اثرات اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) بر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم و مقاومت به استرس شوری در بچه‌ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*)

سالمه مهدوی[۱]، سکینه یگانه[۱*]، فرید فیروزبخش[۱]، خسرو جانی خلیلی[۱]

[*] skyeganeh@gmail.com

۱- گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۵

چکیده

این تحقیق جهت بررسی سطوح مختلف اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) جیره بر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی و مقاومت به استرس شوری در بچه‌ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) انجام گرفت. برای این منظور بچه‌ماهیان سفید با میانگین وزن ابتدایی ۰/۰۰۲±۰/۶ گرم بصورت تصادفی در ۵ تیمار شامل ۰ (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره ذخیره‌سازی شدند و به مدت ۶۰ روز با جیره‌های آزمایشی به میزان ۱۲-۷ درصد وزن بدن و ۳ بار در روز مورد تغذیه قرار گرفتند. در پایان دوره شاخص‌های مربوط به فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم و مقاومت به استرس شوری ارزیابی شد. نتایج حاصل از آنالیز فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم نشان داد که بیشترین میزان پروتئین تام و گلبولین در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم اسانس مشاهده شد. بیشترین میزان آلبومین و کلسترول به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس بر کیلوگرم جیره و بیشترین مقدار تری‌گلیسیرید، گلوکز و کورتیزول در تیمار شاهد مشاهده شد ($p<0/05$). نتایج حاصل از استرس شوری (شوری‌های ۶، ۱۳ و ۲۰ گرم/لیتر) نشان داد که تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس بر کیلوگرم جیره کمترین پاسخ به استرس را نشان دادند و پس از استرس میزان تغییرات کورتیزول و گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس، در تیمارهای حاوی اسانس مقدار کمتری را نشان داد. بالاترین میزان بازماندگی نیز در تیمارهای حاوی اسانس بدست آمد. در مجموع نتایج نشان داد که اسانس رازیانه با بهبود فراسنجه‌های بیوشیمیایی (پروتئین تام، آلبومین، گلبولین، گلوکز و کورتیزول) می‌تواند موجب ارتقاء سیستم ایمنی بچه‌ماهیان سفید گردد. همچنین نقش مهمی در افزایش مقاومت بچه‌ماهیان سفید در برابر استرس شوری ایفا کند و بهترین عملکرد مربوط به سطح ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره بدست آمد.

کلمات کلیدی: ماهی سفید (*Rutilus kutum*)، اسانس رازیانه، فراسنجه‌های بیوشیمیایی، بقا، استرس شوری

* نویسنده مسئول

مقدمه

ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) یکی از ماهیان با ارزش و منحصربفرد دریای خزر بوده که بیش از ۵۴ درصد از کل صید ماهیان استخوانی را بخود اختصاص داده است (امینیان‌فتیده و همکاران، ۱۳۸۷؛ فضلی و همکاران، ۱۳۹۳). بسیاری از زیستگاه‌های مناسب جهت تولید مثل طبیعی این ماهی به دلیل ساخت سدها، ورود آلودگی‌ها و دیگر دخالت‌های انسانی از بین رفته و به نظر می‌رسد که بازسازی ذخائر آن از طریق تکثیر مصنوعی و پرورش لاروها تا اوزان مناسب برای رهاسازی به رودخانه‌ها می‌تواند یکی از راهکارهای مؤثر در احیای جمعیت آنها بشمار رود (رضوی‌صیاد، ۱۳۷۴).

نوسانات زیاد دبی آب رودخانه‌ها در زمان رهاسازی، و رهاسازی بچه‌ماهیان به رودخانه‌های کم‌آب و یا رهاسازی مستقیم در مناطق مصبی، موجب می‌شود که بچه‌ماهیان با سطوح مختلف شوری مواجه شوند. با توجه به اینکه ماهی سفید دریای خزر از محیط پرورشی به محیط طبیعی رهاسازی می‌شود، استفاده از تکنیک‌های مناسب پرورش لارو ممکن است بتواند ایمنی بچه‌ماهی و مقاومت در برابر استرس را در آن بالا ببرد. همچنین استفاده از جیره‌های غذایی که تأثیر مثبت در رشد ماهی داشته باشد، تلفات کمتری را پس از رهاسازی بچه‌ماهیان سفید بدنبال خواهد داشت (عنایت‌غلامپور و همکاران، ۱۳۹۰؛ فارابی و همکاران، ۱۳۹۲؛Salze *et al*., 2008).

عوامل مختلفی در مقاومت به استرس بچه‌ماهیان مؤثرند که می‌توان به وزن بیشتر (Salze *et al*., 2008) عوامل ضد اکسیدانی مانند ویتامین E (Belo *et al*., 2005; Montero *et al*., 1998)، اسیدهای چرب خاص (Boggio *et al*., 1985; Hemre & Sandness, 1999; Wang *et al*., 2006) و ریزپرزهای روده (microvilli) (منحصرا" در مورد مقاومت به شوری بدلیل تأثیر احتمالی آن در تبادل یونی و تنظیم فشار اسمزی) (Dimitroglou 2010; Sharif Rohani *et al*., 2013 *et al*.,) اشاره کرد. موفقیت در زمینه آبزی‌پروری تحت تاثیر چندین عامل مهم از جمله جیره مناسب می‌باشد. بدون شک یکی از مهمترین پارامترها، تعیین جیره متعادل است که همه احتیاجات غذایی را برای رشد مناسب و سلامت ماهی تأمین کند (Salehi, 2008).

داروهای طبیعی گیاهی به دلیل عواملی مانند ارزش اقتصادی و کم هزینه بودن تولید آن‌ها، نداشتن اثر تخریبی بر محیط زیست، کم بودن عوارض جانبی در مقایسه با داروهای شیمیایی، عدم ایجاد مقاومت نسبی در برابر عوامل بیماری‌زا، منحصر بودن در درمان برخی بیماری‌های خاص و وجود تجربیات مختلف بالینی در این زمینه، موجب شده تا این منابع ارزشمند دارویی از ارزش و جایگاه خاصی در درمان برخوردار باشند (قاسمی پیربلوطی و همکاران، ۱۳۹۰). علاوه بر آن استفاده از ترکیبات گیاهی، شاخص‌های ایمنی و عملکرد ویژگی‌های هماتولوژیکی و بیوشیمیایی را در ماهی و میگو به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند (Sivaram *et al*., 2004; Citarasu *et al*., 2006).

رازیانه گیاهی است دارویی، دوساله که متعلق به خانواده آپیاسه می‌باشد (Diaaz Maroto *et al*., 2006). این گیاه عمدتا" در مناطق معتدل و گرمسیری کشت می‌شود (Beaux *et al*., 1997). در حال حاضر در اکثر نقاط جهان مانند جنوب و مرکز اروپا، کشورهای آسیایی (هندوستان، ژاپن و چین)، بسیاری از کشورهای آفریقایی و همچنین در برزیل و آرژانتین، زمینهای زراعی وسیعی زیر کشت رازیانه قرار دارند (Molinero & Gonzalez., 1995). پراکنش طبیعی رازیانه در ایران در گرگان، مازندران، دره هراز، آذربایجان در ارتفاع ۱۰۰۰ متری، تبریز، گیلان، شمال منجیل و بلوچستان می‌باشد (قهرمان، ۱۳۷۳). اسانس رازیانه از بیش از سی نوع ترکیبات ترپنی یا ترپنوئیدی تشکیل شده‌است که مهمترین آنها آنتول، فنچون، لیمونن و متیل کاویکول می‌باشند (Hornok, 1992). مهدوی و همکاران (۱۳۹۳)، تاثیر اسانس رازیانه را بر شاخص‌های رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و فراسنجه‌های خونی بچه‌ماهی سفید دریای خزر، Gulec و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر مخلوط اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و آویشن شیرازی (*Thymus vulgaris*) را بر رشد و پاسخ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقابل *Yersinia ruckeri*، Nazari & Roozbehani (۲۰۱۵) تاثیر عصاره اتانولی رازیانه بر

باروری، نرخ رشد و بافت گنادی ماهی گوپی را مورد مطالعه قرار دادند. همچنین اثر عصاره رازیانه بر میزان استروژن، پروژسترون و پرولاکتین در موش نیز بررسی شده است (Sadeghpour *et al*., 2015).

