲، ۲۵، ۶۱ و ۲ درصد از اسانس حاصل از نمونه خشک گیاه را تشکیل می‌دهند. تیمول و کارواکرول اجزاء اصلی ترکیبات فنلی و پاراسیمن جزء اصلی ترکیبات غیرفنلی اسانس آویشن شیرازی می‌باشند (Gandomi و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش‌های علمی موجود نشان می‌دهند که استفاده از آویشن در جیره‌غذایی ماکیان می‌تواند موجب بهبود عملکرد رشد و شرایط فیزیولوژیکی، افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضریب تبدیل غذایی شود (Sajed و همکاران، ۲۰۱۵; Souri و همکاران، ۲۰۱۳). آویشن دارای فعالیت‌های متعدد بیولوژیکی ضداسپاسم، ضدمیکروبی، آنتی اکسیدان و ضدقارچی می‌باشد. آویشن موجب بهبود فعالیت‌های آنتی اکسیدانی، رشد، ضریب تبدیل‌غذایی، شرایط فیزیولوژیکی و افزایش نسبت بازده پروتئین نیز می‌شود (Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۳؛ Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۲؛ El-Demerdash و همکاران، ۲۰۰۴).

استفاده از داروهای گیاهی در آبزی‌پروری مسئله جدیدی است و از این‌رو جنبه‌های مختلف استفاده از این ترکیبات در جیره غذایی

آبزیان نیازمند مطالعات بیش‌تری است. داروهای گیاهی دارای خواص مثبت و قابل ملاحظه‌ای (نظیر القاء سیستم ایمنی، افزایش اشتها و رشد ماهی، افزایش توان دفاع آنتی‌اکسیدانی سلول و بهبود هضم و جذب مواد غذایی) بوده و از این رو استفاده از آن‌ها در پرورش آبزیان می‌تواند با ارتقاء سلامت آبزی، موجب افزایش بهره‌وری تولید گردد. از سوی دیگر گیاهان دارویی علاوه بر طبیعی بودن و نداشتن مضرات زیست محیطی، از نظر اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه می‌باشند (کاظمی‌پور و همکاران، ۱۳۸۴). از این رو در این مطالعه تاثیر استفاده از آویشن شیرازی در جیره‌غذایی ماهی کپورمعمولی بر بهبود پارامترهای رشد (به‌عنوان شاخصی از توان بازیابی فیزیولوژیک ماهی در شرایط استرس) این ماهی در مقابل اثرات مضر فلز سنگین کادمیوم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آذر تا اسفندماه ۱۳۹۳ در کارگاه تکثیر و پرورش دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان انجام شد. تعداد ۲۲۵ قطعه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۳±۳۴ گرم و میانگین طولی ۰/۴±۱۳/۶ سانتی‌متر از کارگاه تکثیر و پرورش ماهی پرشیان (اهواز) تهیه شد و به‌مدت دو هفته جهت سازگاری در مخازن ۱۰۰۰ لیتری نگه‌داری شدند. طی مدت سازگاری بچه‌ماهیان به‌میزان ۳ درصد وزن بدن و با استفاده از جیره‌غذایی استاندارد ماهی کپور (کارخانه نقشین کرمانشاه) تغذیه شدند (Montero و همکاران، ۲۰۰۱). سپس بچه‌ماهیان به پنج گروه (با سه تکرار) تقسیم شده و با تراکم ۱۵ عدد در ۱۵ مخزن ۱۰۰ لیتری انتقال داده شدند. گروه‌های مختلف ابتدا طی یک دوره ۴۵ روزه به شکل ذیل مورد تغذیه قرار گرفتند:

بچه ماهیان گروه اول (شاهد) و دوم (گروه بدون افزودنی) در بخش ابتدایی دوره آزمایشی (۴۵ روز) با استفاده از جیره غذایی استاندارد ماهی کپور تغذیه شدند. بچه‌ماهیان گروه سوم (گروه آویشن) با جیره غذایی حاوی ۱درصد پودر آویشن شیرازی (Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۲)، گروه چهارم (گروه ویتامین E) با جیره استاندارد حاوی مقدار اضافی ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از وزن خشک جیره ویتامین E (Ortuno و همکاران، ۲۰۰۱؛ Kaushik، ۱۹۹۵) و در خصوص بچه‌ماهیان گروه پنجم (گروه مکمل) از تلفیق مکمل‌های آویشن (یک درصد وزن خشک جیره) و ویتامین E (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از وزن خشک جیره) جهت تغذیه استفاده شد. جهت آماده‌سازی جیره‌های غذایی آزمایشی در گروه‌های سوم، چهارم و پنجم از جیره غذایی استاندارد کپور استفاده شد. میزان مورد نظر از پودر آویشن شیرازی (۱ درصد) و ویتامین E (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از وزن خشک جیره) با خوراک آسیاب شده کپور مخلوط شده و توسط چرخ گوشت به پلت با قطر تقریبی ۳ میلی‌متر تبدیل می‌شوند. پلت حاصله در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۲۴ ساعت خشک (رطوبت تقریبی ۱۰ درصد) و سپس تا زمان استفاده در فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) نگه‌داری شد (Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۲).

میزان غذادهی در هر پنج گروه ذکر شده در طول دوران ابتدایی آزمایش (۴۵ روز) ۳٪ وزن بدن و در دو نوبت صبح و عصر در اختیار ماهیان قرار گرفت. پس از اتمام دوره ۴۵ روزه، ابتدا نمونه‌برداری و زیست‌سنجی از ماهیان گروه‌های مختلف انجام شده، سپس به‌غیر از گروه شاهد، سایر گروه‌های دیگر به‌مدت ۱۵ روز در معرض غلظت زیرکشنده (۰/۱ غلظت LC۵۰) فلز سنگین کادمیوم (۱/۵ میلی‌گرم در لیتر) قرار گرفتند (Vinodhini و Naryanan ، ۲۰۰۹). تغذیه در تمامی گروه‌های آزمایشی به همراه گروه شاهد به شکلی که پیش از این ذکر شد تا اتمام کل آزمایش ادامه یافت. در طول دوره سازگاری و هم‌چنین دوره آزمایشی، بچه‌ماهیان در شرایط مناسب محیطی نگه‌داری شده و میزان تعویض آب روزانه حدود ۳۰ درصد در نظر گرفته شد. جهت سنجش پارامترهای رشد در روزهای ۰، ۳، ۷، ۱۰، ۱۵ تعداد دو عدد ماهی از هر مخزن به‌صورت تصادفی گرفته و قطع نخاع شده و هر ماهی پس از توزین و اندازه گیری طول استاندارد کشته و تشریح شده و امعاء و احشاء (قلب، کلیه، کبد، روده، کیسه صفرا، کبد) هرکدام جداگانه وزن‌کشی شدند. زیست‌سنجی ماهیان در روزهای ۳، ۷، ۱۰، ۱۵ در طول دوره انجام گرفت. در روزهای ۳ و ۱۰ پس از تنش با فلز سنگین، شاخص کبدی (HSI[۱])، شاخص احشایی (VSI[۲])، شاخص صفراوی (BSI[۳])، شاخص سیری (ISI[۴])، شاخص طحال (SSI[۵]) و فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی (CF[۶]) و در روزهای ۷ و ۱۵ علاوه بر شاخص‌های یاد شده درصد وزن به‌دست آمده (WG%[۷])، ضریب تبدیل غذایی (FCR[۸])، نرخ رشد ویژه (SGR[۹])، بازده

