

مقایسه اثر تجویز خوراکی آویشن شیرازی و ویتامین E بر بهبود شاخص‌های رشد و سلامت بچه ماهیان کپور معمولی قرار گرفته در معرض فلز سنگین کادمیوم

- مریم سپیدنامه: گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: 63615-151
- محمد محیسنی*: گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: 63615-151
- دارا باقری: گروه شیلات، دانشگاه خلیج فارس، صندوق پستی: 397
- مهدی بنایی: گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: 63615-151
- بهزاد نعمت دوست حقی: گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، صندوق پستی: 63615-151

تاریخ دریافت: دی 1394 تاریخ پذیرش: فروردین 1395

چکیده

هدف از این بررسی ارزیابی مقایسه‌ای استفاده از آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss) و ویتامین E در جیره غذایی ماهی کپور معمولی در مواجهه با فلز سنگین کادمیوم می‌باشد. تعداد 225 قطعه ماهی کپور (3 ± 34 گرم) به پنج گروه تقسیم شدند: بچه ماهیان گروه اول (کنترل) و دوم (بدون افزودنی) با استفاده از جیره غذایی استاندارد کپور، گروه سوم با جیره غذایی حاوی 1 درصد پودر آویشن شیرازی، گروه چهارم با جیره حاوی میزان اضافی 100 میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E و گروه پنجم از تلفیق آویشن و ویتامین E با سطوح مشابه تیمارهای قبلی به مدت 45 روز تغذیه شدند. سپس بچه ماهیان در معرض غلظت زیرکشنده کادمیوم (1/5 میلی‌گرم در لیتر) قرار گرفته و شاخص‌های رشد و سلامت در تمامی گروه‌ها در روزهای 3، 7، 10 و 15 اندازه‌گیری شد. شاخص‌های کبدی، احشایی و صفراوی در گروه‌های دریافت‌کننده آویشن بهبود معنی‌داری نشان داد. درصد وزن به دست آمده، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، بازده تاثیر غذایی و نرخ موثر جذب پروتئین نیز در گروه‌های دریافت‌کننده آویشن بهبود یافت ($p < 0/05$). بر مبنای نتایج این پژوهش، استفاده از گیاه آویشن در جیره غذایی ماهی کپور معمولی موجب جلوگیری از بروز اثرات منفی ناشی از مواجهه با کادمیوم گشته و بهبود شاخص‌های مختلف رشد و سلامت در این ماهی را به دنبال 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.

مقدمه

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، 2010). 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، 1390).

هدف اصلی آبی‌پروری را می‌توان تولید ماهی در کوتاه‌ترین زمان با کمترین هزینه تلقی کرد که جز با افزایش حداکثری سرعت و بازده رشد به صورت همزمان تحقق نی پذیرفته و لازمه آن پرهیز از مواجهه حیوان با تنش‌های محیطی است (غفاری و همکاران، 1392). وجود مواد مغذی از جمله ویتامین‌ها و مواد معدنی 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



آنتی اکسیدانی، رشد، ضریب تبدیل غذایی، شرایط فیزیولوژیکی و افزایش نسبت بازده پروتئین نیز می شود (El-Demerdash و همکاران، 2004; Yilmaz و همکاران، 2012; Yilmaz و همکاران، 2013).

استفاده از داروهای گیاهی در آبی پروری مسئله جدیدی است و از این رو جنبه های مختلف استفاده از این ترکیبات در جیره غذایی آبزیان نیازمند مطالعات بیشتری است. داروهای گیاهی دارای خواص مثبت و قابل ملاحظه ای (نظیر القاء سیستم ایمنی، افزایش اشتها و رشد ماهی، افزایش توان دفاع آنتی-اکسیدانی سلول و بهبود هضم و جذب مواد غذایی) بوده و از این رو استفاده از آن ها در پرورش آبزیان می تواند با ارتقاء سلامت آبی، موجب افزایش بهره وری تولید گردد. از سوی دیگر گیاهان دارویی علاوه بر طبیعی بودن و نداشتن مضرات زیست-محیطی، از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می باشند (کاظمی پور و همکاران، 1384). از این رو در این مطالعه تاثیر استفاده از آویشن شیرازی در جیره غذایی ماهی کپور معمولی بر بهبود پارامترهای رشد (به عنوان شاخصی از توان بازیابی فیزیولوژیک ماهی در شرایط استرس) این ماهی در مقابل اثرات مضر فلز سنگین کادمیوم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این تحقیق در آذر تا اسفندماه 1393 در کارگاه تکثیر و پرورش دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان انجام شد. تعداد 225 قطعه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی 34 ± 3 گرم و میانگین طولی $13/6 \pm 0/4$ سانتی متر از کارگاه تکثیر و پرورش ماهی پریشان (اهواز) تهیه شد و به مدت دو هفته جهت سازگاری در مخازن 1000 لیتری نگهداری شدند. طی مدت سازگاری بچه ماهیان به میزان 3 درصد وزن بدن و با استفاده از جیره غذایی استاندارد ماهی کپور (کارخانه نقشین کرمانشاه) تغذیه شدند (Montero و همکاران، 2001). سپس بچه ماهیان به پنج گروه (با سه تکرار) تقسیم شده و با تراکم 15 عدد در 15 مخزن 100 لیتری انتقال داده شدند. گروه های مختلف ابتدا طی یک دوره 45 روزه به شکل ذیل مورد تغذیه قرار گرفتند: بچه ماهیان گروه اول (کنترل) و دوم (گروه بدون افزودنی) در بخش ابتدایی دوره آزمایشی (45 روز) با استفاده از جیره غذایی استاندارد ماهی کپور تغذیه شدند. بچه ماهیان گروه سوم (گروه آویشن) با جیره غذایی حاوی 1 درصد پودر آویشن شیرازی (Yilmaz و همکاران، 2012)، گروه چهارم (گروه ویتامین E) با جیره استاندارد حاوی مقدار اضافی 100 میلی گرم در کیلوگرم از وزن خشک جیره ویتامین E (Kaushik، 1995; Ortuno و همکاران، 2001) و در خصوص بچه ماهیان گروه پنجم (گروه مکمل) از تلفیق مکمل های آویشن (یک درصد وزن خشک جیره) و ویتامین E (100 میلی گرم در کیلوگرم از وزن خشک جیره) جهت تغذیه استفاده شد. جهت آماده سازی جیره های غذایی آزمایشی در گروه های سوم، چهارم و پنجم از جیره غذایی استاندارد کپور استفاده شد. میزان مورد نظر از پودر آویشن شیرازی (1 درصد) و ویتامین E (100 میلی گرم در کیلوگرم از وزن خشک جیره) با خوراک آسیاب شده کپور مخلوط

استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدانی طبیعی در جیره غذایی آبزیان پرورشی می تواند نقش بسیار مهمی در ارتقا سلامت فیزیولوژیک آن ها در محیط پرورش ایفا نماید. ویتامین ها ترکیبات آلی هستند که عمدتاً از طریق رژیم غذایی بدست می آیند. ویتامین های A، E و C از جمله ویتامین هایی هستند که بعنوان عوامل آنتی اکسیدانی شناخته شده اند (EL-Demerdash و همکاران، 2004). مطالعات نشان داده است که این ویتامین ها باعث مهار رادیکال های آزاد شده و می توانند اثرات سمیت ناشی از آلاینده ها را بهبود بخشند (Montero و همکاران، 2001). مصرف آنتی اکسیدان های غیرآنزیمی مانند برخی از ویتامین ها توانایی بدن را در حذف رادیکال های آزاد بالا می برند. امروزه شاهد گسترش روز افزون تحقیقات در زمینه گیاهان دارویی بوده و روز به روز عرضه داروهای جدید گیاهی ابعاد گسترده تری می یابد (ابراهیمی و همکاران، 1388). گیاهان منابع بی ضرر برای بدست آوردن آنتی اکسیدان های طبیعی هستند (Yanishlieva و همکاران، 1999). استفاده از گیاهان چند مزیت عمده بر مواد شیمیایی دارد که حایز اهمیت است. ارزان بودن، عدم ایجاد عوارض جانبی برای ماهی، انسان و محیط زیست مثوقی برای مصرف آن ها در پرورش ماهی است. اکثر داروهای شیمیایی که امروزه مصرف می شوند اثر سویی بر روی ماهی، انسان و محیط زیست برجای می گذارند. یکی از این گیاهان آویشن می باشد که از خاصیت آنتی اکسیدانی ویژه ای به دلیل حضور ترکیبات فنلی نظیر تیمول و کارواکرول برخوردار است (El-Nekeety و همکاران، 2011). آویشن یکی از مهم ترین گیاهان دارویی است که از دیرباز به طور سنتی جهت درمان و همچنین به عنوان افزودنی غذایی مورد استفاده قرار گرفته است (Sajed و همکاران، 2009). این گیاه که متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) با طعم و عطر شیرین و تند-تند و گرم است، در آشپزی به عنوان چاشنی و در پزشکی جهت درمان برخی از بیماری ها (نفخ روده، سردرد حاد و مزمن، زخم معده، عفونت های روده ای، بی اشتهایی، اسهال) استفاده می شود (Dabija و همکاران، 2011). *Zataria multiflora* Boiss با نام فارسی آویشن شیرازی تنها در مناطق گرم ایران، افغانستان و پاکستان کشت و رشد می کند (Fazeli و همکاران، 2007). از این گیاه در طب سنتی استفاده های زیادی می شود. از موارد استفاده آن می توان به طعم دهنده گی، حفظ مواد غذایی، درمان تنفسی، ضداسپاسم، بیهوشی، ضد درد، فعالیت ضدباکتریایی و ضدقارچی نیز اشاره کرد. کارواکرول، تیمول، لینالول و پاراسیمین به ترتیب 2، 25، 61 و 2 درصد از اسانس حاصل از نمونه خشک گیاه را تشکیل می دهند. تیمول و کارواکرول اجزاء اصلی ترکیبات فنلی و پاراسیمین جزء اصلی ترکیبات غیرفنلی اسانس آویشن شیرازی می باشند (Gandomi و همکاران، 2009). گزارش های علمی موجود نشان می دهند که استفاده از آویشن در جیره غذایی ماکیان می تواند موجب بهبود عملکرد رشد و شرایط فیزیولوژیکی، افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و ضریب تبدیل غذایی شود (Sajed و همکاران، 2015; Souri و همکاران، 2013). آویشن دارای فعالیت های متعدد بیولوژیکی ضداسپاسم، ضد میکروبی، آنتی-اکسیدان و ضدقارچی می باشد. آویشن موجب بهبود فعالیت های

100 × میزان پروتئین جیره غذایی / افزایش وزن بدن = نرخ موثر جذب پروتئین
10000 × وزن ماهی (گرم) / وزن محتویات روده (گرم) = شاخص سیری
100 × وزن بدن / وزن طحال = شاخص طحال
100 × وزن بدن / وزن کیسه صفرا = شاخص صفراوی
100 × وزن خشک غذای مصرف شده / وزن بدست آمده = بازده تاثیر غذایی

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، جهت آنالیز داده‌های به دست آمده، از آنالیز واریانس یک‌طرفه و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح 5 درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه 19) انجام شد.