تحقیقات زیادی جهت بررسی تأثیرات مشتقات گیاهی مختلف بر گونه‌های ماهی انجام شده است، Asadi و همکاران در سال ۲۰۱۲ عصاره گیاه شاهی آبی (*Nasturtium nasturtium*) را بر پارامترهای سرمی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار دادند. در تحقیقی که توسط Sharif Rohani و همکاران در سال ۲۰۱۳ انجام شد، تأثیر اسانس گیاه آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) بر پارامترهای سرمی تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) مورد ارزیابی قرار گرفت. Xie و همکاران در سال ۲۰۰۸ عصاره ریواس (*Rheum officinale*) را بر پاسخ به استرس تراکم در ماهی کپور معمولی مورد بررسی قراردادند. اما تحقیقی در ارتباط با تأثیر اسانس رازیانه بر پارامترهای سرمی و مقاومت به استرس شوری در بچه‌ماهی سفید دریای خزر انجام نشده است. لذا این تحقیق با هدف فوق برنامه‌ریزی گردید.

مواد و روش کار

ماهی و شرایط پرورش: بچه‌ماهیان سفید از کارگاه شهید رجایی به دانشگاه کشاورزی ساری منتقل شدند. پس از ۲ هفته سازگاری تعداد ۷۵۰۰ قطعه بچه‌ماهی با میانگین وزن ۰/۰۰۲±۰/۶ گرم بصورت تصادفی در ۵ تیمار با سه تکرار (۵۰۰ قطعه در هر تکرار) در تانک‌های ۳۰۰ لیتری با ظرفیت آبگیری ۲۵۰ لیتر ذخیره‌سازی شدند. تعویض آب بصورت روزانه و به میزان ۸۰ درصد آب تانک‌ها بوده است. دمای آب به صورت روزانه و سایر پارامترهای کیفی آب از قبیل اکسیژن (توسط اکسیژن‌متر، مدل CMD200) و pH (توسط pH متر، مدل PB11، Sartorius) و شوری (شوری سنج Senciun5- Hach) به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری گردید. در طول دوره پرورش رژیم نوری به صورت طبیعی بوده (در حدود ۱۵ ساعت روشنایی و ۹ ساعت تاریکی) و میانگین دمای آب ۱/۴±۲۳/۸ درجه سانتی‌گراد، میانگین اکسیژن محلول ۰/۱±ppm۶/۲۶، شوری ۰/۷ و میانگین pH آب ۰/۲±۸/۳۴ اندازه‌گیری شد.

تهیه و آماده‌سازی جیره‌های غذایی: اسانس رازیانه از شرکت باریج اسانس کاشان خریداری شد. مواد تشکیل-دهنده جیره از شرکت خوراک دام و آبزیان شمال ساری تهیه گردید.

به منظور ساخت جیره، بعد از تنظیم فرمول جیره غذایی پایه (جدول ۱) (جمشیدپوده و همکاران، ۱۳۹۳) و آماده‌نمودن مواد مورد نیاز، تهیه جیره غذایی به شرح زیر انجام گرفت.

ابتدا پودر ماهی به وسیله الک ۱۰۰ میکرونی غربال گردید تا نمونه نرم و یک‌دست بدست آید. اجزای خشک مورد نیاز جهت ساخت جیره به کمک ترازوی آزمایشگاهی وزن شده و در ظرف به خوبی مخلوط شدند. روغن مایع، اسانس رازیانه (با مقادیر تعیین شده) و آب در حین مخلوط‌شدن مواد خشک به تدریج به آنها اضافه شد. ترکیب حاصل با استفاده از چرخ گوشت با منافذی به قطر ۲ میلی‌متر بصورت پلت در آورده شد و در تاریکی در فضای آزاد خشک گردید. در نهایت جیره‌ها متناسب با دهان بچه‌ماهیان برای استفاده در طول دوره پرورش شکل گرفتند. اسانس رازیانه در سطوح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (Smith *et al*., 2004; Haghighi & Sharif Rohani, 2013) به غذا اضافه گردید. غذادهی در سه وعده بین ۱۲-۷ درصد توده زنده (در ساعات ۸، ۱۴ و۲۰) در کل دوره پرورش متغیر بود (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳؛ سیف‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۱). دوره پرورش به مدت ۶۰ روز به طول انجامید.

جدول ۱: اجزای تشکیل‌دهنده و آنالیز تقریبی جیره غذایی مورد استفاده در پرورش بچه‌ماهی سفید دریای خزر

Table 1: Ingredients and approximate analysis of used diet in culture of Caspian kutum fry

اقلام غذایی (٪)	درصد
آرد ماهی	۳۰
آرد سویا	۴۰
آرد گندم	۱۶
روغن ذرت	۱۰

ادامه جدول۱:	
مکمل ویتامینی	۲
مکمل معدنی	۲
آنالیز تقریبی جیره	**درصد**
پروتئین	۴۲/۲۶
چربی	۹
رطوبت	۷/۵
خاکستر	۹/۹۷

اندازه‌گیری فراسنجه‌های سرمی: در پایان دوره ۶۰ روزه پرورش از هر تکرار، به طور تصادفی تعداد ۱۵۰ قطعه بچه‌ماهی جهت خون‌گیری انتخاب، با پودر گل میخک با دوز ۵۰ppm (محمدی ارانی، ۱۳۸۵) بیهوش شده و خون‌گیری با قطع ساقه دمی انجام شد. ۲۴ ساعت قبل از خونگیری تغذیه ماهیان قطع گردید. نمونه‌های خون در لوله‌های فاقد ماده ضد انعقاد خون قرار گرفتند و پس از تشکیل لخته، سرم خون (حاصل از خونگیری ۱۵۰ قطعه بچه‌ماهی از هر تکرار) با استفاده از میکروسانتریفوژ (به مدت ۶ دقیقه و دور ۱۳۰۰۰rpm) توسط سمپلر از لخته جدا شده و در میکروتیوپ‌های جداگانه قرار گرفت. نمونه-های سرم جداسازی‌شده تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های سرمی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. اندازه‌گیری پروتئین تام، آلبومین و گلوبولین بر اساس Lowry و همکاران (۱۹۵۲)، گلوکز بر اساس Trinder (۱۹۶۹)، تری‌گلیسیرید و کلسترول بر اساس Zoppi & Fellini (۱۹۷۶)، کورتیزول بر اساس Molinero & Gonzalez (۱۹۹۵) با استفاده از کیت-های آزمایشگاهی پارس‌آزمون و دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico UV- 2150) انجام شد.

آزمایش استرس به شوری: آب دریایی (با شوری ۳۵ گرم/لیتر) مورد نیاز جهت انجام آزمایش استرس شوری از بندر گمیشان تهیه گردید و شوری‌های مورد نیاز (۶، ۱۳ و ۲۰ گرم/لیتر) با استفاده از اختلاط مناسب آب با شوری ۳۵ و ۰/۷ گرم/لیتر تأمین شد.

پس از پایان دوره آزمایش مقاومت بچه‌ماهیان سفید به استرس شوری مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، دو تیمار تغذیه‌شده با جیره حاوی اسانس رازیانه که کمترین و بیشترین درصد افزایش وزن (به‌ترتیب ۴۰۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه در کیلوگرم جیره) را در پایان ۶۰ روز آزمایش نشان دادند (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳)، همراه با تیمار شاهد انتخاب و برای ارزیابی مقاومت بچه‌ماهی‌ها به استرس تحت شوری ۶، ۱۳ و ۲۰ گرم در لیتر قرار گرفتند. ۳۰ قطعه بچه‌ماهی از هر تکرار (تیمار اسانس مورد نظر و شاهد) برای هر تکرار، تیمار استرس شوری در نظر گرفته شد و بمدت ۷۲ ساعت در مخازن ۸۰ لیتری جداگانه با هوادهی مناسب در معرض تنش شوری قرار گرفت (جلالی و همکاران، ۱۳۸۷).

در ۲۴ ساعت اول تنش میزان بقاء بچه‌ماهیان هر ۲ ساعت یکبار بررسی و ثبت گردید و در بقیه ساعات آزمایش هر ۸ ساعت میزان بقا ثبت شد.