[۱] Hepatosomatic Index
[۲] Viscerosomatic Index
[۳] Bile somatic Index
[۴] Intetine somatic Index
[۵] Spleen somatic Index
[۶] Condition Factor
[۷] Weight Gain
[۸] Feed Conversion Ratio
[۹] Specific Growth Rate

تاثیرغذایی (FCE[10]) و نرخ موثر جذب پروتئین (PER[11]) نیز سنجش و اندازه‌گیری شدند. سنجش شاخص‌های یاد شده مطابق با روابط ذیل انجام شد (Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۲؛ Zaki و همکاران، ۲۰۱۲؛ Xie و همکاران، ۲۰۰۸):

۱۰۰× وزن اولیه/ (وزن اولیه – وزن پایانی) = درصد افزایش وزن

(طول کل بر حسب سانتی‌متر)[3] / وزن (گرم) = ضریب چاقی

۱۰۰×طول دوره پرورش/وزن ابتدای دوره Ln-وزن انتهای دوره Ln=نرخ رشدویژه

افزایش وزن / مقدار غذای مصرف شده = ضریب تبدیل غذایی

۱۰۰× مقدار وزن بدن / میانگین وزن کبد = شاخص کبدی

۱۰۰×میزان پروتئین جیره غذایی/افزایش وزن بدن=نرخ موثر جذب پروتئین

۱۰۰۰۰× وزن ماهی (گرم)/وزن محتویات روده(گرم) = شاخص سیری

۱۰۰× وزن بدن / وزن طحال = شاخص طحال

۱۰۰× وزن بدن / وزن کیسه صفرا = شاخص صفراوی

۱۰۰×وزن خشک غذای مصرف شده/وزن به‌دست آمده=بازده تاثیرغذای

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، جهت آنالیز داده‌های به‌دست آمده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) انجام شد.

نتایج

تمامی جیره‌های غذایی در طول آزمایش توسط ماهیان پذیرفته شده و تلفات قابل ملاحظه‌ای دیده نشد. جدول‌های ۱ تا ۴ مقایسه تغییرات شاخص‌های رشد میان تیمارهای آزمایشی طی روزهای مختلف مورد بررسی را نشان می‌دهند. مطابق با نتایج به‌دست آمده تنها شاخص سیری در روز سوم در گروه مکمل به شکل معنی‌داری کم‌تر از گروه‌های شاهد و آویشن بوده و در ارتباط با سایر پارامترهای مورد بررسی در این روز اختلافی دیده نشد (جدول ۱).

جدول ۱: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز سوم

تیمار	شاهد	بدون افزودنی	آویشن	ویتامین E	مکمل
شاخص کبدی	۲/۹۳ ± ۰/۲۳^{a}	۳/۲۷± ۰/۲۶^{a}	۳ ± ۰/۰۸^{a}	۲/۷۹ ±۰/۲۷^{a}	۲/۶۵±۰/۲۶^{a}
شاخص احشایی	۱۲/۸۶ ± ۰/۷۹^{a}	۱۳/۳ ± ۰/۵۳^{a}	۱۳/۲۶ ± ۱/۰۸^{a}	۱۲/۲ ± ۰/۷۲^{a}	۱۱/۱۳ ± ۰/۴۵^{a}
شاخص صفراوی	۰/۱±۰/۰۱^{a}	۰/۱۱±۰/۰۲^{a}	۰/۲۱±۰/۰۶^{b}	۰/۰۸±۰/۰۰^{a}	۰/۱۲±۰/۰۱^{a}
شاخص طحال	۰/۲۳ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۲۶ ±۰/۰۶^{a}	۰/۱۹ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۲ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۴ ± ۰/۱۹^{a}
فاکتور وضعیت	۲/۰۹ ± ۰/۱۶^{a}	۲/۱ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۰۷ ± ۰/۱۱^{a}	۲/۰۸ ± ۰/۱^{a}	۲/۰۳ ± ۰/۰۷^{a}
شاخص سیری	۷/۲ ± ۰/۵۶^{b}	۶/۸ ± ۰/۳۵^{ab}	۷/۳ ± ۰/۹۳^{b}	۶/۹۴ ± ۰/۴۲^{ab}	۵/۲۵ ± ۰/۴۶^{a}

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست (p<۰/۰۵).

نرخ موثر جذب پروتئین، بازده تاثیر غذایی، درصد وزن به‌دست آمده و نرخ رشد ویژه در روز هفتم برای گروه بدون افزودنی نسبت به سایر گروه‌ها کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۲). هم‌چنین فاکتور وضعیت در گروه آویشن نسبت به گروه بدون افزودنی به شکل معنی‌داری بیش‌تر بود (p<۰/۰۵). سایر عوامل مورد بررسی اختلافی را بین گروه‌های آزمایشی نشان نداد.

جدول ۲: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز هفتم

تیمار	شاهد	بدون افزودنی	آویشن	ویتامین E	مکمل
شاخص کبدی	۲/۸۸ ± ۰/۳۴^{a}	۲/۸۳ ±۰/۱۴^{a}	۳/۲۴ ±۰/۲۶^{a}	۳/۰۸ ±۰/۲۳^{a}	۲/۶۱ ±۰/۱۸^{a}
شاخص احشایی	۱۲/۶±۰/۵۸^{a}	۱۲/۲۳ ± ۰/۸^{a}	۱۳/۱۵ ± ۰/۷۳^{a}	۱۲/۵۸ ± ۰/۵۴^{a}	۱۱/۰۸ ± ۰/۹۱^{a}
شاخص صفراوی	۰/۰۹±۰/۰۱^{a}	۰/۱۳±۰/۰۳^{ab}	۰/۱۱±۰/۰۳^{a}	۰/۱۲±۰/۰۲^{ab}	۰/۱۹±۰/۰۱^{b}
شاخص طحال	۰/۲۲ ±۰/۰۳^{a}	۰/۴۴±۰/۱۴^{a}	۰/۲۱ ±۰/۰۱^{a}	۰/۲۳ ±۰/۰۲^{a}	۰/۳ ±۰/۰۸^{a}
شاخص سیری	۵/۸۹ ±۰/۶۵^{a}	۶/۰۲ ± ۰/۸۵^{a}	۷ ±۰/۶۶^{a}	۶/۸۹ ± ۰/۳۴^{a}	۵/۶۸ ±۰/۹۲^{a}
درصد وزن به‌دست آمده	۳/۰۵ ±۱/۲۵^{b}	-۲/۲۸ ±۰/۶۲^{a}	۳/۵۳ ±۲/۶^{b}	۴/۱۴ ±۰/۶۶^{b}	۲/۹۴ ±۱/۶۷^{b}
فاکتور وضعیت	۲/۱۴ ±۰/۰۸^{ab}	۱/۹۱ ± ۰/۱۳^{a}	۲/۱۷ ±۰/۰۶^{b}	۲/۱۶ ±۰/۰۲^{ab}	۲/۱۳ ±۰/۰۶^{ab}
ضریب تبدیل غذایی	۴/۵۵ ± ۱/۲۳^{a}	۵/۰۲ ±۱/۱^{a}	۱/۵۲ ±۳/۳۲^{a}	۲/۸ ±۰/۳۲^{a}	۷/۲۷ ±۹/۳۴^{a}
نرخ رشد ویژه	۰/۴۳ ±۰/۱۷^{b}	-۰/۳۳ ±۰/۰۹^{a}	۰/۴۹ ± ۰/۳۶^{b}	۰/۵۸ ± ۰/۰۹^{b}	۰/۴۱ ± ۰/۲۳^{b}
بازده تاثیر غذایی	۲۳/۵ ± ۲۲/۲۳^{b}	-۲۲/۷ ±۶/۳۷ ^{a}	۳۳/۵ ± ۲۳/۲^{b}	۳۶/۷۸ ± ۴/۵۶^{b}	۳۱/۲۱±۱۷/۶۹^{b}
نرخ موثر جذب پروتیین	۰/۶ ±۰/۲۲^{b}	-۰/۵±۰/۱۴^{a}	۰/۷۴ ±۰/۵۱^{b}	۰/۸۲ ±۰/۱^{b}	۰/۶۹ ±۰/۳۹^{b}

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست (p<۰/۰۵).