نتایج

تمامی جیره‌های غذایی در طول آزمایش توسط ماهیان پذیرفته شده و تلفات قابل ملاحظه‌ای دیده نشد. جدول‌های 1-4 مقایسه تغییرات شاخص‌های رشد میان تیمارهای آزمایشی طی روزهای مختلف مورد بررسی را نشان می‌دهند. مطابق با نتایج به دست آمده تنها شاخص سیری در روز سوم در گروه مکمل به شکل معنی‌داری کمتر از گروه‌های کنترل و آویشن بوده و در ارتباط با سایر پارامترهای مورد بررسی در این روز اختلافی دیده نشد (جدول 1).

جدول 1: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز سوم

تیمار	کنترل	بدون افزودنی	آویشن	ویتامین E	مکمل
شاخص کبدی	۲/۹۳ ± ۰/۲۲ ^a	۲/۲۷ ± ۰/۲۶ ^a	۳ ± ۰/۰۸ ^a	۲/۷۹ ± ۰/۲۷ ^a	۲/۶۵ ± ۰/۲۶ ^a
شاخص احشایی	۱۲/۸۶ ± ۰/۷۹ ^a	۱۲/۳ ± ۰/۵۳ ^a	۱۲/۲۶ ± ۱/۰۸ ^a	۱۲/۲ ± ۰/۷۳ ^a	۱۱/۱۳ ± ۰/۴۵ ^a
شاخص صفراوی	۰/۱۱ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۱۱ ± ۰/۰۲ ^a	۰/۲۱ ± ۰/۰۶ ^a	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 ± ۰/۱۱ ^a	۲/۰۳ ± ۰/۰۷ ^a
شاخص سیری	۷/۲ ± ۰/۵۶ ^{ab}	۶/۸ ± ۰/۲۵ ^{ab}	۷/۳ ± ۰/۹۳ ^{ab}	۶/۹۴ ± ۰/۴۲ ^{ab}	۵/۲۵ ± ۰/۴۶ ^a

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست (p<0/05).

نرخ موثر جذب پروتئین، بازده تاثیر غذایی، درصد وزن بدست آمده و نرخ رشد ویژه در روز هفتم برای گروه بدون افزودنی نسبت به سایر گروه‌ها کاهش معنی‌داری داشت (جدول 2). همچنین فاکتور وضعیت در گروه آویشن نسبت به گروه بدون افزودنی به شکل معنی‌داری بیشتر بود (p<0/05). سایر عوامل مورد بررسی اختلافی را بین گروه‌های آزمایشی نشان نداد.

شده و توسط چرخ گوشت به پلت با قطر تقریبی 3 میلی‌متر تبدیل می‌شوند. پلت حاصله در دمای 40 درجه سانتیگراد و به مدت 24 ساعت خشک (رطوبت تقریبی 10 درصد) و سپس تا زمان استفاده در فریزر (-20 درجه سانتیگراد) نگهداری شد (Yilmaz و همکاران، 2012).

میزان غذادهی در هر پنج گروه ذکر شده در طول دوران ابتدایی آزمایش (45 روز) 3 درصد وزن بدن و در دو نوبت صبح و عصر در اختیار ماهیان قرار گرفت. پس از اتمام دوره 45 روزه، ابتدا نمونه‌برداری و زیست‌سنجی از ماهیان گروه‌های مختلف انجام شده، سپس به غیر از گروه کنترل، سایر گروه‌های دیگر به مدت 15 روز در معرض غلظت زیرکشنده (یک دهم غلظت LC50) فلز سنگین کادمیوم (1/5 میلی‌گرم در لیتر) قرار گرفتند (Naryanan و Vinodhini، 2009). تغذیه در تمامی گروه‌های آزمایشی به همراه گروه کنترل به شکلی که پیش از این ذکر شد تا اتمام کل آزمایش ادامه یافت. در طول دوره سازگاری و همچنین دوره آزمایشی، بچه ماهیان در شرایط مناسب محیطی نگهداری شده و میزان تعویض آب روزانه حدود 30 درصد در نظر گرفته شد. جهت سنجش پارامترهای رشد در روزهای 0، 3، 7، 10، 15، تعداد دو عدد ماهی از هر مخزن بصورت تصادفی گرفته و قطع نخاع شده و هر ماهی پس از توزین و اندازه گیری طول استاندارد کشته و تشریح شده و امعا و احشا (قلب، کلیه، کبد، روده، کیسه‌صفرا، کبد) هرکدام جداگانه وزن‌کشی شدند.

زیست‌سنجی ماهیان در روزهای 3، 7، 10، 15 در طول دوره انجام گرفت. در روزهای 3 و 10 پس از تنش با فلز سنگین، شاخص کبدی (HSI¹)، شاخص احشایی (VSI²)، شاخص صفراوی (BSI³)، شاخص سیری (ISI⁴)، شاخص طحال (SSI⁵) و فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی (CF⁶) و در روزهای 7 و 15 علاوه بر شاخص‌های یاد شده درصد وزن به دست آمده (WG⁷)، ضریب تبدیل غذایی (FCR⁸)، نرخ رشد ویژه (SGR⁹)، بازده تاثیر غذایی (FCE¹⁰) و نرخ موثر جذب پروتئین (PER¹¹) نیز سنجش و اندازه‌گیری شدند. سنجش شاخص‌های یاد شده مطابق با روابط ذیل انجام شد (Xie و همکاران، 2008؛ Yilmaz و همکاران، 2012؛ Zaki و همکاران، 2012).