خونگیری از ماهیان در ۴ مرحله شامل یک مرحله پیش از استرس و سه مرحله در زمان‌های ۲، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس صورت گرفت (Barcellos *et al.*, 2011). خون ماهی در لوله‌های فاقد ماده ضدانعقاد جمع-آوری و سانتریفوژ شد و سپس کورتیزول و گلوکز سرم تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (در مورد فراسنجه‌های سرمی) و دوطرفه (در مورد مرحله آزمایش به استرس شوری) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۷ و رسم شکل‌ها نیز با نرم افزار Excel انجام شد. برای مقایسه‌ی میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با درصد خطای ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم: نتایج حاصل از بررسی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون بچه‌ماهیان سفید دریای خزر تغذیه‌شده با سطوح مختلف اسانس رازیانه طی ۶۰ روز غذادهی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون بچه‌ماهیان سفید تغذیه‌شده با سطوح مختلف اسانس رازیانه پس از ۶۰ روز غذادهی

Table 2: Biochemical serum parameters of kutum fry fed diet containing different levels of fennel essential oil after 60 feeding days

شاخص‌های خونی	شاهد	رازیانه (۱۰۰ mg/kg)	رازیانه (۲۰۰ mg/kg)	رازیانه (۴۰۰ mg/kg)	رازیانه (۶۰۰ mg/kg)
پروتئین تام (g/dl)	۳/۱۱±۰/۳۱^{c}	۴/۴۳±۰/۰۹^{b}	۴/۱۷±۰/۴۷^{b}	۴/۱۸±۰/۳۶^{b}	۵/۴۲±۰/۱۵^{a}
آلبومین (g/dl)	۱/۷۱±۰/۰۴^{b}	۲/۰۱±۰/۱۲^{a}	۱/۵۰±۰/۰۷^{c}	۱/۴۹±۰/۰۶^{c}	۱/۵۶±۰/۰۵^{c}
گلبولین (g/dl)	۱/۴۰±۰/۳۵^{b}	۲/۴۱±۰/۰۳^{b}	۲/۶۶±۰/۳۹^{b}	۲/۶۹±۰/۴۳^{b}	۵/۱۴±۲/۲۳^{a}
تری‌گلیسیرید (mg/dl)	۲۷۲/۴۰±۱۸/۸۰^{a}	۲۳۶/۴۰±۱۰/۰۰^{b}	۱۱۶/۸۰±۷/۲۰^{d}	۶۴/۰۰±۴/۰۰^{e}	۱۶۶/۴۰±۸/۰۰^{c}
کلسترول (mg/dl)	۲۱۱/۰۸±۱۰/۱^{b}	۲۱۲/۸۰±۹/۸۵^{b}	۲۴۱/۱۳±۳/۲۰^{a}	۲۴۶/۳۰±۱۱/۸۲^{a}	۲۱۶/۵۰±۱/۲^{b}
گلوکز (mg/dl)	۷۳/۷۴±۰/۵۲^{a}	۶۸/۶۴±۱/۸^{ab}	۶۶/۳۷±۴/۲۳^{ab}	۶۹/۴۵±۵/۲۹^{ab}	۶۴/۰۸±۱۰/۸۶^{b}
کورتیزول (µg/dl)	۳۵/۳±۲/۸۵^{a}	۲۷/۲±۱/۲۷^{b}	۲۶/۸۶±۱/۷۳^{b}	۲۹/۶±۱/۴۴^{ab}	۲۵/۱±۳/۸۵^{b}

*میانگین (±انحراف معیار)، حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

*Mean (±STD), Different letters in each raw show significant difference (p< 0.05)

بر همین اساس تمامی تیمارهای حاوی اسانس رازیانه بیشترین مقدار پروتئین تام را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند که این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). در این مقایسه بیشترین میزان پروتئین تام در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره مشاهده شد (p<۰/۰۵). مقایسه میزان آلبومین در تیمار شاهد و تیمارهای حاوی اسانس رازیانه نشان داد که بیشترین میزان آلبومین در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (p<۰/۰۵) و کمترین آن در تیمار۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره بود (p<۰/۰۵).

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، بیشترین میزان گلبولین در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد و سایر تیمارهای حاوی اسانس رازیانه بود (p<۰/۰۵). کمترین میزان در تیمار شاهد مشاهده شد (p<۰/۰۵). افزودن اسانس رازیانه به جیره غذایی بچه‌ماهی سفید دریای خزر موجب کاهش معنی‌دار تری‌گلیسیرید خون تیمارها نسبت به شاهد گردید (p<۰/۰۵) و کمترین میزان تری‌گلیسیرید در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره مشاهده شد (p<۰/۰۵). بیشترین میزان کلسترول در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره بدست آمد که با تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه اختلاف معنی‌دار نداشت (p>۰/۰۵). در حالی که با تیمار شاهد و سایر تیمارهای حاوی اسانس رازیانه اختلاف معنی‌دار وجود داشت (p<۰/۰۵). همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، بیشترین میزان گلوکز در تیمار شاهد مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه به ازای هر کیلوگرم جیره می‌باشد (p<۰/۰۵). کمترین میزان گلوکز در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه بر کیلوگرم جیره مشاهده شد (p<۰/۰۵). به‌طور کلی در تیمارهای حاوی اسانس میزان گلوگز کمتر از تیمار شاهد بوده است.

پارامترهای کیفی آب در مرحله آزمایش استرس شوری: در هنگام تنش شوری پارامترهای کیفی آب به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. مقادیر بدست‌آمده در جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول۳: پارامترهای کیفی آب در حین استرس شوری بچه‌ماهی سفید دریای خزر

Table 3: Water quality parameters during salinity stress test of Caspian kutum fry

شوری	دما (سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	pH	TDS (میلی‌گرم در لیتر)	هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس)
شوری۶ (g/lit)	۲۱/۶۷±۰/۳۳۰	۷/۶۲±۰/۴۸۵	۸/۱۲±۰/۵۶۰	۱۲/۳۴±۰/۱۴۱	۲۳/۴±۰/۸۸۶
شوری۱۳(g/lit)	۲۱/۷±۰/۱۱۵	۸/۰۲±۰/۱۲۵	۸/۰۱±۰/۰۶۲	۸/۸۸±۰/۰۷۰	۱۶/۵۳±۰/۱۰۶
شوری۲۰(g/lit)	۲۱/۷۷±۰/۱۲۵	۷/۹±۰/۶۹۵	۸/۲۲±۰/۰۲۸	۶/۹۷±۰/۰۲۳	۷/۳۹±۰/۳۶۴

نتایج حاصل از آزمایش استرس به شوری: بر اساس جدول ۲، در زمان قبل از استرس میزان کورتیزول در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه در مقایسه با تیمار شاهد و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس کمترین مقدار بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد ($p<۰/۰۵$).

مطابق جدول ۴، در شوری ۶ گرم/لیتر، میزان کورتیزول در تیمارهای شاهد، ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه، در زمان‌های ۲، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس نسبت به زمان پیش از استرس افزایش یافت ($p>۰/۰۵$).

در شوری ۱۳ گرم/لیتر، میزان کورتیزول در تیمارهای شاهد، ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس و در زمان‌های ۲، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس، نسبت به زمان قبل از استرس افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). اثر متقابل زمان و غلظت اسانس بین تیمارها معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت پس از استرس کمترین تغییر نسبت به زمان پیش از استرس، در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه مشاهده شد، اما در زمان ۷۲ ساعت کمترین تغییر نسبت به زمان پیش از استرس، در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس مشاهده شد.

بین فاصله زمانی ۲۴ تا ۷۲ ساعت از شروع استرس شوری، بچه‌ماهی های تیمار شاهد که تحت استرس شوری ۲۰ گرم/لیتر قرار گرفتند، همگی تلف شدند. بنابراین در شوری ۲۰ گرم/لیتر، در زمان ۷۲ ساعت پس از استرس شوری، مقایسه آماری بین تیمارها انجام نشد.

میزان کورتیزول در تیمار شاهد در شوری ۲۰ گرم/لیتر در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت پس از استرس افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). در تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس نیز در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت افزایش میزان کورتیزول نسبت به زمان پیش از استرس بدست آمد ($p<۰/۰۵$). همچنین اثر متقابل زمان و غلظت اسانس بین تیمارها معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت پس از استرس شوری بیشترین تغییرات نسبت به زمان پیش از استرس در تیمار شاهد مشاهده شد.

بر اساس جدول ۲، قبل از استرس میزان گلوکز در تیمار شاهد بیشترین مقدار بدست آمد، که از نظر آماری اختلاف معنی‌دار با تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). یافته‌های حاصل از مقایسه میزان گلوکز در شوری ۶ گرم/لیتر، در زمان‌های مختلف پس از استرس شوری و قبل از استرس در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: میزان کورتیزول و گلوکز خون بچه‌ماهیان سفید تغذیه‌شده با اسانس رازیانه پس از ۶۰ روز غذادهی پیش از استرس شوری (شوری ۰/۷ گرم/لیتر) و پس از اعمال استرس با شوری‌های مختلف (۶، ۱۳ و ۲۰ گرم/لیتر) در زمان‌های ۲، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس

Table 4: Cortisol and glucose level of Caspian kutum fry fed diet containing fennel essential oil after 60 feeding days before salinity stress (0.7 gr l^{-1}) and after stress with different salinity (6, 13, 20 gr l^{-1}) in 2, 24 and 72 h after stress test.