[10] Feed Conversion Efficiency

[11] Protein Efficiency Ratio

در روز دهم (جدول ۳) شاخص احشایی برای تیمار بدون افزودنی کم‌ترین و برای تیمار آویشن بالاترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (p<۰/۰۵). شاخص کبدی در گروه‌های ویتامین E و مکمل به شکل معنی‌داری بیش از گروه کنترل بوده اما تیمار آویشن تفاوتی نسبت به گروه کنترل نشان نداد (p<۰/۰۵). فاکتور وضعیت، شاخص‌های سیری، طحال و صفراوی اختلافی را نشان ندادند.

جدول ۳: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز دهم

تیمار	شاهد	بدون افزودنی	آویشن	ویتامین E	مکمل
شاخص کبدی	۲/۱ ±۰/۳۳^{a}	۲/۵۱ ±۰/۳۲^{ab}	۲/۹۱ ±۰/۱۹^{ab}	۲/۹۴ ±۰/۲۴^{b}	۳/۰۴ ±۰/۲۱^{b}
شاخص احشایی	۱۱/۴۹ ±۰/۳۱^{ab}	۱۰/۸۵±۰/۴۸^{a}	۱۲/۳۵ ±۰/۳۹^{b}	۱۲/۱۶ ±۰/۱۳^{b}	۱۲/۰۶ ±۰/۴۱^{b}
شاخص صفراوی	۰/۱۳ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۱۱±۰/۰۱^{a}	۰/۱ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۱۱ ±۰/۰۲^{a}	۰/۱۲ ± ۰/۰۲^{a}
شاخص طحال	۰/۳±۰/۰۴^{a}	۰/۲۷ ±۰/۰۶^{a}	۰/۱۹±۰/۰۲^{a}	۰/۴۸ ±۰/۱۹^{a}	۰/۲۳ ±۰/۰۳^{a}
شاخص سیری	۶/۳۲ ±۰/۵۲^{a}	۵/۸ ±۰/۲۹^{a}	۶/۹۹ ±۰/۲۵^{a}	۵/۸۸ ±۰/۲^{a}	۵/۸۶ ±۰/۵۷^{a}
فاکتور وضعیت	۲/۰۶ ±۰/۰۳^{a}	۲/۰۶ ±۰/۱۴^{a}	۱/۸ ±۰/۰۹^{a}	۲/۱۶ ±۰/۲۱^{a}	۲/۱۶ ±۰/۰۸^{a}

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست (p<۰/۰۵).

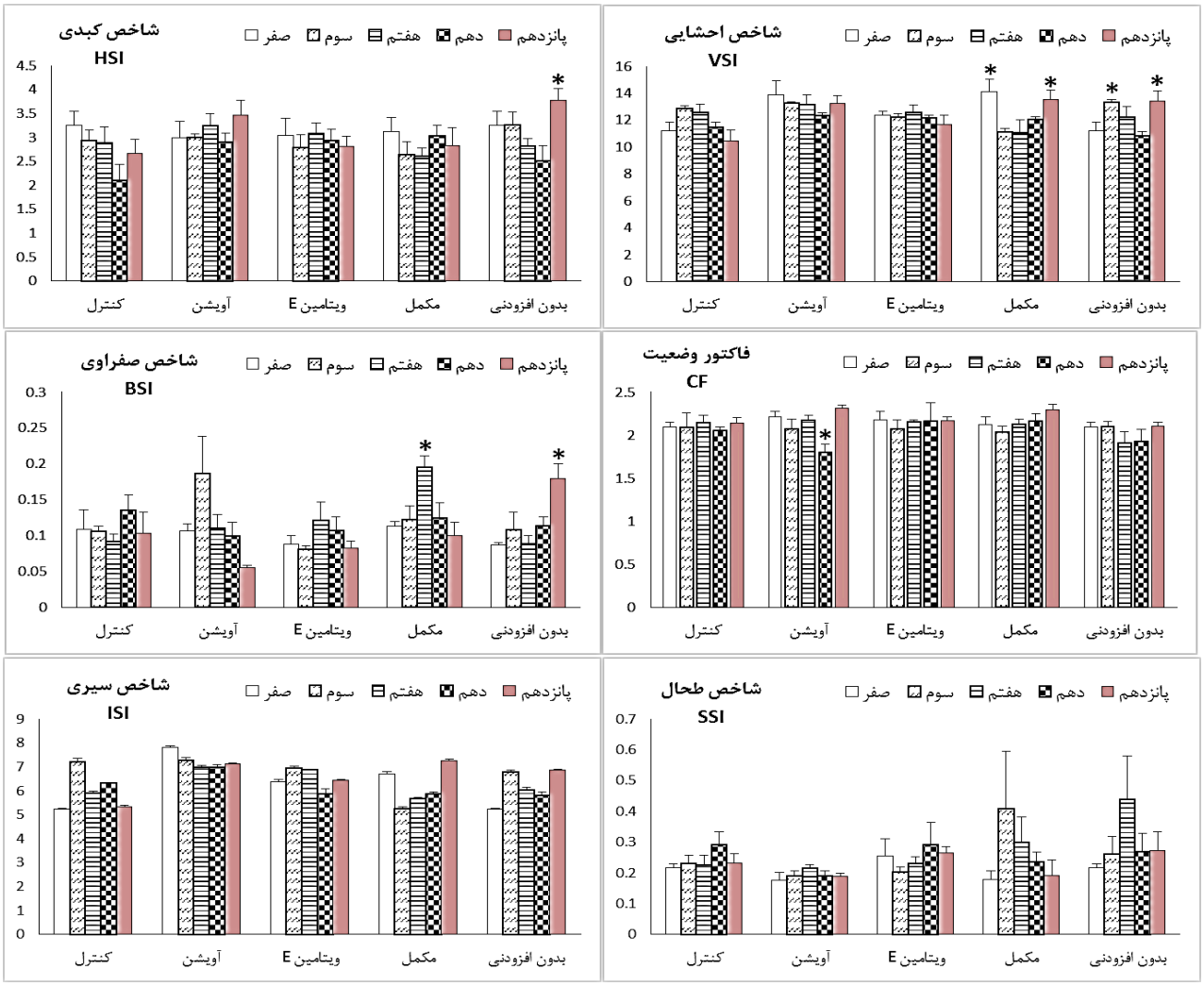
در روز پانزدهم، بچه‌ماهیان تغذیه شده با آویشن بالاترین درصد وزن به‌دست آمده، بالاترین فاکتور وضعیت، بیش‌ترین نرخ رشد ویژه و بالاترین بازده تاثیر غذایی را نسبت به سایر گروه‌ها داشته به‌طوری‌که نسبت به تیمارهای ویتامینE و مکمل وضعیت بسیار مطلوب‌تری را در شاخص‌های یاد شده نشان دادند (جدول ۴). هم‌چنین کم‌ترین میزان شاخص صفراوی در تیمار آویشن و بالاترین میزان آن در تیمار بدون افزودنی مشاهده شد. تیمار بدون افزودنی نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی کم‌ترین نرخ موثر جذب پروتئین را داشت و تیمار آویشن افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار مکمل و ویتامینE از نظر نرخ موثر جذب پروتئین داشت. با این‌که در ارتباط با شاخص سیری بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما تیمار آویشن و مکمل بیش‌ترین میزان را از نظر این شاخص نسبت به سایر تیمارها از خود نشان دادند. بهترین ضریب تبدیل غذایی را تیمار تغذیه شده با آویشن داشت که با تیمار بدون افزودنی اختلاف معنی‌دار داشته و نسبت به تیمار مکمل و ویتامینE به مقدار قابل توجه کاهش یافته بود. در بین تیمارهای آزمایشی، شاخص کبدی تیمار بدون افزودنی‌نسبت‌به تیمارهای دیگر افزایش معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵)، اما در بین تیمارهای آزمایشی دیگر اختلافی دیده نشد.