100 × وزن اولیه / (وزن اولیه - وزن پایانی) = درصد افزایش

وزن

³(طول کل بر حسب سانتی متر) / وزن (گرم) = ضریب چاقی
100 × طول دوره پرورش / وزن ابتدای دوره Ln - وزن انتهای

دوره Ln = نرخ رشد ویژه

افزایش وزن / مقدار غذای مصرف شده = ضریب تبدیل غذایی
100 × مقدار وزن بدن / میانگین وزن کبد = شاخص کبدی

⁷ Weight Gain

⁸ Feed Conversion Ratio

⁹ Specific Growth Rate

¹⁰ Feed Conversion Efficiency

¹¹ Protein Efficiency Ratio

¹ Hepatosomatic Index

² Viscerosomatic Index

³ Bile somatic Index

⁴ Intestine somatic Index

⁵ Spleen somatic Index

⁶ Condition Factor



جدول 2: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز هفتم

تیمار	کنترل	بدون افزودنی	آویشن	ویتامین E	مکمل
شاخص کبیدی	7/88 ± 0/34 ^a	7/83 ± 0/16 ^a	7/24 ± 0/36 ^a	7/08 ± 0/33 ^a	7/61 ± 0/18 ^a
شاخص احشایی	17/6 ± 0/54 ^a	17/22 ± 0/78 ^a	17/15 ± 0/78 ^a	17/54 ± 0/54 ^a	17/08 ± 0/91 ^a
شاخص صفراوی	0/9 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a
شاخص طحال	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a
شاخص سیری	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a
درصد وزن به دست آمده	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a
فاکتور وضعیت	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a
ضریب تبدیل غذایی	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a
نرخ رشد ویژه	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a
پارده تأثیر غذایی	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a
نرخ موثر جذب پروتئین	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a

جدول 3: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز دهم

تیمار	کنترل	بدون افزودنی	آویشن	ویتامین E	مکمل
شاخص کبیدی	7/88 ± 0/34 ^a	7/83 ± 0/16 ^a	7/24 ± 0/36 ^a	7/08 ± 0/33 ^a	7/61 ± 0/18 ^a
شاخص احشایی	17/6 ± 0/54 ^a	17/22 ± 0/78 ^a	17/15 ± 0/78 ^a	17/54 ± 0/54 ^a	17/08 ± 0/91 ^a
شاخص صفراوی	0/9 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a	0/92 ± 0/13 ^a
شاخص طحال	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a
شاخص سیری	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a
درصد وزن به دست آمده	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a
فاکتور وضعیت	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a
ضریب تبدیل غذایی	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a
نرخ رشد ویژه	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a
پارده تأثیر غذایی	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a
نرخ موثر جذب پروتئین	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ($p < 0/05$).

در روز پانزدهم، بچه ماهیان تغذیه شده با آویشن بالاترین درصد وزن به دست آمده، بالاترین فاکتور وضعیت، بیشترین نرخ رشد ویژه و بالاترین بازده تأثیر غذایی را نسبت به سایر گروه‌ها داشته بطوریکه نسبت به تیمارهای ویتامین E و مکمل وضعیت بسیار مطلوب‌تری را در شاخص‌های یاد شده نشان دادند (جدول 4). 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 ویتامین E 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 ویتامین E به مقدار قابل توجه کاهش یافته بود. در بین تیمارهای آزمایشی، شاخص کبیدی تیمار بدون افزودنی نسبت به تیمارهای دیگر افزایش معنی‌داری

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ($p < 0/05$).

در روز دهم (جدول 3) شاخص احشایی برای تیمار بدون افزودنی کمترین و برای تیمار آویشن بالاترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها نشان داد ($p < 0/05$). شاخص کبیدی در گروه‌های ویتامین E و مکمل به شکل معنی‌داری بیش از گروه کنترل بوده اما تیمار آویشن تفاوتی نسبت به گروه کنترل نشان نداد ($p < 0/05$). فاکتور وضعیت، شاخص‌های سیری، طحال و صفراوی اختلافی را نشان ندادند.

داشت ($p < 0/05$)، اما در بین تیمارهای آزمایشی دیگر اختلافی دیده نشد.

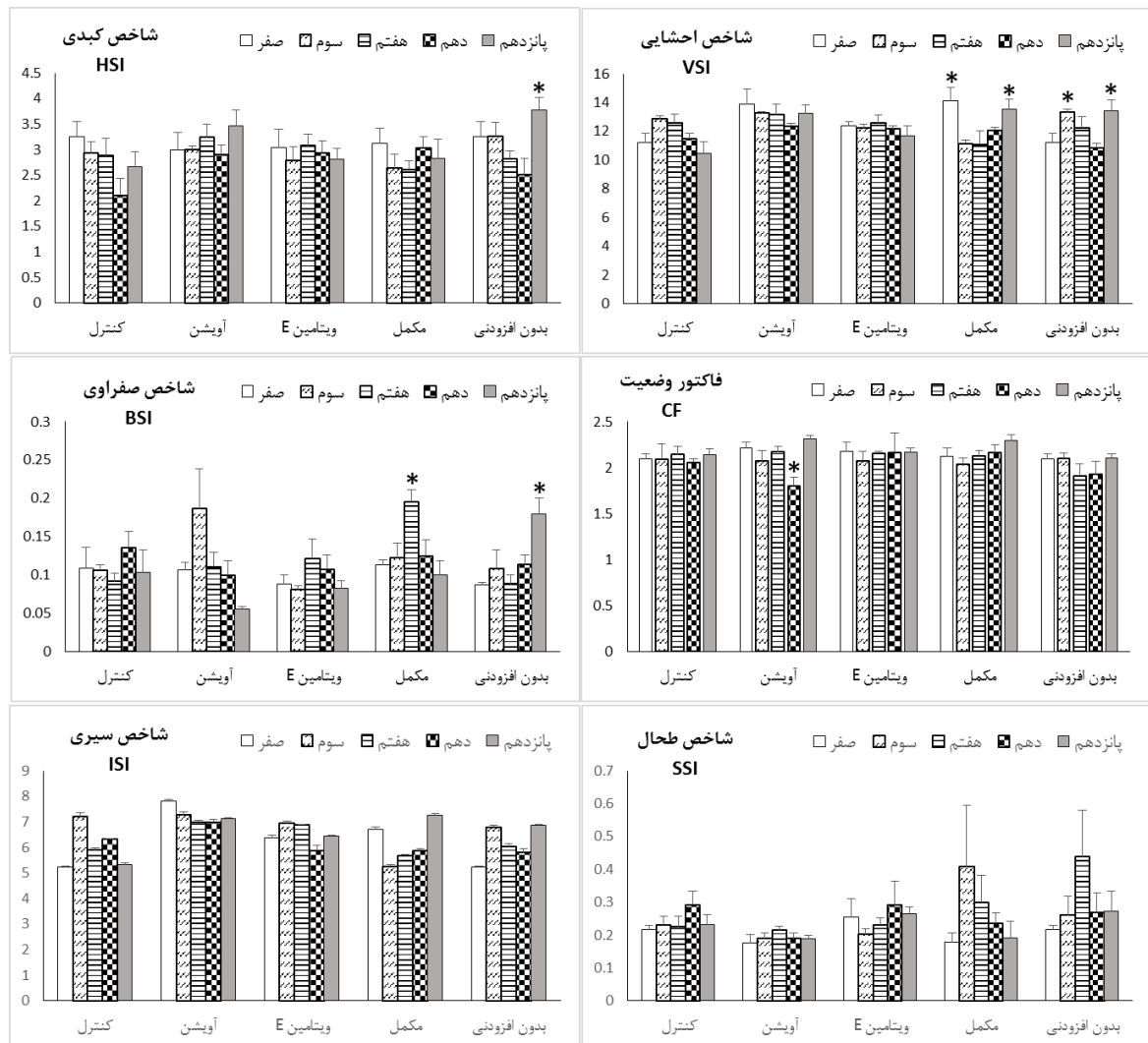
جدول 4: بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف بچه ماهی کپور معمولی در روز پانزدهم