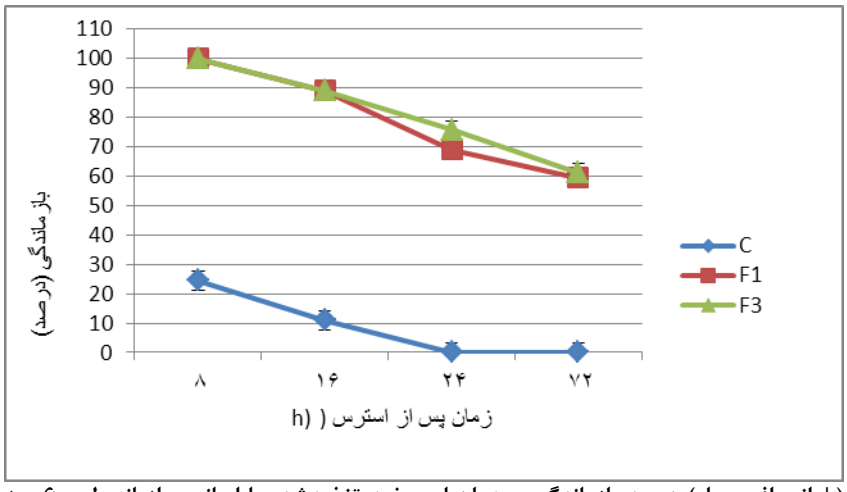
شوری (g/l)	شاخص	زمان / اسانس رازیانه (mg/kg)	پیش از استرس (شوری ۰/۷ گرم/لیتر)	۲ ساعت پس از استرس	۲۴ ساعت پس از استرس	۷۲ ساعت پس از استرس
۶	کورتیزول (µg/dl)	شاهد (صفر)	۳۵/۲۰ ±۲/۵۴ abc	۳۶/۳ ±۱/۱۸abc	۳۸/۴۰ ±۱/۱۸ ab	۴۰/۳۰ ±۱/۱۸ a
		۱۰۰	۲۷/۲۰ ±۲/۲۱c	۲۹/۳۵ ±۱/۱۸ bc	۳۰/۵ ±۱/۱۸ abc	۳۴/۴۰ ±۱/۱۸ abc
		۴۰۰	۲۹/۶۰ ±۶/۵۳ bc	۳۲/۳۰ ±۱/۱۸abc	۳۴/۰۵ ±۱/۱۸ abc	۳۸/۹۰±۱/۱۸ab
۱۳	کورتیزول (µg/dl)	شاهد (صفر)	۳۵/۲۰ ±۲/۵۴ cd	۴۲/۱۰ ±۱/۴۱ b	۴۴/۳۰ ±۱/۴۱b	۴۹/۵۰ ±۱/۴۱ a
		۱۰۰	۲۷/۲ ±۲/۲۱f	۳۰/۷۵ ±۱/۴۱def	۳۳/۸۵ ±۱/۴۱cde	۴۲/۱۰ ±۱/۴۱ b
		۴۰۰	۲۹/۶۰ ±۶/۵۳ ef	۳۵/۹۰ ±۱/۴۱cd	۳۹/۲۰ ±۱/۴۱bc	۴۲/۹۵ ±۱/۴۱ b
۲۰	کورتیزول (µg/dl)	شاهد (صفر)	۳۵/۲ ±۲/۵۴ d	۶۰/۱ ±۰/۲۹ b	۶۸/۲۰ ±۰/۲۹ a	-
		۱۰۰	۲۷/۲۰ ±۲/۲۱ e	۵۰/۷۶ ±۰/۲۹c	۵۲/۸۰ ±۰/۲۹ c	-
		۴۰۰	۲۹/۶ ±۶/۵۳de	۵۲/۷۵ ±۰/۲۹ c	۵۶/۱۰ ±۰/۲۹ bc	-
۶	گلوکز (mg/dl)	شاهد (صفر)	۷۳/۴۰ ±۰/۵۲ c	۱۲۵/۹۶ ±۱/۰۵a	۴۶/۵۶ ±۱/۰۵e	۵۷/۶۷ ±۱/۰۵ d
		۱۰۰	۶۸/۶۴ ±۱/۸ c	۶۹/۰۳ ±۱/۰۵c	۴۳/۶۲ ±۱/۰۵ e	۶۸/۰۷ ±۱/۰۵ c
		۴۰۰	۶۹/۴۵ ±۵/۲c	۱۰۰/۸ ±۱/۰۵b	۴۶/۵۶ ±۱/۰۵ e	۵۵/۷۲ ±۱/۰۵d
۱۳	گلوکز (mg/dl)	شاهد (صفر)	۷۳/۴۰ ±۰/۵۲cde	۹۱/۵۰ ±۵/۳ a	۸۳/۴۱ ±۵/۳ abc	۷۴/۴۰ ±۵/۳ def
		۱۰۰	۶۸/۶۴ ±۱/۸ def	۷۸/۶۲ ±۵/۳ bce	۷۲/۵۴ ±۵/۳ de	۶۸/۳۷ ±۵/۳ ef
		۴۰۰	۶۹/۴۵ ±۵/۲def	۸۶/۳۴ ±۵/۳ ab	۶۹/۴۰ ±۵/۳ef	۶۰/۹۸ ±۵/۳ f
۲۰	گلوکز (mg/dl)	شاهد (صفر)	۷۳/۴ ±۰/۵۲ d	۲۱۶/۸۶ ±۲/۲۷ a	۱۴/۶۶ ±۲/۲۷ e	-
		۱۰۰	۶۸/۶۴ ±۱/۸d	۱۳۲/۳۵ ±۲/۲۷ c	۱۳/۷۲ ±۲/۲۷ e	-
		۴۰۰	۶۹/۴۵ ±۵/۲ d	۱۵۳/۲۲ ±۲/۲۷ b	۱۱/۶۰ ±۲/۲۷ e	-

*میانگین (±انحراف معیار)، حروف متفاوت در مورد هر شاخص نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در هر شوری است (p<۰/۰۵).

*Mean (±STD), Different letters for each indices show significant difference in each salinity (p< 0.05)

در شوری ۶ گرم/لیتر و در زمان ۲ ساعت پس از استرس شوری میزان گلوکز در تیمار شاهد نسبت به زمان قبل از استرس، افزایش یافت (p<۰/۰۵). و در زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس، افزایش میزان گلوکز نسبت به زمان قبل از استرس مشاهده شد (p>۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس، در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت پس از استرس نسبت به زمان پیش ازاسترس افزایش یافت (p>۰/۰۵). اما در زمان ۷۲ ساعت، کاهش میزان گلوکز نسبت به زمان پیش ازاسترس مشاهده شد (p>۰/۰۵). در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه، میزان گلوکز در زمان ۲ ساعت پس از استرس نسبت به زمان قبل از استرس، افزایش یافت (p<۰/۰۵) اما در زمان ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس، میزان گلوکز نسبت به زمان قبل از استرس کاهش یافت (p>۰/۰۵). اثر متقابل زمان و غلظت اسانس، بین تیمارها معنی‌دار بود (p۰/۰۵). همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، میزان گلوکز در شوری ۱۳ گرم/لیتر در تیمار شاهد در زمان ۲ ساعت پس از استرس شوری، نسبت به زمان قبل از استرس افزایش یافت

(p<۰/۰۵). اما در زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس نسبت به زمان قبل از استرس کاهش یافت (p<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس، میزان گلوکز در زمان ۲ ساعت پس از استرس افزایش یافت (p>۰/۰۵). در زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس کاهش میزان گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس مشاهده شد که در زمان ۲۴ ساعت دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۵). اما در زمان ۷۲ ساعت این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس، در زمان ۲ ساعت پس از استرس، سطح گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس افزایش یافت (p<۰/۰۵). در زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت همانند تیمار شاهد و ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس کاهش معنی‌دار میزان گلوکز نسبت به زمان قبل از استرس مشاهده شد (p<۰/۰۵). اثر متقابل زمان و اسانس بین تیمارها معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). در شوری ۲۰ گرم/لیتر میزان گلوکز در تیمار شاهد در زمان ۲ ساعت پس از استرس نسبت به زمان پیش از استرس کاهش یافت(p<۰/۰۵). اما در زمان ۲۴ ساعت پس از استرس شوری میزان گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس کاهش یافت (p<۰/۰۵). در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس، در زمان ۲ ساعت پس از استرس افزایش معنی‌دار میزان گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس مشاهده شد (p<۰/۰۵). ولی در زمان ۲۴ ساعت پس از استرس نسبت به زمان پیش از استرس کاهش معنی‌دار یافت (p<۰/۰۵). در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس و در زمان ۲ ساعت پس از استرس میزان گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس افزایش یافت (p<۰/۰۵). اما در زمان ۲۴ ساعت پس از استرس گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس کاهش معنی‌دار یافت (p<۰/۰۵). اثر متقابل زمان و اسانس بین تیمارها معنی‌دار بود (p<۰/۰۵).