جدول ۴: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز پانزدهم

تیمار	شاهد	بدون افزودنی	آویشن	Eویتامین	مکمل
شاخص کبدی	۲/۶۶ ±۰/۲۹^{a}	۳/۷۸ ±۰/۲۴^{b}	۳/۴۶ ± ۰/۳۲^{ab}	۲/۸۱ ±۰/۲۲^{a}	۲/۸۳ ±۰/۳۷^{a}
شاخص احشایی	۱۰/۴۶ ±۰/۸۳^{a}	۱۳/۳۹ ±۰/۷۷^{b}	۱۳/۲۲ ±۰/۵۹^{b}	۱۱/۶۸ ±۰/۷۱^{ab}	۱۳/۵۴ ±۰/۶۷^{b}
شاخص صفراوی	۰/۰۸ ±۰/۰۱^{b}	۰/۱۸ ±۰/۰۳^{a}	۰/۰۵ ±۰/۰۰^{c}	۰/۰۸ ±۰/۰۱^{b}	۰/۱±۰/۰۲^{b}
شاخص طحال	۰/۲۳ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۲۷ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۱۹ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۲۶ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۱۹ ± ۰/۰۵^{a}
شاخص سیری	۵/۳۲±۰/۶۵^{a}	۶/۸۵ ± ۰/۵۷^{a}	۷/۱۲ ± ۰/۵^{a}	۶/۴۴ ± ۰/۶۲^{a}	۷/۲۵ ± ۰/۸^{a}
درصد وزن به‌دست آمده	۲/۱ ±۱/۳^{b}	۰/۰۲ ±۰/۵۱^{a}	۴/۳۴ ± ۰/۳۱^{c}	۲/۲۵ ± ۰/۶۲^{b}	۲/۲۵ ± ۰/۲۱^{b}
فاکتور وضعیت	۲/۱۴ ± ۰/۰۶^{ab}	۲/۱۰ ±۰/۰۴^{a}	۲/۳۱ ± ۰/۰۴^{c}	۲/۱۸ ±۰/۰۵^{ab}	۲/۳ ±۰/۰۶^{bc}
ضریب تبدیل غذایی	۱۲/۳۸ ± ۶/۴۶^{ab}	۳۵/۹۲± ۱/۳۳^{b}	۳/۲۹± ۰/۱۹^{a}	۷/۶۹ ± ۲/۵۳^{ab}	۶/۲۵ ± ۰/۶۸^{ab}
نرخ رشد ویژه	۰/۲۶ ± ۰/۱۲^{b}	۰/۰۰ ± ۰/۰۶^{a}	۰/۵۳ ± ۰/۰۴^{c}	۰/۲۸ ± ۰/۰۷^{b}	۰/۲۸ ± ۰/۰۳^{b}
بازده تاثیر غذایی	۱۴/۲۱± ۶/۶۶^{b}	۰/۱۶ ± ۳/۶۲^{a}	۳۰/۵۸ ± ۱/۹۱^{c}	۱۵/۶۹ ± ۴/۱۷^{b}	۱۶/۳۷ ± ۱/۶۹^{b}
نرخ موثر جذب پروتیین	۰/۳۱ ± ۰/۱۵^{b}	۰/۰۳ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۶۸ ± ۰/۰۴^{b}	۰/۳۵ ± ۰/۰۹^{b}	۰/۳۶ ± ۰/۰۴^{b}

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست (p<۰/۰۵).