تیمار	کنترل	بدون افزودنی	آویشن	ویتامین E	مکمل
شاخص کبیدی	7/66 ± 0/19 ^a	7/66 ± 0/19 ^a	7/66 ± 0/19 ^a	7/66 ± 0/19 ^a	7/66 ± 0/19 ^a
شاخص احشایی	17/6 ± 0/54 ^a	17/6 ± 0/54 ^a	17/6 ± 0/54 ^a	17/6 ± 0/54 ^a	17/6 ± 0/54 ^a
شاخص صفراوی	0/9 ± 0/13 ^a	0/9 ± 0/13 ^a	0/9 ± 0/13 ^a	0/9 ± 0/13 ^a	0/9 ± 0/13 ^a
شاخص طحال	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a	0/22 ± 0/12 ^a
شاخص سیری	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a	5/89 ± 0/36 ^a
درصد وزن به دست آمده	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a	7/05 ± 0/25 ^a
فاکتور وضعیت	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a	7/16 ± 0/48 ^a
ضریب تبدیل غذایی	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a	6/55 ± 0/33 ^a
نرخ رشد ویژه	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a
پارده تأثیر غذایی	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a	0/42 ± 0/13 ^a
نرخ موثر جذب پروتئین	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a	0/6 ± 0/22 ^a

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ($p < 0/05$).

شکل 1 روند تغییرات پارامترهای مختلف سلامت مورد بررسی را در هر یک از گروه‌های آزمایشی طی روزهای مختلف زیست سنجی را نشان می‌دهد. شاخص کبیدی در گروه بدون افزودنی در روز پانزدهم به شکل معنی‌داری افزایش یافت در سایر گروه‌های دیگر روند تغییرات درون گروهی مشابه گروه کنترل بوده و اختلافی بین روزها دیده نشد. در خصوص 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. در خصوص ضریب چاقی (فاکتور وضعیت) و شاخص‌های سیری و طحال در تمامی گروه‌ها اختلافی بین روزهای مختلف زیست‌سنجی ملاحظه نشد.