شکل ۱: مقایسه میانگین (± انحراف معیار) درصد بازماندگی بچه‌ماهیان سفید تغذیه‌شده با اسانس رازیانه طی ۶۰ روز غذادهی، تحت استرس شوری ۲۰ گرم/لیتر. گروه شاهد (C) و تیمارهای اسانس رازیانه (F1: ۱۰۰، F3: ۴۰۰،میلی‌گرم اسانس بر کیلوگرم جیره)

Figure 1: Comparison of mean (±STD) survival rate of Caspian Kutum fry fed diet containing fennel essential oil during 60 feeding days, salinity stress test with 20 g l^{-1}. Control group (C) and fennel essential oil treatments (F1: 100, F2: 400 mg kg^{-1}diet)

بچه‌ماهیان تیمارهای شاهد، ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه که تحت استرس شوری ۶ و ۱۳ گرم/لیتر قرار گرفتند، فاقد تلفات بوده و بازماندگی ۱۰۰ درصد را در طول مدت ۷۲ ساعت استرس نشان دادند. در شوری ۲۰ گرم/لیتر، تلفات در تیمار شاهد ۳ ساعت پس از ذخیره-سازی بچه‌ماهیان آغازشد و در زمان ۸ ساعت پس از استرس شوری بازماندگی حدود ۲۵ درصد بود و پس از ۲۴ ساعت تمامی بچه‌ماهیان تلف شدند. اما در تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه، تلفات در حدود ۱۲ ساعت پس از ذخیره‌سازی آغاز شد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده‌است، بالاترین بقاء در تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم اسانس رازیانه مشاهده شد (p<۰/۰۵).

بحث

فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم: نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که افزودن اسانس رازیانه به جیره غذایی بچه‌ماهیان سفید دریای خزر موجب افزایش میزان پروتئین تام، آلبومین و گلبولین سرم در مقایسه با گروه شاهد گردید.

Asadi و همکاران در سال ۲۰۱۲ نیز دریافتند که عصاره گیاه شاهی آبی (*Nasturtium nasturtium*) موجب افزایش پروتئین تام و گلبولین سرم خون در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود، اما تغییر معنی‌داری در میزان آلبومین ایجاد نمی‌کند.

رابطه مستقیمی بین میزان سنتز پروتئین در بافت کبد و پروتئین پلاسما وجود دارد. در واقع میزان پروتئین پلاسما می‌تواند با افزایش سنتز پروتئین در بافت کبد در ماهی‌هایی که تحت تیمار اسانس گیاهی قرار گرفتند، افزایش یابد (Banaee *et al*., 2008). پروتئین تام شامل آلبومین و گلبولین است. بعضی از گلبولین‌ها در کبد تولید می‌شوند، در حالی که سایر آن‌ها توسط سیستم ایمنی تولید می‌شوند (Sandnes *et al*., 1988). در واقع افزایش در پروتئین تام، آلبومین و گلبولین پلاسما می‌تواند مربوط به پاسخ ایمنی ذاتی بالاتر نیز باشد (Wiegertjes *et al*., 1996). پژوهش Sharif Rohani و همکاران در سال ۲۰۱۳ بیان می‌کند که، اسانس گیاه آویشن شیرازی (*Zataria moltiflora*) تغییری در میزان آلبومین سرم خون تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) ایجاد نکرد اما موجب ایجاد تغییر معنی‌دار در میزان پروتئین تام شد. به طوری که در سطح ۱۵ گرم اسانس در کیلوگرم جیره بالاترین میزان پروتئین تام را نشان داد.

اسانس رازیانه موجب افزایش کلسترول و کاهش تری‌گلیسیرید در بچه‌ماهیان سفید دریای خزر شد بطوریکه بیشترین میزان کلسترول و کمترین میزان تری-گلیسیرید در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه مشاهده شد. کلسترول یکی از استرول‌های مهم جانوران است که معمولاً به شکل آزاد و یا متصل به اسیدهای چرب در همه سلول‌ها و خون یافت می‌شود. همچنین یکی از پیش-سازهای ترکیبات فیزیولوژیک متعددی مانند هورمون‌های جنسی، کورتیکوئیدهای فوق کلیه، اسیدهای صفرا و ویتامین D است (Richard *et al*., 2006). در پژوهشی که توسط John و همکاران در سال ۲۰۱۱ انجام شد، افزودن پودر گیاهان دارویی از قبیل صبر زرد یا آلوئه ورا (*Adathoda vasica*)، ریحان (*Ocimum bascilicum*) و گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*) به جیره غذایی ماهی *Lobeo rohita* موجب افزایش کلسترول و کاهش تری‌گلیسیرید خون شدکه نتایج تحقیق حاضر در توافق با این نتایج می‌باشد. اما در پژوهش Ji و همکاران در سال ۲۰۰۷ که تعدادی از گیاهان دارویی از قبیل پودر میوه *Massa medicata* و دولانه (*Crataegi fructus*)، برگ‌های *Artemisia capillaries* و ریشه *Cnidiu officinale* را به جیره غذایی سیم دریایی افزودند و در تیمار حاوی ترکیبی از گیاهان دارویی کاهش معنی‌داری را در میزان تری‌گلیسیرید نسبت به گروه شاهد و تیمار حاوی گیاه *Massa medicata* مشاهده کردند. اما تفاوت معنی‌داری را در میزان کلسترول پلاسما مشاهده نکردند.

تحقیق Banaee و همکاران (۲۰۰۸) مبنی بر تأثیر تجویز خوراکی عصاره خارمریم در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، بیان می‌کند که، عصاره خارمریم موجب کاهش تری‌گلیسیرید و کلسترول پلاسمای خون می‌شود. این کاهش به‌ویژه دز ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم عصاره بر کیلوگرم جیره مشاهده شد. تری‌گلیسیریدها اصلی‌ترین فرم لیپید در بدن هستند و توسط سلول‌های چربی حمل و در زیر پوست و یا در ماهیچه‌ها انباشته می‌شوند (Banaee *et al*., 2008). به نظر می‌رسد استفاده از اسانس رازیانه در جیره غذایی بچه‌ماهیان سفید دریای خزر مانع از تجمع چربی در بافت‌ها شده باشد.

مقاومت به استرس شوری در بچه‌ماهی سفید دریای خزر: در آبزی‌پروری، کاربرد گیاهان دارویی بعنوان محرک سیستم ایمنی می‌تواند منجر به افزایش مکانیزم دفاعی داخلی ماهی علیه پاتوژن‌ها در طول مدت استرس‌هایی از قبیل پرورش متراکم، درجه‌بندی، انتقال به دریا، واکسیناسیون و تولیدمثل شود (Haghighi & Sharif Rohani, 2013).

در پژوهش حاضر تأثیر اسانس رازیانه بر کورتیزول و گلوکز خون بچه‌ماهیان سفید دریای خزر در زمان‌های ۲،

۲۴ و ۷۲ ساعت پس از استرس شوری و در شوری‌های ۶، ۱۳ و ۲۰ گرم/لیتر مورد بررسی قرار گرفت.

قبل از استرس میزان کورتیزول در تیمارهای حاوی اسانس، در مقایسه با تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. اما، بر اساس نتایج، شوری ۶ گرم/لیتر موجب ایجاد تغییر محسوس و تفاوت معنی‌داری در میزان کورتیزول خون بچه‌ماهیان در تیمارهای مختلف نشده است (جدول ۴). بر این اساس می‌توان گفت که شوری ۶ گرم/لیتر برای بچه‌ماهیان سفید دریای خزر استرس‌زا نمی‌باشد. اما در شوری ۱۳ گرم/لیتر در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت پس از استرس میزان کورتیزول خون در هر سه تیمار افزایش یافت.