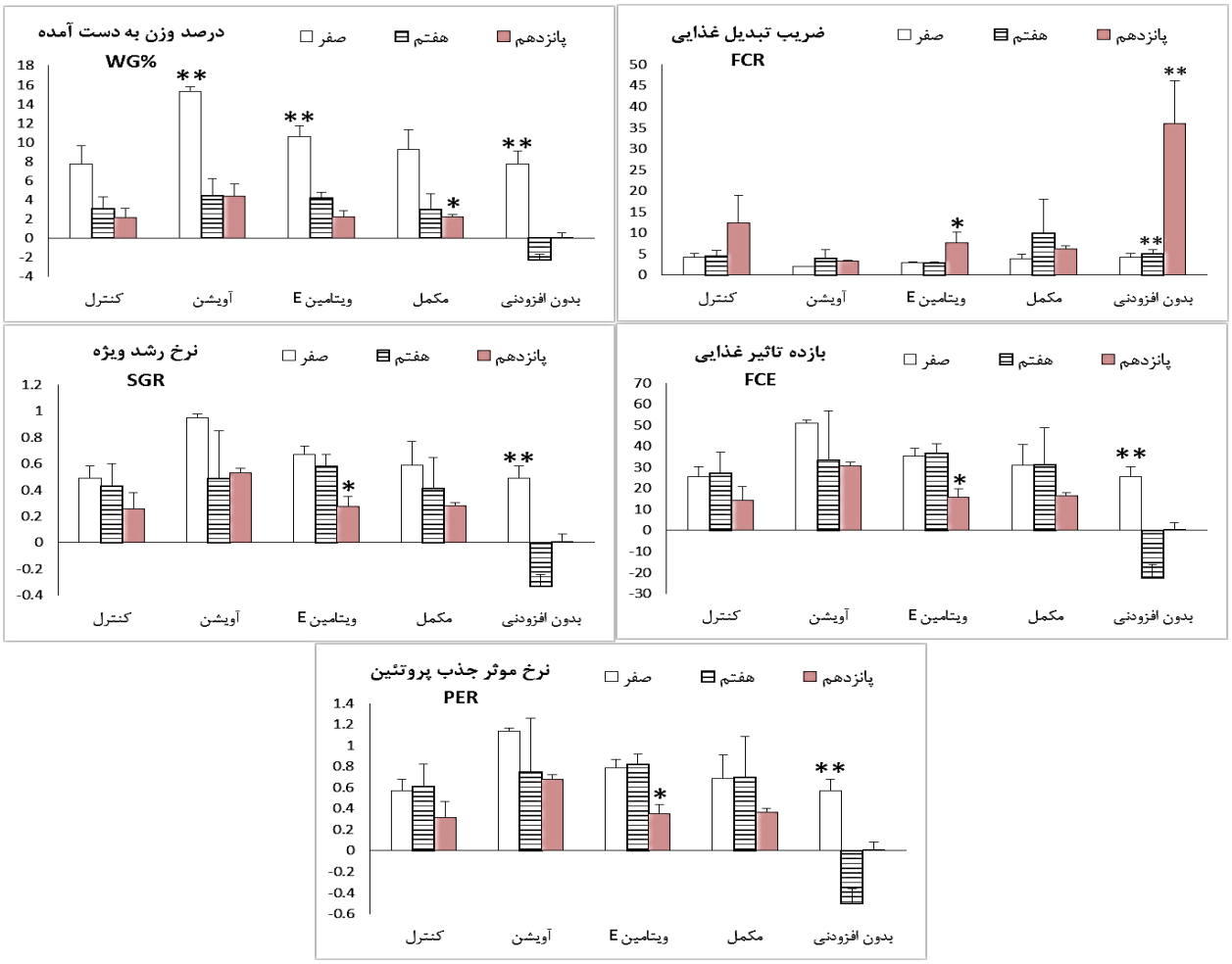
شکل ۱ روند تغییرات پارامترهای مختلف سلامت مورد بررسی را در هر یک از گروه‌های آزمایشی طی روزهای مختلف زیست‌سنجی را نشان می‌دهد. شاخص کبدی در گروه بدون افزودنی در روز پانزدهم به شکل معنی‌داری افزایش یافت در سایر گروه‌های دیگر روند تغییرات درون گروهی مشابه گروه شاهد بوده و اختلافی بین روزها دیده نشد. درخصوص شاخص احشایی نیز گروه بدون افزودنی در روزهای سوم و پانزدهم افزایش معنی‌داری نسبت به روزهای دیگر نشان داد. در گروه مکمل نیز در روزهای سوم، هفتم و دهم کاهش معنی‌داری دیده شد. گروه بدون افزودنی در مورد شاخص صفراوی افزایش معنی‌داری را در روز پانزدهم بررسی نشان داد و در گروه مکمل نیز تنها در روز هفتم افزایش دیده شده و سپس تا انتهای آزمایش میزان این شاخص به سطح پایه بازگشت. در سایر گروه‌ها اختلافی دیده نشد. درخصوص ضریب چاقی (فاکتور وضعیت) و شاخص‌های سیری و طحال در تمامی گروه‌ها اختلافی بین روزهای مختلف زیست‌سنجی ملاحظه نشد.



شکل ۱: مقایسه روند تغییرات شاخص‌های مختلف سلامت بچه‌ماهی کپور معمولی در هر گروه طی روزهای مختلف آزمایش

(*) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در هر گروه می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

درصد وزن به‌دست آمده در تمامی گروه‌های مورد بررسی (به‌جز شاهد) کاهش معنی‌داری را طی روزهای مختلف بررسی نشان داد و البته میزان این کاهش در گروه بدون افزودنی بسیار بیش‌تر بود (شکل ۲). ضریب تبدیل غذایی در گروه بدون افزودنی تا انتهای آزمایش به شکل مشخصی افزایش یافت ($p<۰/۰۱$). در گروه ویتامین E نیز افزایش ضریب تبدیل غذایی در روز انتهایی آزمایش دیده شد ($p<۰/۰۵$). در سایر گروه‌های دیگر روند تقریباً یکنواختی وجود داشته و اختلافی بین زمان‌های مختلف مورد بررسی دیده نشد. در ارتباط با نرخ رشد ویژه، بازده تاثیر غذایی و نرخ موثر جذب پروتئین روند کاملاً مشابهی دیده شد. در هر سه شاخص یاد شده، گروه بدون افزودنی کاهش کاملاً مشهودی را نسبت به روز صفر (قبل از شروع مواجهه با فلز سنگین) نشان داد ($p<۰/۰۱$). در گروه ویتامین E نیز در روز پانزدهم میزان این شاخص‌ها نسبت به روز صفر و هفتم کاهش معنی‌داری یافت. در سایر گروه‌های دیگر روند یکنواختی از نظر هر سه شاخص مورد بحث دیده شد ($p>۰/۰۵$).



شکل ۲: مقایسه روند تغییرات شاخص‌های مختلف رشد بچه ماهی کپور معمولی در هر گروه طی روزهای مختلف آزمایش

(*) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و (**) بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد در هر گروه می‌باشد.

بحث

افزودنی‌های گیاهی، ترکیباتی هستند که از گیاهان دارویی، چاشنی‌ها و هم‌چنین عصاره‌های گیاهی به‌دست می‌آیند. کارکردهای مختلفی از قبیل تحریک رشد، افزایش اشتها، مقابله با اثرات استرس، بهبود جذب پروتئین و هم‌چنین افزایش مقاومت به بیماری در خصوص این ترکیبات گزارش شده است (Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۴). نتایج حاصله از این مطالعه نیز نشان داد که افزودن پودر آویشن

شیرازی به جیره غذایی ماهی کپور معمولی نه تنها تاثیر منفی در رشد ماهی نداشت بلکه موجب بهبود شاخص‌های رشد ماهی کپور در مواجهه با فلز سنگین کادمیوم شد به گونه‌ای که علی‌رغم وجود استرس، در گروه‌های دریافت‌کننده آویشن برخی از پارامترهای رشد حتی از گروه شاهد نیز بهتر بود. همان‌گونه که نتایج این مطالعه نشان می‌دهند، در گروه بدون افزودنی از شروع مواجهه با فلز سنگین تا انتهای دوره بررسی اکثر پارامترهای رشد و سلامت رو به زوال گذاشته و تفاوت معنی‌داری را با گروه شاهد نشان می‌دهند. شاخص‌های هپاتوسوماتیک، صفراوی و احشایی در ماهیان این گروه در انتهای آزمایش به شکل معنی‌داری بیش از گروه شاهد بودند (جدول ۴). تغییر در شاخص‌های وضعیت ماهی گاهی اوقات نشان‌دهنده اثرات ناشی از مسمومیت می‌باشند (Mayer و همکاران، ۱۹۹۲). بنابراین افزایش در میزان شاخص کبدی در گروه بدون افزودنی می‌تواند به دلیل تغییرات متابولیکی باشد که در نتیجه اثرات مواجهه با فلزات سنگین به وقوع می‌پیوندد. روند تغییرات درون گروهی این شاخص در گروه بدون افزودنی به‌خوبی این مسئله را نشان می دهد. در واقع از روز صفر تا انتهای آزمایش (روز پانزدهم) میزان شاخص کبدی به شکل معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱). Stephensen و همکاران (۲۰۰۰)افزایش در میزان شاخص کبدی را در ماهی *Myoxocephalus scorpius* که از یک منطقه آلوده صید شده بود گزارش کردند. آن‌ها علت این امر را افزایش سنتز و ترشح آنزیم‌هایی دانستند که مسئول سم‌زدایی در کبد هستند. در گروه‌های دریافت‌کننده آویشن و ویتامین E تفاوتی در این شاخص دیده نشده (جدول ۱) و روند تغییرات شاخص کبدی تقریباً مشابه گروه شاهد بود (شکل ۱). بنابراین می‌توان دریافت که در بچه‌ماهیان دریافت‌کننده آویشن (هر دو گروه انفرادی و مکمل) همانند گروه دریافت‌کننده ویتامین E از اثرات مخرب فلز سنگین بر کبد جلوگیری شده است. استفاده از چند مخلوطی گیاه دارویی در ماهی فلاندر نیز توانسته موجب بهبود شاخص کبدی در مواجهه با شرایط استرسی گردد (Ji و همکاران، ۲۰۰۷). فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی در این بررسی اختلافی را بین گروه‌های مختلف آزمایشی با گروه شاهد نشان نداد. نتایج یک بررسی نشان داد که مواجهه ماهی باس‌دریایی با مخلوط فلزات سنگین تغییری را در ضریب چاقی در این ماهی ایجاد نکرده است (Deviller و همکاران، ۲۰۰۵).