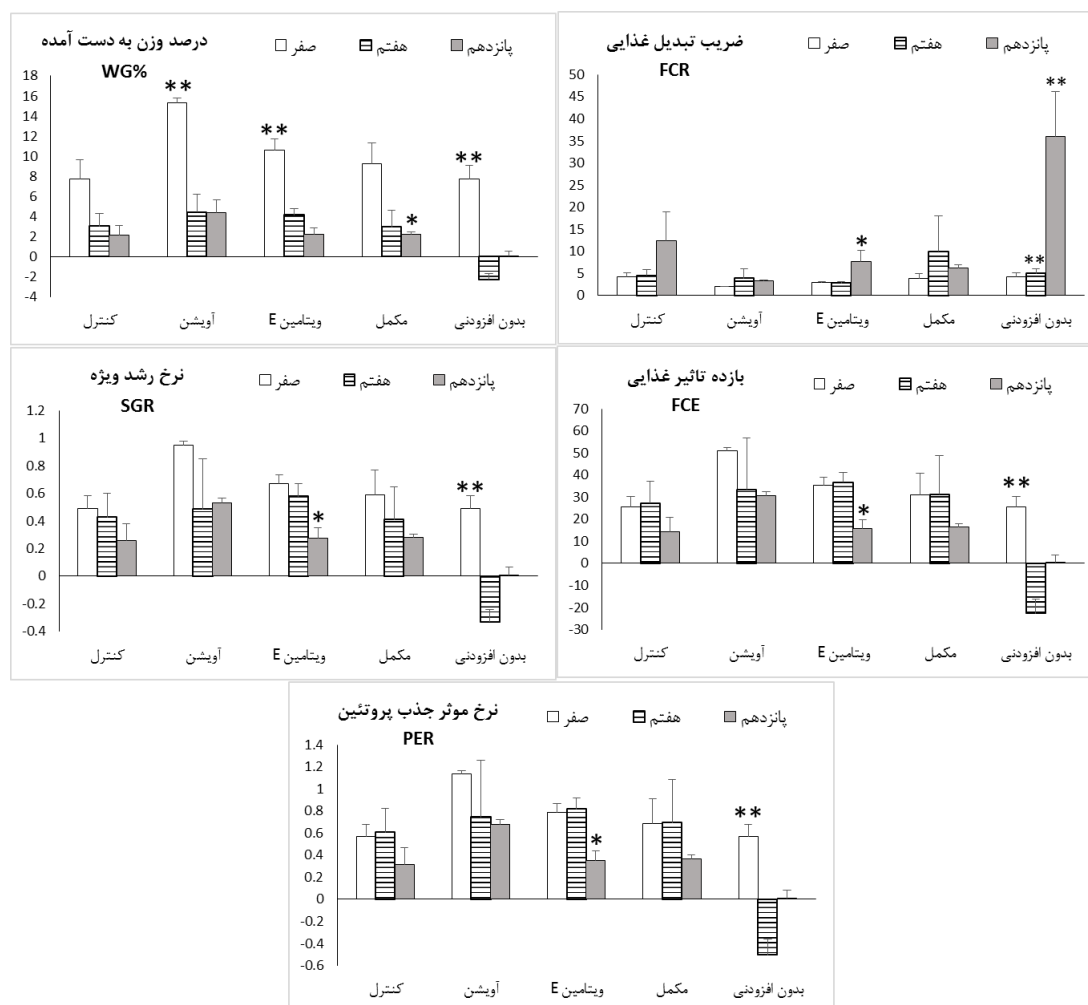




شکل 1: مقایسه روند تغییرات شاخص‌های مختلف سلامت بچه ماهی کپور معمولی در هر گروه طی روزهای مختلف آزمایش. (*) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در هر گروه می‌باشد ($p < 0/05$).

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 ($p < 0/01$). 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 ($p > 0/05$).

درصد وزن به دست آمده در تمامی گروه‌های مورد بررسی (بجز کنترل) کاهش معنی‌داری را طی روزهای مختلف بررسی نشان داد و البته میزان این کاهش در گروه بدون افزودنی بسیار بیشتر بود (شکل 2). ضریب تبدیل غذایی در گروه بدون افزودنی تا انتهای آزمایش به شکل مشخصی افزایش یافت ($p < 0/01$). در گروه ویتامین E نیز افزایش ضریب تبدیل غذایی در روز انتهایی آزمایش دیده شد ($p < 0/05$). 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 تأثیر غذایی



شکل 2: مقایسه روند تغییرات شاخص‌های مختلف رشد بچه ماهی کپور معمولی در هر گروه طی روزهای مختلف آزمایش (*) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد و (**) بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد در هر گروه می‌باشد.

بحث

افزودنی‌های گیاهی، ترکیباتی هستند که از گیاهان دارویی، چاشنی‌ها و همچنین عصاره‌های گیاهی به دست 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 et al., 2014). نتایج حاصله از این مطالعه نیز نشان داد که افزودن پودر آویشن شیرازی به جیره غذایی ماهی کپور معمولی نه تنها تأثیر 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 کنترل 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 کنترل نشان می‌دهند. شاخص‌های هیپاتوسوماتیک، صفراوی و احتشایی در ماهیان این گروه در انتهای آزمایش به شکل معنی‌داری بیش از گروه کنترل بودند (جدول 4). تغییر در شاخص‌های وضعیت ماهی گاهی اوقات نشان‌دهنده اثرات ناشی از مسمومیت می‌باشند (Mayer و همکاران، 1992). 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 به خوبی این مسئله را نشان می‌دهد. در واقع از روز صفر تا انتهای آزمایش (روز پانزدهم) میزان شاخص کبدی به شکل معنی‌داری افزایش یافت (شکل 1). Stephensen و همکاران (2000) 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 مسیول

سمزدایی در کبد هستند. در گروه‌های دریافت‌کننده آویشن و ویتامین E تفاوتی در این شاخص دیده نشده (جدول 1) و روند تغییرات شاخص کبدی تقریباً مشابه گروه کنترل بود (شکل 1). 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 مخلوط گیاه دارویی در ماهی فلاندر نیز توانسته موجب بهبود شاخص کبدی در مواجهه با شرایط استرسی گردد (Ji و همکاران، 2007). فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی در این بررسی اختلافی را بین گروه‌های مختلف آزمایشی با گروه کنترل نشان نداد. نتایج یک بررسی نشان داد که مواجهه ماهی باس دریایی با مخلوط فلزات سنگین تغییری را در ضریب چاقی در این ماهی ایجاد نکرده است (Deville و همکاران، 2005).

نتایج این بررسی تفاوتی را در شاخص‌های سیری و طحال نشان نداد. بنابراین به نظر می‌رسد که مواجهه با غلظت زیرکشنده کادمیوم تاثیری بر طحال (به ویژه 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 کنترل 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 جیره غذایی این ماهی موجب افزایش اشتهای ماهی به دریافت غذا شده است. تغییرات شاخص احتشایی نیز به خوبی این مسئله را نشان می‌دهد. در ماهیان دریافت‌کننده آویشن در روزهای دهم و پانزدهم به شکل معنی‌داری از گروه کنترل و همچنین گروه بدون افزودنی (در روز دهم) بیشتر است (جدولهای 3 و 4). بررسی‌ها نشان می‌دهند که ادویه‌جات تاثیر مطلوبی در فرایند هضم و جذب غذا داشته و به ویژه موجب تحریک ترشح صفرا و فعالیت آنزیم‌های پانکراس می‌شوند (Zaki و همکاران، 2012). پیکر رویشی آویشن حاوی اسانس است. از این رو دارای بویی مطبوع می‌باشد. این مسئله می‌تواند دریافت غذا توسط آبزیان را به شکل مثبتی تحت تاثیر قرار دهد (Fazeli و همکاران، 2007).