افزایش کورتیزول پلاسما یک پاسخ اولیه به استرس می‌باشد (Haukenes *et al*., 2008). در واقع کورتیزول، گلوکوکورتیکوئید اصلی است که توسط بافت‌های کلیه ترشح می‌شود (Mommsen *et al*., 1999). اگرچه کورتیزول نقش‌های مختلفی در پاسخ به استرس از قبیل تأمین انرژی، تحریک فرآیند تنظیم یون و کمک به تأمین یون اکسیژن در شرایط کمبود اکسیژن ایفا می‌کند، اما افزایش طولانی مدت کورتیزول می‌تواند موجب کاهش لنفوسیت و گلبول سفید (Pickering & Pottinger, 1987) وتخریب اندام‌های ایمنی از قبیل کبد و تیموس (Demers & Bayne, 1997) شود. با استفاده از رژیم-های مختلف غذایی می‌توان پاسخ کورتیزول به استرس را بهبود بخشید. Xie و همکاران در سال ۲۰۰۸ بیان کردند که استفاده از عصاره ریواس (*Rheum officinale*) در جیره غذایی ماهی کپور معمولی در زمان ۲۴ ساعت پس از استرس تراکم موجب افزایش میزان کورتیزول در تیمارهای شاهد، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد عصاره گردید که در سطح ۲٪ نسبت به سایر تیمارها تغییر کمتری در میزان کورتیزول نسبت به زمان پیش از استرس نشان داد.

Najafpour و همکاران در سال ۲۰۱۲ اثبات کردند که افزودن ۲ و ۵٪ عصاره ریواس (*Rheum rebis*) به جیره غذایی بچه‌ماهی سفید دریای خزر موجب کاهش پاسخ کورتیزول به استرس دمایی می‌شود. در واقع در بچه‌ماهیان تحت تغذیه با ۲ و ۵٪ از عصاره، کمترین میزان افزایش کورتیزول نسبت به زمان پیش از استرس دمایی مشاهده شد. و این امر می‌تواند بدلیل وجود مشتقات آنتروکینون موجود در عصاره باشد. در تحقیق حاضر، در شوری‌های مختلف در تیمارهای حاوی اسانس کمترین تفاوت نسبت به قبل از استرس مشاهده شد که می‌تواند در نتیجه خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس رازیانه باشد. عوامل ضد اکسیدانی از جمله عوامل مختلفی می‌باشند که در مقاومت بچه‌ماهیان به استرس مؤثرند (Montero *et al*., 1998;Belo *et al*., 2005). خاصیت ضداکسیدانی موجود در اسانس رازیانه ناشی از وجود ترکیبات فنلی موجود در گیاه می‌باشد (Chang *et al*., 2013).

بر اساس جدول ۲ قبل از استرس تفاوت معنی‌داری در میزان گلوکز بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. با این وجود میزان گلوکز در تیمارهای حاوی اسانس مقدار پایین‌تری بدست آمد. Sahu و همکاران در سال ۲۰۰۷ کاربرد پودر سیر در جیره غذایی ماهی *Labeo rohita* را موجب کاهش گلوکز خون در مقایسه با تیمار شاهد دانستند. s-allyl سیستئین سولفوکسید موجود در سیر موجب کاهش گلوکز خون می‌گردد (Smith *et al*., 2004). در تحقیق حاضر نیز اسانس رازیانه موجب کاهش گلوکز خون شده است که علت این امر را می‌توان به ویژگی ضد دیابتی (فلاح‌حسینی و همکاران.، ۱۳۸۳؛ El-Anitha *et al*., 2014؛ Soud *et al*., 2011) اسانس رازیانه نسبت داد. بعد از استرس شوری و در شوری ۶ گرم/لیتر در تیمارهای حاوی اسانس کمترین پاسخ گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس بدست آمد (جدول ۴). در شوری ۱۳ گرم/لیتر میزان گلوکز در زمان ۲ ساعت پس از استرس در تمامی تیمارها نسبت به زمان پیش از استرس افزایش یافت و این افزایش در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها بدست آمد. و بعد از آن در زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت میزان گلوکز در هر سه تیمار نسبت به زمان پیش از استرس کاهش یافت (جدول ۴). در شوری ۲۰ گرم/لیتر نیز بیشترین مقدار افزایش گلوکز در ۲ ساعت پس از استرس در تیمار شاهد مشاهده شد. در زمان ۲۴ ساعت پس از استرس کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان گلوکز مشاهده شد (جدول ۴).

گلوکز از پاسخ‌های ثانویه‌ای است که اندازه‌گیری آن در زمان استرس بسیار متداول می‌باشد (عبدالله‌مشایی،

۱۳۷۹). گلوکز کربوهیدراتی است که با تولید ATP دارای نقش مهمی در تولید انرژی جانوران می‌باشد. تحت شرایط استرس، کاتکولامین و کورتیزول با تأثیر بر کبد سبب القا گلیکولیز یا گلوکونئوژنزیز می‌شوند و در نهایت موجب افزایش گلوکز پلاسما می‌گردند (Axelord & Reisine, 1984).

بر اساس نتایج ذکر شده می‌توان بیان کرد که اسانس رازیانه می‌تواند در کنترل میزان گلوکز در حین استرس مؤثر واقع شود. طبق توضیحات عنوان شده از زمان ۲۴ ساعت پس از استرس روند نزولی در میزان گلوکز مشاهده شد. بنابراین می‌توان گفت که احتمالا استرس بر گلوکز خون اثر لحظه‌ای دارد و با طولانی شدن مدت استرس میزان گلوکز می‌تواند به سطح قبل از استرس برگردد (Hsieh *et al*., 2003). در پژوهش Xie و همکاران (۲۰۰۸)، افزودن عصاره ریواس به جیره غذایی ماهی کپور معمولی موجب افزایش گلوکز در تمامی تیمارها پس از استرس تراکم گردید، ولی در تیمارهای حاوی ۲٪ و ۵٪ عصاره میزان تغییرات گلوکز نسبت به زمان پیش از استرس در مقایسه با گروه شاهد کمتر بود. Harikrishnan و همکاران در سال ۲۰۱۲ تأثیر عصاره انار را بر ماهی کفشک مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که عصاره انار موجب افزایش میزان گلوکز پلاسما بعد از رویارویی با باکتری *Philasterides dicentrarchi* گردید. در صورتی که در تیمار شاهد میزان گلوکز پس از رویارویی با باکتریایی کاهش یافت.

مقاومت در برابر تنش شوری تحت تأثیر عواملی مانند میزان شوری، عوامل محیطی، گونه، دستکاری، اندازه، سن، مراحل مختلف زیستی و شرایط تغذیه‌ای قرار دارد (Clarke, 1982). در پژوهش حاضر پس از تنش شوری تفاوت قابل ملاحظه‌ای در میزان بازماندگی در تیمارهای حاوی اسانس رازیانه مشاهده شد و بالاترین بازماندگی در تیمارهای حاوی اسانس رازیانه بدست آمد (شکل ۱). گیاهان دارویی مورد استفاده در آبزی‌پروری دارای ویژگی‌هایی از قبیل تحریک اشتها، بهبود سیستم ایمنی و ضد استرس می‌باشند، که ناشی از مواد مؤثره موجود در آنها از قبیل آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، رنگدانه‌ها، ترکیبات فنولیک، ترپنوئید، استروئیدها و اسانس‌های روغنی می‌باشند (Bafina & Mishra, 2005). با توجه به تأثیر ترکیبات فنولیک بر سلامت انسان‌ها، این ترکیبات در بین متخصصان تغذیه و مصرف کنندگان مورد توجه قرار دارد. وجود ترکیبات فنولیک در اسانس رازیانه در جلوگیری از بیماری‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند (Marino *et al*., 2007). بنابراین کاربرد مکمل اسانس رازیانه در جیره غذایی بچه‌ماهیان سفید دریای خزر می‌تواند موجب افزایش ایمنی و مقاومت بچه‌ماهیان در برابر عوامل استرس‌زای محیطی گردد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری مدیریت و پرسنل محترم کارگاه تکثیر و پرورش شهید رجایی ساری و مدیریت محترم کارخانه خوراک دام و آبزیان شمال تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

امینیان‌فتیده، ب.، حسین‌زاده صحافی، ه.، شعبانی، ع. و یغمایی، ف.، ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات تولیدمثلی ماهی سفید در دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی، ۷۹: ۱۴۴-۱۵۲.

جلالی، م.ع.، حسینی، س.ع.، ایمانپور، م.ر. و علی-محمدی، س.ا.، ۱۳۸۷. اثر آرتمیای ارومیانای غنی شده با ویتامین E و اسیدهای چرب غیر اشباع بر میزان رشد، بازماندگی و مقاومت به تنش شوری در لارو فیل ماهی (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران، ۱۷:۴-۸.