نتایج این بررسی تفاوتی را در شاخص‌های سیری و طحال نشان نداد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که مواجهه با غلظت زیرکشنده کادمیوم تاثیری بر طحال (به‌ویژه در گروه بدون افزودنی) نداشته است. هم‌چنین علی‌رغم این‌که در تمامی زمان‌های بررسی در گروه‌های دریافت‌کننده آویشن میزان غذای مصرف‌شده از گروه بدون افزودنی و حتی از گروه شاهد نیز بیش‌تر است، اما تفاوت معنی‌داری در شاخص سیری مشاهده نشد. بنابراین می‌توان این‌گونه عنوان کرد که مواجهه با کادمیوم تاثیری بر میزان مصرف غذا در ماهیان گروه‌های مختلف آزمایشی نداشته است. اما بایستی به این نکته نیز توجه داشت که استفاده از آویشن در جیره‌غذایی این ماهی موجب افزایش اشتهای ماهی به دریافت غذا شده است. تغییرات شاخص احشایی نیز به‌خوبی این مسئله را نشان می‌دهد. در ماهیان دریافت‌کننده آویشن در روزهای دهم و پانزدهم به شکل معنی‌داری از گروه شاهد و هم‌چنین گروه بدون افزودنی (در روز دهم) بیش‌تر است (جدول‌های ۳ و ۴). بررسی‌ها نشان می‌دهند که ادویه‌جات تاثیر مطلوبی در فرایند هضم و جذب غذا داشته و به‌ویژه موجب تحریک ترشح صفرا و فعالیت آنزیم‌های پانکراس می‌شوند (Zaki و همکاران، ۲۰۱۲). پیکر رویشی آویشن حاوی اسانس است. از این‌رو دارای بویی مطبوع می‌باشد. این مسئله می‌تواند دریافت غذا توسط آبزیان را به شکل مثبتی تحت تاثیر قرار دهد (Fazeli و همکاران، ۲۰۰۷).

افزایش شاخص صفراوی در ماهیان گروه بدون افزودنی در روز پانزدهم مشاهده شد. تغییرات این شاخص نیز در گروه بدون افزودنی روند افزایشی را تا روز پانزدهم نشان می‌دهد. ماهی از مکانیسم‌های دفاعی متعددی جهت مقابله با فلزات سنگین برخوردار است. بخش قابل توجهی از سم‌زدایی مواد سمی از طریق کبد انجام شده و متابولیت‌های حاصل از آن از طریق ترشحات صفراوی و هم‌چنین روده دفع می‌گردد. درصورتی‌که غلظت ماده سمی و یا دوره مواجهه با عامل مسمومیت‌زا بیش از توان تحمل ماهی باشد، عوارض ناشی از مسمومیت نمود پیدا می‌کنند (Mokherjee و Jana، ۲۰۰۷). یکی از این اثرات آسیب وارده به مجاری صفراوی و انسداد آن می‌باشد. این امر موجب تجمع ترشحات صفراوی در کیسه صفرا شده و در نتیجه این امر شاخص صفراوی افزایش می‌یابد که از آن می‌توان به‌عنوان یک شاخص در ارزیابی سلامت ماهی استفاده نمود (Jung و همکاران، ۲۰۱۱؛ Evans و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به نتایج حاصل از این بررسی به‌نظر می‌رسد که افزودن آویشن و ویتامین E از بروز آسیب به صفرا ممانعت به‌عمل آورده است.

نتایج این بررسی نشان داد که افزودن آویشن به جیره غذایی پارامترهای رشد را در ماهی کپور قرار گرفته در مواجهه با کادمیوم بهبود بخشید. در این میان گروه انفرادی آویشن پاسخ‌های بسیار بهتری را نسبت به گروه مکمل نشان داد. درصد وزن به‌دست آمده، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، بازده غذایی و نرخ موثر جذب پروتیین در این گروه نسبت به گروه بدون افزودنی بهبود چشمگیری داشته و حتی در تمامی موارد یاد شده عملکرد بهتری را نسبت به گروه شاهد نشان داد. این مسئله نشان می‌دهد که وجود

آویشن در جیره غذایی توانسته اثرات مضر ناشی از مواجهه با کادمیوم را خنثی کرده و توان فیزیولوژیک ماهی را در مقابل استرس‌های محیطی افزایش دهد. در مقایسه با گروه ویتامین E نیز گروه آویشن پاسخ بهبودی بهتری را نشان داد. به‌طورکلی گیاهان دارویی با بهبود بهره‌وری سلول از چربی‌ها و اسیدهای چرب و هم‌چنین افزایش جذب و تجمع پروتیین موجبات بهبود رشد را فراهم می‌آورند (Xie و همکاران، ۲۰۰۸). گزارش‌های علمی نشان داده‌اند که گیاهان دارویی باعث تحریک ترشح آنزیم‌های پانکراسی که عوامل مهم در هضم و جذب مواد مغذی هستند، می‌شوند (Garcia و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چنین بررسی‌ها نشان می‌دهند که ادویه جات تاثیر مطلوبی در فرایند هضم و جذب غذا داشته و به‌ویژه موجب تحریک ترشح صفرا و فعالیت آنزیم‌های پانکراس می‌شوند (Zaki و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج یک بررسی نشان داد که استفاده توام از چند گیاه دارویی موجب بهبود استفاده از اسیدهای چرب موجود در جیره شده در ماهی فلاندر ژاپنی شده و توان فیزیولوژیک این ماهی را در مواجهه با شرایط استرسی بهبود بخشیده است (Ji و همکاران، ۲۰۰۷). روغن‌های ضروری موجود در ساختار گیاه آویشن شیرازی دارای ترکیبات آنتی اکسیدانی نظیر کارواکرول و تیمول بوده و در مطالعات متعددی بر خواص آنتی‌اکسیدانی قوی این گیاه تاکید شده است (Sajed و همکاران، ۲۰۱۳؛ Shahsavari و همکاران، ۲۰۰۸ Babaie و همکاران، ۲۰۰۷). وجود این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مقاومت موجود را در مقابل عوامل مسمومیت‌زا و هم‌چنین استرس‌های محیطی بهبود بخشیده (Sajed و همکاران، ۲۰۱۳) و ترکیبات محرک رشد موجود در این گیاه نیز میزان جذب پروتئین را توسط سلول تقویت کرده و رشد ماهی را تسریع می‌نماید (Cristea و همکاران، ۲۰۱۲). همان‌گونه که نتایج این بررسی نشان داد استفاده توام از مکمل ویتامین E و آویشن نتایج مثبت چشمگیری را به‌دنبال نداشت. به بیان دیگر اثر تقویتی میان این دو ترکیب به لحاظ ارتقاء رشد در ماهیان آزمایشی دیده نشد. گزارشات علمی نشان می‌دهند که عناصری هم‌چون پتاسیم، منیزیم و ویتامین‌هایی نظیر A، C و E به‌وفور در آویشن یافت می‌شوند (Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین با توجه به وجود مقادیر زیاد ویتامین E در گیاه آویشن به‌نظر می‌رسد که استفاده از مکمل ویتامین E ضرورتی نداشته و با توجه بالا بودن مقدار کلی این ویتامین در جیره‌غذایی ممکن است عوارض مرتبط با مصرف زیادی این ویتامین در آبزی دیده شود. البته نتایج این بررسی کاهش رشد و یا تغییر خاصی در شاخص‌های سلامتی (شاخص‌های طحال و کبد و احشایی) را در این گروه نشان نداد، اما به هرحال به‌نظر می‌رسد که استفاده انفرادی از گیاه آویشن نتایج بهتری را به‌دنبال داشته است. نتایج یک بررسی نشان داد که استفاده از مقادیر ترکیبی ویتامین E و آویشن در جیره غذایی ماهی اوزون‌برون هیچ‌گونه اثر سویی بر فاکتورهای فیزیولوژیک این ماهی نداشته است (Frankic و همکاران، ۲۰۰۹). در بررسی یاد شده اثر تلفیق ویتامین E و آویشن بر سلامت این ماهی مثبت ارزیابی شده است.