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. در صورتی‌که 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، 2007). 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 به عنوان یک

شاخص در ارزیابی سلامت ماهی استفاده نمود (Evans و همکاران، 2000؛ Jung و همکاران، 2011). با توجه به نتایج حاصل از این بررسی به نظر می‌رسد که افزودن آویشن و ویتامین E از بروز آسیب به صفرا ممانعت به عمل 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 به دست آمده، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، بازده غذایی و نرخ موثر جذب پروتئین در این گروه نسبت به گروه بدون افزودنی بهبود چشمگیری داشته و حتی در تمامی موارد یاد شده عملکرد بهتری را نسبت به گروه کنترل 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. به طور کلی گیاهان دارویی با بهبود بهره-وری سلول از چربی‌ها و اسیدهای چرب و همچنین افزایش جذب و تجمع پروتئین موجب بهبود رشد را فراهم می‌آورند (Xie و همکاران، 2008). 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، 2007). همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهند که ادویه جات تاثیر مطلوبی در فرایند هضم و جذب غذا داشته و به ویژه موجب تحریک ترشح صفرا و فعالیت آنزیم‌های پانکراس می‌شوند (Zaki و همکاران، 2012). نتایج یک بررسی نشان داد که استفاده توأم 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، 2007). 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 (Babaie و همکاران، 2007؛ Shamsavari و همکاران، 2008؛ Sajed و همکاران، 2013). وجود این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مقاومت موجود را در مقابل عوامل مسمومیت‌زا و همچنین استرس‌های محیطی بهبود بخشیده (Sajed و همکاران، 2013) 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، 2012).

همان‌گونه که نتایج این بررسی نشان داد استفاده توأم از مکمل ویتامین E و آویشن نتایج مثبت چشمگیری را به دنبال 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 ویتامین‌های نظیر A، C و E به وفور در آویشن یافت می‌شوند (Yilmaz و همکاران، 2013). بنابراین با توجه به وجود مقادیر زیاد ویتامین E در گیاه آویشن به نظر می‌رسد که استفاده از مکمل ویتامین E ضرورتی



8. Dabija, A.; Rusu, M.; Buculie, A. and Constantinescu, C.G., 2011. Annals food science and technology. Vol. 12, No. 2, pp: 155-158.
9. Deviller, G.; Palluel, O.; Aliaume, C.; Asanthi, H.; Sanchez, W.; Nava, M.F.; Blancheton, J. and Casellas, C., 2005. Impact assessment of various rearing systems on fish health using multibiomarker response and metal accumulation. Ecotoxicology and environmental safety. Vol. 61, pp: 89-97.
10. EL-Demerdash, F.M.; Yousef, M.I.; Kedwany, F.S. and Baghdadi, H.H., 2004. 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. 42, pp: 1563-1571.
11. EL-Nekeety, A.A.; Mohamed, S.R.; Hathout, A.S.; Hassan, N.S.; Aly, S.E. and Abdel-Wahhab, M.A., 2011. Antioxidant properties of *Thymus vulgaris* oil against aflatoxin-induced oxidative stress in male rats. Toxicology. Vol. 57, pp: 984-991.
12. Evans, C.; Hills, J. and Dickson, J., 2000. Heavy metal pollution in Antarctica: a molecular ecotoxicological approach to exposure assessment. Journal of Fish Biology. Vol. 57, pp: 8-19.
13. Fazeli, M.R.; Amin, G.; Attari, M.M.A.; Ashtiani, H.; Jamalifar, H. and Samadi, N., 2007. Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria. Food control. Vol. 18, pp: 646-649.
14. Frankic, T.; Voljč, M.; Salobir, J. and Rezar, V., 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. Acta Agriculturae Slovenica. Vol. 94, pp: 95-102.
15. Gandomi, H.; Misaghi, A. and Basti, A.A., 2009. 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. 47, pp: 2397-400.
16. Garcia, V.; Catala-Gregori, P.; Hernandez, F.; Megias, M. and Madrid, J., 2007. 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. 16, pp: 555-562.
17. Ji, S.C.; Jeong, G.S.; Im, G.S.; Lee, S.W.; Yoo, J.H. and Takii, K., 2007. Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. Fisheries Science. Vol. 73, pp: 70-76.
18. 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., 2011. Biomarker responses in pelagic and benthic fish over 1 year following the Hebei Spirit oil spill (Taeon, Korea). Marine pollution bulletin. Vol. 62, pp: 1859-1866.
19. Kaushik, S.J., 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. Aquaculture. Vol. 129, pp: 225-241.
20. Mayer, F.L.; Versteeg, D.G.; McKee, M.J.; Folmar, L.C.; Graney, R.L. and McCume, D.C., 1992. 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: 5-86.
21. Montero, D.; Tort, L.; Robaina, L.; Vergara, J.M. and Izquierdo, M.S., 2001. Low vitamin E in diet reduces stress resistance of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 11, pp: 473-490.
22. Ortuno, J.; Cuesta, A.; Esteban, M.A. and Meseguer, J., 2001. 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. 79, pp: 167-180.

نداشته و با توجه بالا بودن مقدار کلی این ویتامین در جیره غذایی ممکن است عوارض مرتبط با مصرف زیادی این ویتامین در آبی 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 هر حال به نظر می‌رسد که استفاده انفرادی از گیاه آویشن نتایج بهتری را به دنبال 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، 2009). در بررسی یاد شده اثر تلفیق ویتامین E و آویشن بر سلامت این ماهی مثبت ارزیابی شده است. به طور کلی 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 توأم از ویتامین E و آویشن نتوانست موجب بهبود مضاعف رشد و سلامت ماهی کپور در مواجهه با کادمیوم گردد.