جمشیدپوده، م.، اسماعیلی فریدونی، ا.، اورجی، ح. و جانی‌خلیلی، خ.، ۱۳۹۳. تأثیر جایگزینی روغن ماهی جیره با روغن‌های گیاهی بر شاخصه‌های رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus Kutum*). مجله پژوهشهای جانوری (زیست‌شناسی ایران)، ۲۷(۳)، ۳۲۹-۳۳۷.

رضوی‌صیاد، ب.، ۱۳۷۴. ماهی سفید. موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ۱۶۵ صفحه.

سیف‌آبادی، س.ج.، اورجی، ح. و نظری، ر.م.، ۱۳۸۱. تأثیر ال-کارنیتین روی مراحل رشد اولیه ماهی سفید دریای خزر. مجله علوم دریایی ایران، ۴:۷۷-۸۳.

عبدالله‌مشایی م.، ۱۳۷۹. فیزیولوژی ماهی در سیستم های پرورش متراکم. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان - اداره کل آموزش و ترویج، ۳۰۲ صفحه.

عنایت‌غلامپور، ط.، ایمانپور، م.ر.، حسینی، س.ع. و شعبانپور، ب.، ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های رشد، میزان بازماندگی، غذاگیری و پارامترهای خونی در بچه‌ماهیان سفید *Rutilus frisii Kutum*. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۴): ۵۳۹-۵۴۹.

فارابی، س.م.و.، بهروزی، ش.، قانعی، م.، آذری، ع. و شریفیان، م.، ۱۳۹۲. بررسی اثر شوری و گل‌آلودگی بر نرخ بازماندگی و تغییرات بافت آبشش بچه‌ماهیان سفید کمتر از یک گرم. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحدآزادشهر. ۷ (۳): ۷۳-۸۴.

فضلی، ح.، کر، د. و دریانبرد، غ.، ۱۳۹۳. پراکنش زمانی و مکانی ماهی سفید (*Rutilus frisii Kutum*) در سواحل ایرانی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۳ (۱): ۶۳-۷۵.

فلاح‌حسینی، ح.، همتی‌مقدم، ا. وعلویان، س.م.، ۱۳۸۳. مروری بر گیاه دارویی خارمریم. فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۱: ۱۴-۲۴.

قاسمی‌پیربلوطی، ع.، پیر علی، ا.، پیشکار، غ.ر.، جلالی، س.م.م.، رییسی، م.، جعفریان دهکردی، م. و حامدی، ب.، ۱۳۹۰. اثر اسانس چند گیاه دارویی بر سیستم ایمنی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mikiss*). فصل نامه ی داروهای گیاهی، ۲: ۱۴۹-۱۵۵.

قهرمان، آ.، ۱۳۸۷.کروموفیتهای ایران. نشر دانشگاهی. ۷۶۴ صفحه.

محمدی‌ارانی، م.، ۱۳۸۵. بررسی اسانس میخک (*Eugenia cariophyllata*) بر بیهوشی بچه تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران: ۲۲(۳): ۱۸۸-۱۹۲.

مهدوی، س.، یگانه، س.، فیروزبخش، ف. و جانی خلیلی، خ.، ۱۳۹۳. تاثیر مکمل اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) جیره بر رشد، بقا، ترکیب بدن و پارامترهای همانولوژیکی بچه ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus Kutum*). مجله علوم و فنون، ۳: ۹۰-۷۹.

Anitha, T., Balakumar, C., Ilango, K.B., Benedict Jose, C. and Vetrivel, D., 2014. Antidiabetic activity of the aqueous extracts of *Foeniculum vulgare* on streptozotocin –induced diabetic rats. Internatinal Journal of Advances in Phrmacy, Biology and Chemistry, 3(2): 487-494.

Asadi, M.S., Mirvaghefei, A.R., Nematollahi, M.A., Banaee, M. and Ahmadi, K., 2012. Effects of Watercress (*Nasturtium nasturtium*) extract on selected immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Open Veterinary Journal. 2: 32-39.

Axelord, J. and Reisine, T.D., 1984. Stress hormones: Their interaction and regulation. Science. 224: 542-459.

Bafina, A.R. and Mishra, S.H., 2005. Immunomodulatory activity of methanol extract of roots of *Cissampelos pareira* Linn. Ars Pharmaceutica. 46: 253-262.

Banaee, M., Mirvagefei, A.R., Rafei, G.R. and Amiri, B.M., 2008. Effect of sub-lethal diazinon concentrations on blood plasma biochemistry. International Journal of Environmental Research, 2(2): 189-198.

Barcellos, L.G.J., Volpato, G.L., Barreto, R.E., Coldebella, I. and Ferreira, D., 2011. Chemical communication of

tiger shrimp *(Penaeus monodon)* with reference to haematological, biochemical and immunological changes. Fish and Shellfish Immunology, 21:372-384. Doi.org/10.1016/j.fsi.2006.01.002.

Clarke, W., 1982. Evaluation of the seawater challenge test as an index of marine survival. Aquaculture, 28:177-183. Doi.org/10.1016/0044-8486(82)90020-5.

Demers, N.E. and Bayne, C.J., 1997. The immediate effects of stress on hormones and plasma lysozyme in rainbow trout. Developmental and Comparative Immunology, 21:363-373. Doi.org/10.1016/S0145-305X(97)00009-8.

Diaaz-Maroto, M.C., Pea rez-Coello, M.S., Esteban, J. and Sanz, J., 2006. Comparison of the volatile composition of wild fennel samples (*Foeniculum vulgare* Mill.) from Central Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54:6814–6818. Doi.10.1021/jf0609532.

Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Spring, P., Sweetman, J., Moate, R. and Davies, S.J., 2010. Effectsof mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance, feed utilisation, intestinal histology and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture. 300:182-188. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.01.015

El-Soud, N.A., El-Laithy, N., El-Saeed, G., Wahby, M.S., Khalil, M., Morsy, F. and Shaffie, N., 2011. Antidiabetic activities of *Foeniculum vulgare* Mill. Essential oil in Streptozotocin induced diabetic rats.

handling stress in Fish. Physiology & Behavior, 103: 372-375. Doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.03.009.

Belo, M.A.A., Schalch, S.H.C., Moraes, F.R., Soares, V.E., Otoboni, A.M.M.B. and Moraes, J.E.R., 2005. Effect of dietary supplementation with vitamin E and stocking density on macrophage recruitment and giant cell formation in the teleost fish, *Piaractus mesopotamicus*. Journal of Comparative Pathology, 133:146–154. Doi.org/10.1016/j.jcpa.2005.04.004

Beaux, D., Fleurentin, J. and Mortier, F., 1997. Diuretic action of hydroalcohol extract of *Foeniculum vulgare* var. dulce (D.C.) roots in rats. Phytotherapy Research, 11:320–322. Doi.10.1002/(SICI)1099-1573 (199706) 11: 4<320::AID-PTR92>3.0.CO;2-N.

Boggio, S.M., Hardy, R.W., Babbitt, J.K. and Brannon, E.L., 1985. The influence of dietary lipid source and alpha-tocopheryl acetate level on product quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, 51:13–24. Doi.org/10.1016/0044-8486(85)90236-4.

Chang, Sh., Bassiri, A. and Jalali, H., 2013. Evaluation of antioxidant activity of Fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extract on oxidative stability of Olive oil. Journal of Chemical Health Risks 3(2): 53-61.

Citarasu, T., Sivaram, V., Immanuel, G., Rout, N. and Murugan, V., 2006. Influence of selected Indian immunostimulant herbs against white spot syndrome virus (WSSV) infection in black

Macedonian Journal of Medical Sciences, 4(2): 139-146.
Doi. https://doi.org/10.3889/MJMS.1857-5773.2011.0173.

Gulec, A.K., Danabas, D., Ural, M., Seker, E., Arslan, A. and Serdar, O., 2013. Effect of mixed use of thyme and fennel oils on biochemical properties and electrolytes in rainbow trout as a response to *Yersinia ruckeri* infection. Acta Veterinaria Brno, 82: 297-302. Doi. org/10.2754/avb201382030297.

Haghighi, M. and Sharif Rohani, M., 2013. The effects of powdered ginger (*Zingiber officinale*) on the haematological and immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Medical Plant and Herbal Therapy Research,1: 8-12.

Harikrishnan, R., Kim, J-S., Kim, M-C. and Balasundaram, C., 2012. Pomegranate enriched diet enhances the hematology, innate immune response, and disease resistance in olive flounder against *Philasterides dicentrarchi*. Veterinary Parasitology. 187:147-156.
Doi. org/10.1016/j.vetpar.2011.12.006.