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از گیاه آویشن در جیره غذایی ماهی کپور معمولی موجب جلوگیری از بروز اثرات منفی ناشی از مواجهه با کادمیوم گشته و موجب بهبود شاخص‌های مختلف رشد و سلامت در این ماهی گردید. هم‌چنین مقایسه اثر بهبودی آویشن و ویتامین E نیز نشان داد که آویشن اثر حفاظتی بیش‌تری نسبت به ویتامین E داشته و بیش از این ویتامین موجب بهبود شاخص‌های رشد در ماهیان آزمایشی گردید. هم‌چنین استفاده توام از ویتامین E و آویشن نتوانست موجب بهبود مضاعف رشد و سلامت ماهی کپور در مواجهه با کادمیوم گردد.

منابع

۱. **ابراهیمی، ا.؛ خیامی، م. و نجاتی، و.، ۱۳۸۸.** ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی عصاره هیدروالکلی میوه بلوط ایرانی در روش انتشار دیسک. فصلنامه گیاهان دارویی. سال ۹، شماره ۳۳، صفحات ۲۶ تا ۳۴

۲. **زاهدی، س.؛ میرواقفی، ع.؛ رفیعی، غ.؛ مجازی‌امیری، ب.؛ هدایتی، م.؛ مخدومی، چ. و زارعی‌دنگسرکی، م.، ۱۳۹۰.** بررسی اثر غلظت تحت کشنده فلزات سنگین مس و کادمیوم بر شاخص‌های استرسی تاس‌ماهی ایرانی یک‌ساله (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۰، شماره ۲، صفحات ۶۱ تا ۷۲.

۳. **غفاری، م.؛ خسروانی‌زاده، ع.؛ قرایی، ا.؛ صالحی، ح.؛ ابطحی، ب. و راهداری، ع.، ۱۳۹۲.** اثرات بی‌هوش‌کننده اسانس میخک بارگذاری شده با نانو ذرات آهن در ماهی آنجل. مجله دامپزشکی ایران، سال ۹، شماره ۳، صفحات ۸۱ تا ۸۸.

۴. **کاظمی‌پور، ی.؛ رضایی، م. و کیوانی، ی.، ۱۳۸۴.** مقایسه کیفی اثر سیر و عصاره بابونه و گل ختمی در ترمیم ظاهری زخم‌های سطحی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، پژوهش و سازندگی. شماره ۶۶، صفحات ۹۳ تا ۹۷.

۵. **Babaie, M.; Yasa, N.; Mohammadirad, A.; Khorasani, R. and Abdollahi, M., ۲۰۰۷.** On the antioxidative stress potential of *Zataria multiflora* Boiss (Avishan shirazi) in rats. International Journal of Pharmacology. Vol. ۳, pp: ۵۱۰-۵۱۴.

۶. **Barim, O. and Karatepe, M., ۲۰۱۰.** The effects of pollution on the vitamins A, E, C, b-carotene contents and oxidative stress of the freshwater crayfish. *Astacus leptodactylus*. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. ۷۳, pp: ۱۳۸-۱۴۲.

۷. **Cristea, V.; Antache, A.; Grecu, I.; Docan, A.; Dediu, L. and Mocanu, M.C., ۲۰۱۲.** The use of phytobiotics in aquaculture. Lucrări Ştiinţifice–Seria Zootehnie. Vol. ۵۷, pp: ۲۵۰-۲۵۵.

۸. **Dabija, A.; Rusu, M.; Buculie, A. and Constantinescu, C.G., ۲۰۱۱.** Annals food science and technology. Vol. ۱۲, No. ۲, pp: ۱۵۵-۱۵۸.

۹. **Deviller, G.; Palluel, O.; Aliaume, C.; Asanthi, H.; Sanchez, W.; Nava, M.F.; Blancheton, J. and Casellas, C., ۲۰۰۵.** Impact assessment of various rearing systems on fish health

performance and immune response. Iranian Journal of Applied Animal Science. Vol. ٥, No. ٢, pp: ٤٣٧-٤٤٦.

٢٨. **Stephensen, E.k.; Svavarsson, J.; Sturve, J.; Ericson, G.; Adolfsson-Erici, M. and Förlin, L., ٢٠٠٠.** Biochemical indicators of pollution exposure in shorthorn sculpin (*Myoxocephalus scorpius*), caught in four harbours on the southwest coast of Iceland. Aquatic Toxicology. Vol. ٤٨, No. ٤, pp: ٤٣١-٤٤٢.

٢٩. **Tan, X.Y.; Luo, Z.; Zhang, G.Y.; Liu, X.J. and Jiang, M., ٢٠١٠.** Effect of dietary cadmium level on the growth, body composition and several hepatic enzymatic activities of juvenile yellow catfish, Pelteobagrus fulvidraco. Aquaculture Research. Vol. ٤١, pp: ١٠٢٢-١٠٢٩.

٣٠. **Vinodhini, R. and Naryanan, M., ٢٠٠٩.** Biochemical changes of antioxidant enzymes in common carp (*Cyprinus carpio* L.) after heavy metal exposure. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science. Vol. ٣٣, No. ٤, pp: ٢٧٣-٢٧٨.

٣١. **Xie, J.; Liu, B. and Zhou, Q., ٢٠٠٨.** Effects of anthraquinone extract from rhubarb *Rheum officinale* Bail on the crowding stress response and growth of common carp *Cyprinus carpio* var. Jian. Aquaculture. Vol. ٢٨١, pp: ٥-١١.

٣٢. **Yanishlieva, N.V.; Marinova, E.M.; Gordon, M.H. and Raneva, V.G., ١٩٩٩.** Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. Food Chemistry. Vol. ٦٤, pp: ٥٩-٦٦.