منابع

1. ابراهیمی، ا.؛ خیامی، م. و نجاتی، و.، 1388. ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی عصاره هیدروالکلی میوه بلوط ایرانی در روش انتشار دیسک، فصلنامه گیاهان دارویی، سال 9، شماره 33، صفحات 26 تا 34
2. زاهدی، س.؛ میرواقفی، ع.؛ رفیعی، غ.؛ مجازی امیری، ب.؛ هدایتی، م.؛ مخدومی، چ. و زارعی دنگسری، م.، 1390. بررسی اثر غلظت تحت کشنده فلزات سنگین مس و کادمیوم بر شاخص‌های استرسی تاسماهی ایرانی یکساله (*Acipenser persicus*)، مجله علمی شبيلات ایران، سال 20، شماره 2، صفحات 72 تا 61.
3. غفاری، م.؛ خسروانی زاده، ع.؛ قرایی، ا.؛ صالحی، ح.؛ ابطی، ب. و راهداری، ع.، 1392. اثرات بیپوش‌کننده اسانس میخک بارگذاری شده با نانو ذرات آهن در ماهی آنجل، مجله دامپزشکی ایران، سال 9، شماره 3، صفحات 81 تا 88.
4. کاظمی‌پور، ی.؛ رضایی، م. و کیوانی، ی.، 1384. مقایسه کیفی اثر سیر و عصاره بابونه و گل ختمی در ترمیم ظاهری زخم‌های سطحی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، پژوهش و سازندگی، شماره 66، صفحات 93 تا 97.
5. Babaie, M.; Yasa, N.; Mohammadirad, A.; Khorasani, R. and Abdollahi, M., 2007. On the antioxidative stress potential of *Zataria multiflora* Boiss (Avishan shirazi) in rats. International Journal of Pharmacology. Vol. 3, pp: 510-514.
6. Barim, O. and Karatepe, M., 2010. 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. 73, pp: 138-142.
7. Cristea, V.; Antache, A.; Grecu, I.; Docan, A.; Dediu, L. and Mocanu, M.C., 2012. The use of phytobiotics in aquaculture. Lucrări Științifice-Seria Zootehnie. Vol. 57, pp: 250-255.



- after heavy metal exposure. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science. Vol. 33, No. 4, pp: 273-278.
31. **Xie, J.; Liu, B. and Zhou, Q., 2008.** 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. 281, pp: 5-11.
 32. **Yanishlieva, N.V.; Marinova, E.M.; Gordon, M.H. and Raneva, V.G., 1999.** Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. Food Chemistry. Vol. 64, pp: 59 – 66.
 33. **Yılmaz, S.; Ergün, S. and Çelik, E.Ş., 2013.** Effect of dietary herbal supplements on some physiological conditions of sea bass *Dicentrarchus labrax*. Journal of aquatic animal health. Vol. 25, pp: 98-103.
 34. **Yılmaz, E.; Yılmaz, S.; Ergün, S.; Kaya, H.; Kızılkaya, B. and Soytaş, N., 2014.** 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. 3, pp: 43-47.
 35. **Yılmaz, S.; Ergun, S. and Sanver Celik, E., 2012.** 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. 1, No. 3, pp: 217-222.
 36. **Yılmaz, S.; Ergun, S. and Sanver celik, E., 2013.** Effect of Dietary Herbal Supplements on Some Physiological Conditions of Sea Bass *Dicentrarchus labrax*. Journal of Aquatic Animal Health. Vol. 25, No. 2, pp: 98-103.
 37. **Zaki, M.; Labib, E.; Nour, A.; Tonsy, H. and Mahmoud, S., 2012.** Effect some medicinal plants diets on mono sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth performance, feed utilization and physiological parameters. APCBEE Procedia. Vol. 4, pp: 220-227.
 23. **Sadek, K.; Ahmed, H.; Ayoub, M. and Elsabagh, M., 2014.** Evaluation of digestarom and thyme as phytogenic feed additives for broiler chickens. European Poultry Science, Vol. 78, pp: 1-12.
 24. **Sajed, H.; Sahebkar, A. and Iranshahi, M., 2013.** *Zataria multiflora* Boiss.(Shirazi thyme)—an ancient condiment with modern pharmaceutical uses. Journal of ethnopharmacology. Vol. 145, pp: 686-698.
 25. **Ji, S.C.; Jeong, G.S.; Im, G.S.; Lee, S.W.; Yoo, J. H. and Takii, K., 2007.** Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. Fisheries Science. Vol. 73, No. 1, pp: 70-76.
 26. **Shahsavari, N.; Barzegar, M.; Sahari, M.A. and Naghdi Badi, H., 2008.** An investigation on the antioxidant activity of essential oil of *Zataria multiflora* Boiss. In soy bean oil. Journal of Medicinal Plants. Vol. 7, pp: 56–68.
 27. **Souri, H.; Khatibjoo, A.; Taherpour, K.; Hassan Abadi, A.; Fattahnia, F. and Askari, M., 2015.** Effect of *Thymus vulgaris* and *Satureja khuzestanica* ethanolic extracts on broiler chickens performance and immune response. Iranian Journal of Applied Animal Science, Vol. 5, No. 2, pp: 437-446.
 28. **Stephensen, E.k.; Svavarsson, J.; Sturve, J.; Ericson, G.; Adolfsson-Erici, M. and Förlin, L., 2000.** Biochemical indicators of pollution exposure in shorthorn sculpin (*Myoxocephalus scorpius*), caught in four harbours on the southwest coast of Iceland. Aquatic Toxicology. Vol. 48, No. 4, pp: 431-442.
 29. **Tan, X.Y.; Luo, Z.; Zhang, G.Y.; Liu, X.J. and Jiang, M., 2010.** Effect of dietary cadmium level on the growth, body composition and several hepatic enzymatic activities of juvenile yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco*. Aquaculture Research. Vol. 41, pp: 1022-1029.
 30. **Vinodhini, R. and Naryanan, M., 2009.** Biochemical changes of antioxidant enzymes in common carp (*Cyprinus carpio* L.)