Haukenes, A.H., Barton, B.A. and Bolligs, H., 2008. Cortisol responses of pallid stturgeon and yellow perch following challenge with lipopolysaccharide. Journal of Fish Biology, 72:780-784.
Doi. 10.1111/j.1095-8649.2007.01730.x.

Hemre, G.I. and Sandnes, K., 1999. Effect of dietary lipid level on muscle composition in Atlantic salmon *Salmo salar*. Aquaculture Nutrition. 5:9–16.
Doi. 10.1046/j.1365-2095.1999.00081.x.

Hornok, L., 1992. Cultivation and processing of medicinal plants. Academic Publication. Budapest: 338 p.

Hsieh, S.L., Chen, Y.N. and Kuo, C.M., 2003. Physiological responses, desaturase activity and fatty acid composition in milkfish (*Chanos chanos*) under cold acclimation. Aquaculture, 220:903–918. Doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00579-3.

Ji, S.C., Jeong, G.S., Im, G.S., Lee, S.W., Yoo, J.H. and Takii, K., 2007. Dietary medicinal herbs improve growth and some non-specific immunity of red sea bream (*Pagrus major*). Fisheries Science,73:63-69.
Doi.10.1111/j.1444-2906.2007.01302.x.

John, G., Rathna Kumari, P. and Balasundaram, A., 2011. Health promoting biochemical effects of three medicinal plants on normal and *Aeromonas hydrophila* infected *Labeo rohita*. Journal of Fisheries Aquatic Science, 6(6): 633-641.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1952. Protein measurement with folin phenol reagent. Biology and Chemistry, pp: 193-256.

Marino, S.D., Gala, F., Borbone, N., Zollo, F., Vitalini, S., Visioli, F. and Iorizzi, M., 2007. Phenolic glycosides from *Foeniculum vulgare* fruit and evaluation of antioxidative activity. Phytochemistry. 68:1805–1812.
Doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.03.029.

Molinero, A. and González, J., 1995. Comparative effects of MS-222 and 2-

Richard, N., Mourente, G., Kaushik, S. and Corraze, G., 2006. Replacement of a large portion of fish oil by vegetable oils does not affect lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture, 261: 1077-1087.
Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.021.

Sadeghpour, N., Khaki, A.A., Najafpour, A., Dolatkhah, H. and Montaseri, A., 2015. Study of *Foeniculum vulgare* (Fennel) seed extract effects on serum level of estrogen, progesterone and prolactin in Mouse. A. General Policy**,** 2: 23-27.

Sahu, S., Das, B.K., Mishra, B.K., Pradhan, J. and Sarangi, N., 2007. Effect of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. Journal of Applied Ichthyology, 23:80–86.
Doi. 10.1111/j.1439-0426.2006.00785.x.

Salehi, H., 2008. Benefit cost analysis for fingerling production of kutum (*Rutilus frisii kutum*) (Kamenski, 1901) in 2005 in Iran. Back to Nature, 13(3): 35.

Salze, G., Mclean, E., Schwarz, M.H. and Craig, S.R., 2008. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. Aquaculture, 174:148–152.
Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.11.008.

Sandnes, K., Lie, O. and Waagbo, R., 1988. Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult farmed Atlanic salmon, *Salmo salar*. Journal of Fish Biology, 32:129-136.

phenoxyethanol on gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) during confinement. Comparative and Biochemistry Physiology, 111: 405–414.
Doi.org/10.1016/0300-9629(95)00037-8.

Mommsen, T.P., Vijayan, M.M. and Moon, T.W., 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action and metabolic regulation. Review in Fish Biology and Fishery, 9:211-268.
Doi. 10.1023/A:1008924418720.

Montero, D., Tort, L., Izquierdo, M.S., Robaina, L. and Vergara, J.M., 1998. Depletion of serum alternative complement pathway activity in gilthead seabream caused by α-tocopherol and n-3 HUFA dietary deficiencies. Fish Physiology and Biochemistry, 18:399–407.
Doi.10.1023/A:1007734720630.

Najafpour, B., Imanpoor, M.R. and Shabani, A., 2012. Effects of Rheum rebis Extract on the Blood Parameters and Responses of *Rutilus frisii kutum* under Heat Stress. Global Veterinary, 8 (3):222-228.

Nazari, A. and Roozbehani, S., 2015. Influence of fennel *Foeniculum vulgar* extract on fertility, growth rate and histology of gonads on Guppy *Poecilia reticulata*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Special**,** pp: 463-469.
Doi. 10.4194/1303-2712-v15_2_32.

Pickering, A.D. and Pottinger, T.G., 1987. Crowding causes prolonged leucopenia in salmon fish despite interrenal acclimation. Journal of Fish Biology, 32: 701-712. Doi.10.1111/j.1095-8649.1987.tb05799.x.

Doi. 10.1111/j.1095-8649.1988.tb05341.x.

Sharif Rohani, M., Masoumzadeh, M., Haghighi, M., Jalilpoor, J., Pourdehghani, M., Shenavar Masouleh, A., Alizadeh, M. and Bazari Moghaddam, S., 2013. Effects of oral administration of *Zataria multiflora* essential oil on some blood and serum parameters in *Acipenser persicus*. Iranian Journal of Fisheries Science, 12(4): 908-915.

Sivaram, V., Babu, MM., Immanuel, G., Murugadass, S., Citarasu, T. and Marian, M.P., 2004. Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. Aquaculture, 237: 9-20.

Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.03.014

Smith, M.E., Kane, A.S. and Popper, A.N., 2004. Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). Journal of Experimental Biology, 207:427-435.

Trinder, P., 1969. Determination of glucose concentration in the blood. Annals of Clinical Biochemistry, 33: 6-24.

Wang, Z., Mai, K., Liufu, Z., Ma, H., Xu, W., Ai, Q., Zhang, W., Tan, B. and Wang, X., 2006. Effect of high dietary intakes of vitamin E and n-3 HUFA on immune responses and resistance to *Edwarsiella tarda* challenge in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*, Temminck and Schlegel). Aquaculture Reserch, 37:681–692. Doi. 10.1111/j.1365-2109.2006.01481.x.

Wiegertjes, G.F., Stet, R.J., Parmentier, H.K. and van Muiswinkel, W.B., 1996. Immunogenetics of disease resistance in fish; a comparable approach, Developmental and Comparative Immunology, 20: 365-381.

Xie, J., Liu, B., Zhou, Q., Su, Y., He, Y., Pan, L., Ge, X. and Xu, P., 2008. Effects of anthraquinone extract from rhubarb,*Rheum officinale*, on the crowding stress response and growth of common carp,*Cyprinuscarpio* var. *Jian*. Aquaculture, 281:5-11. Doi.org/10.1016/j.aquaculture. 2008. 03.038.

Zoppi, F. and Fellini, D., 1976. Enzymatic colorimetric cholesterol determination. Clinical Chemistry, 22: 690-691.

Effects of fennel (*Foeniculum vulgare*) essential oil of diet on some biochemical parameters and salinity stress resistance of kutum (*Rutilus kutum*) fry

Mahdavi S.[1]; Yeganeh S. [1*]; Firouzbakhsh F.[1]; Janikhalili Kh.[1]

[*]skyeganeh@gmail.com

1-Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of different levels of fennel essential oil (*Foeniculum vulgare*) on some biochemical parameters and salinity stress resistance of Caspian Kutum (*Rutilus kutum*) fry. For this purpose, Kutum fry with an average initial weight 0.6±0.002 gr were divided randomly in 5 treatments including 0 (control), 100, 200, 400 and 600 mg fennel essential oil/kg diet and fed 3 times a day at a ratio of 7-12% body weight for 60 days. At the end of the experiment, biochemical parameters and salinity stress resistance were assessed. Results of serum biochemical analyze showed that the highest level of total protein and globulin was observed in 600 mg fennel essential oil/kg diet. The highest level of albumin and cholesterol was observed in 100 and 400 mg fennel essential oil/kg diet and the highest level of triglyceride, glucose and cortisol was observed in control ($p<0.05$). Results of salinity stress (6, 13 and 20 g/l) showed that 100 and 400 mg fennel essential oil/kg diet treatments showed the lowest response to stress and there were the lowest changes in cortisol and glucose levels before and after stress compare to control. Highest survival was observed in 100 and 400 mg fennel essential oil/kg diet. In conclusion results suggested that Fennel essential oil can improve immune system of fries by promoting biochemical parameters (total protein, albumin, globulin, triglyceride, glucose and cortisol). Also plays important role in increasing stress resistance of Kutum fry and the best operation is related to 100 mg fennel essential oil/kg diet.

Keywords: Kutum (*Rutilus kutum*), Fennel essential oil, Biochemical parameters, Survival, Salinity stress

*Corresponding author