٣٣. **Yılmaz, S.; Ergün, S. and Çelik, E.Ş., ٢٠١٣.** Effect of dietary herbal supplements on some physiological conditions of sea bass *Dicentrarchus labrax*. Journal of aquatic animal health. Vol. ٢٥, pp: ٩٨-١٠٣.

٣٤. **Yılmaz, E.; Yılmaz, S.; ErgÃn, S.; Kaya, H.; Kızılkaya, B. and SoytaÅY, N., ٢٠١٤.** A preliminary study of the effect of phytoadditive carvacrol on the trace elements (Cu, Mn and Zn) content in fish tissues. Journal of BioScience & Biotechnology. Vol. ٣, pp: ٤٣-٤٧.

٣٥. **Yilmaz, S.; Ergun, S. and Sanver Celik, E., ٢٠١٢.** Effects of herbal supplements on growth performance of sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Change in body composition and some blood parameters. Journal of BioScience and Biotechnology. Vol. ١, No. ٣, pp: ٢١٧-٢٢٢.

٣٦. **Yilmaz, S.; Ergun, S. and Sanver celik, E., ٢٠١٣.** Effect of Dietary Herbal Supplements on Some Physiological Conditions of *Sea Bass Dicentrarchus labrax*. Journal of Aquatic Animal Health. Vol. ٢٥, No. ٢, pp: ٩٨-١٠٣.

٣٧. **Zaki, M.; Labib, E.; Nour, A.; Tonsy, H. and Mahmoud, S., ٢٠١٢.** Effect some medicinal plants diets on mono sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth performance, feed utilization and physiological parameters. APCBEE Procedia. Vol. ٤, pp: ٢٢٠-٢٢٧.

using multibiomarker response and metal accumulation. Ecotoxicology and environmental safety. Vol. ٦١, pp: ٨٩-٩٧.

١٠. **EL-Demerdash, F.M.; Yousef, M.I.; Kedwany, F.S. and Baghdadi, H.H., ٢٠٠٤.** Cadmium-induced changes in lipid peroxidation, blood hematology, biochemical parameters and semen quality of male rats: protective role of vitamin E and B-carotene. Food and Chemical Toxicology. Vol. ٤٢, pp: ١٥٦٣-١٥٧١.

١١. **EL-Nekeety, A.A.; Mohamed, S.R.; Hathout, A.S.; Hassan, N.S.; Aly, S.E. and Abdel-Wahhab, M.A., ٢٠١١.** Antioxidant properties of *Thymus vulgaris* oil against aflatoxin-induce oxidative stress in male rats. Toxicology. Vol. ٥٧, pp: ٩٨٤-٩٩١.

١٢. **Evans, C.; Hills, J. and Dickson, J., ٢٠٠٠.** Heavy metal pollution in Antarctica: a molecular ecotoxicological approach to exposure assessment. Journal of Fish Biology. Vol. ٥٧, pp: ٨-١٩.

١٣. **Fazeli, M.R.; Amin, G.; Attari, M.M.A.; Ashtiani, H.; Jamalifar, H. and Samadi, N., ٢٠٠٧.** Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria. Food control. Vol. ١٨, pp: ٦٤٦-٦٤٩.

١٤. **Frankic, T.; Voljč, M.; Salobir, J. and Rezar, V., ٢٠٠٩.** Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. Acta Agriculturae Slovenica.Vol. ٩٤, pp: ٩٥-١٠٢.

١٥. **Gandomi, H.; Misaghi, A. and Basti, A.A., ٢٠٠٩.** Effect of *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil on growth and aflatoxin formation by *Aspergillus flavus* in culture media and cheese. Food and chemical toxicology. Vol. ٤٧, pp: ٢٣٩٧-٢٤٠٠.

١٦. **Garcia, V.; Catala-Gregori, P.; Hernandez, F.; Megias, M. and Madrid, J., ٢٠٠٧.** Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. The Journal of Applied Poultry Research. Vol. ١٦, pp: ٥٥٥-٥٦٢.

١٧. **Ji, S.C.; Jeong, G.S.; Im, G.S.; Lee, S.W.; Yoo, J.H. and Takii, K., ٢٠٠٧.** Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. Fisheries Science. Vol. ٧٣, pp: ٧٠-٧٦.

١٨. **Jung, J.H.; Kim, M.; Yim, U.H.; Ha, S.Y.; An, J.G.; Won, J.H.; Han, G.M.; Kim, N.S.; Addison, R.F. and Shim, W.J., ٢٠١١.** Biomarker responses in pelagic and benthic fish over ١ year following the Hebei Spirit oil spill (Taean, Korea). Marine pollution bulletin. Vol. ٦٢, pp: ١٨٥٩-١٨٦٦.

١٩. **Kaushik, S.J., ١٩٩٥.** Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. Aquaculture. Vol. ١٢٩, pp: ٢٢٥-٢٤١.

٢٠. **Mayer, F.L.; Versteeg, D.G.; McKee, M.J.; Folmar, L.C.; Graney, R.L. and McCume, D.C., ١٩٩٢.** Metabolic products as biomarkers. In R. J. Hugget, R.A. Kimerly, P.M. Mehrle, H., Bergman, L., Biomarkers: Biochemical, physiological and histological markers of anthropogenic stress. Chelsea: Lewis. pp: ٥-٨٦

٢١. **Montero, D.; Tort, L.; Robaina, L.; Vergara, J.M. and Izquierdo, M.S., ٢٠٠١.** Low vitamin E in diet reduces stress resistance of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. Fish and Shellfish Immunology. Vol. ١١, pp: ٤٧٣-٤٩٠.

٢٢. **Ortuno, J.; Cuesta, A.; Esteban, M.A. and Meseguer, J., ٢٠٠١.** Effect of oral administration of high vitamin C and E dosages on the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. Veterinary Immunology and Immunopathology. Vol. ٧٩, pp: ١٦٧-١٨٠.

٢٣. **Sadek, K.; Ahmed, H.; Ayoub, M. and Elsabagh, M., ٢٠١٤.** Evaluation of digestarom and thyme as phytogenic feed additives for broiler chickens. European Poultry Science. Vol. ٧٨, pp: ١-١٢.

٢٤. **Sajed, H.; Sahebkar, A. and Iranshahi, M., ٢٠١٣.** *Zataria multiflora* Boiss. (Shirazi thyme)-an ancient condiment with modern pharmaceutical uses. Journal of ethnopharmacology. Vol. ١٤٥, pp: ٦٨٦-٦٩٨.

٢٥. **JI, S.C.; Jeong, G.S.; Im, G.S.; Lee, S.W.; Yoo, J. H. and Takii, K., ٢٠٠٧.** Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. Fisheries Science. Vol. ٧٣, No. ١, pp: ٧٠-٧٦.

٢٦. **Shahsavari, N.; Barzegar, M.; Sahari, M.A. and Naghdi Badi, H., ٢٠٠٨.** An investigation on the antioxidant activity of essential oil of *Zataria multiflora* Boiss. In soy bean oil. Journal of Medicinal Plants. Vol. ٧, pp: ٥٦-٦٨.

٢٧. **Souri, H.; Khatibjoo, A.; Taherpoor, K.; Hassan Abadi, A.; Fattahnia, F. and Askari, M., ٢٠١٥.** Effect of *Thymus vulgaris* and *Satureja khuzestanica* ethanolic extracts on broiler chickens