



مقاله پژوهشی

اثر عصاره اتانولی گیاه شوید (*Anethum graveolens*) بر رشد، ترکیب بدن  
و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان  
(*Oncorhynchus mykiss*)

رضا زیلاب سندیجانی<sup>۱</sup>، عبدالمحمد عابدیان کناری<sup>۲\*</sup>، امیرحسین اسماعیلی تمندگانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: آذر ۹۷

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۹۸

چکیده

در این مطالعه اثر عصاره اتانولی گیاه شوید بر رشد، ترکیب بدن، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن  $12 \pm 0.32$  گرم مورد بررسی قرار گرفت. ماهی‌ها به روش خوراکی با غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره عصاره شوید به مدت ۵۶ روز تغذیه شدند. نتایج نشان داد از نظر شاخص‌های رشد بیشترین میزان افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). از طرفی بیشترین و کمترین میزان پروتئین لاشه به ترتیب در تیمارهای ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم و بیشترین و کمترین میزان چربی نیز در تیمارهای ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). همچنین بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز به ترتیب در سطوح ۱۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم و کمترین میزان هر دو آنزیم در تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم بود. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم عصاره شوید موجب افزایش وزن و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز در این ماهی شد.

واژگان کلیدی: *Anethum graveolens*، کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز، قزل‌آلای رنگین‌کمان، ترکیب بدن، عصاره شوید.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی شیلات، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

۲- استاد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

۳- استادیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

\* نویسنده مسئول: [aabedian@modares.ac.ir](mailto:aabedian@modares.ac.ir)

## مقدمه

فعال (Reactive Oxygen Species: ROS) نام دارد که رادیکال‌های آزاد و یا مشتقات اکسیژن فعال هستند و تولید مداوم آن‌ها طی فعالیت طبیعی سلول به ویژه در میتوکندری، میکروزوم‌ها، غشاهای هسته و فاگوسیت‌ها صورت می‌گیرد (Mates, 2000). مقادیر بالا و یا حذف نامناسب ROS منجر به استرس اکسیداتیو می‌شود که ممکن است عامل اختلالات متابولیکی شدید باشد و در نهایت سلامت ماهی را تحت تاثیر قرار دهد. ماهیان برای محافظت از سلول‌های خود در برابر آسیب‌های ناشی از ROS دو سیستم دفاعی ضد اکسیداسیونی اصلی دارند، سیستم غیرآنزیمی (ویتامین‌ها و مولکول‌های دیگر مانند گلوتاتیون) و سیستم آنزیمی (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز). در سیستم آنزیمی افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب محدود و مهار شدن فعالیت رادیکال‌های آزاد می‌شود (Puangkaew et al., 2005). در این مجموعه SOD (Superoxide Dismutase) یک آنزیم کلیدی است، زیرا در اولین مرحله حذف رادیکال‌های آزاد نقش دارد (Kodama et al., 1989). آنزیم‌های سوپر اکسید

افزایش روز افزون تقاضا برای ماهی منجر به توسعه و رونق سریع پرورش ماهی و به تبع آن افزایش مصرف خوراک، افزایش عوامل تنش‌زا برای ماهی و در نتیجه تشدید خطر ابتلا به بیماری در آبزیان شده است (Reverter et al., 2014). بخش آبی‌پروری در کنار این رشد قابل توجه، همواره با مشکلاتی روبه‌رو بوده است که از آن جمله می‌توان به تغییرات کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها و مشکلات تغذیه‌ای اشاره کرد. ماهیان در تماس نزدیک با محیط پیرامون خود هستند که می‌تواند حاوی مقادیر بسیار بالایی از باکتری‌ها و ویروس‌ها باشد. بیشتر آن‌ها ساپروفیت و برخی نیز بیماری‌زا هستند که هر دو قادر به هضم بافت‌های ماهی هستند. در هر حال ماهی تحت شرایط معمول از طریق سازوکارهای سیستم دفاعی ذاتی خود در مقابل عوامل مهاجم از خود محافظت می‌کند (Sinyakov et al., 2002). اکسیداسیون بخشی از زندگی و متابولیسم موجودات زنده است. اکسیژن در موقعیت‌های خاص ممکن است به صورت تک الکترونی درآید و رادیکال‌های آزاد تولید کند. اکسیژنی که به صورت تک الکترونی در می‌آید، گونه اکسیژن

ویتامین A و نیاسین در گیاه شوید وجود دارد (Stavri and Gibbons, 2005).

پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی سالیان اخیر با شتاب زیادی توسعه یافته است. استخرهای پرورشی جدید ساخته شده‌اند و میزان تولید در واحد سطح افزایش چشمگیری پیدا کرده است. با افزایش تراکم و سطح پرورشی این ماهی، انواع بیماری‌های عفونی با سرعت زیاد در جمعیت ماهیان پرورشی گسترش یافته است. از این رو، تلاش‌ها و روش‌های متعددی برای افزایش مقاومت در برابر بیماری در سالیان متمادی صورت گرفته است (Shonouda et al., 2008). اثرات مثبت این گیاه و فعالیت ضد میکروبی آن در برابر باکتری‌های مختلف در جانوران آزمایشگاهی به اثبات رسیده است (Delaquis et al., 2002). اما تاکنون هیچ مطالعه‌ای درباره تاثیر این گیاه بر ترکیب بدن و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام نشده است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر عصاره اتانولی گیاه شوید بر رشد، ترکیب بدن و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان است.

دیسموتاز (EC 1.1.1.5.1) متالوپروتئین هستند و به طور موثری در حذف رادیکال‌های سوپراکسید نقش دارند (Scandalios, 1993). محصول فعالیت این آنزیم پراکسید هیدروژن است که توسط آنزیم کاتالاز و یا آنزیم گلوکاتیون پراکسیداز از بین می‌رود. همانند همه ارگانسیم‌های هوازی ماهی نیز در معرض حمله ROS قرار دارد و به تناسب دارای دفاع آنتی‌اکسیدانی پیشرفته‌ای است، اما برای جلوگیری از آسیب‌های اکسیداتیو، دفاع آنتی‌اکسیدانی موثر وابسته به مکمل‌های غذایی و آنتی‌اکسیدان‌ها ضروری است (Mourente et al., 2007).

گیاه شوید (*Anethum graveolens*) از خانواده چتریان (Umbelliferae)، گیاهی یک‌ساله یا دوساله است که تا ارتفاع ۹۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر رشد می‌کند (Kaur and Arora, 2010). این گیاه بومی جنوب غربی آسیا است و در اروپا، هند، ایالات متحده کشت می‌شود (Shyu et al., 2009). ترکیباتی مانند اسانس، اسیدهای چرب، رطوبت (۳۹/۳٪)، پروتئین (۱۵/۶٪)، کربوهیدرات (۳۶٪)، فیبر (۱۴/۸٪)، خاکستر (۹/۸٪) و عناصر معدنی شامل کلسیم، پتاسیم، منیزیم، فسفر، سدیم،

**مواد و روش‌ها****دوره پرورش**

این بررسی در دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. ۱۸۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزنی  $12 \pm 0.32$  گرم از یک مزرعه پرورش ماهی واقع در تنکابن (مازندران) خریداری و قبل از شروع آزمایش، ۱۰ روز با شرایط محیط سازگار شدند. پس از انجام مرحله سازگاری، ماهیان به طور تصادفی انتخاب و در ۱۵ وان فایبرگلاس (۱۰۰ لیتری) با حجم آب ۸۰ لیتر به میزان ۱۲ قطعه در هر وان توزیع شدند. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب، همچون دمای آب به صورت روزانه و اکسیژن محلول و pH به صورت هفتگی انجام گرفت. دمای آب، اکسیژن محلول و pH به ترتیب ۱۴ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد، ۸ تا ۹ میلی‌گرم در لیتر و  $7/4$  تا  $8/4$  نگهداری شد.

**تهیه و آماده‌سازی عصاره شوید**

قسمت‌های برگ و ساقه گیاه شوید (*Anethum graveolens*) از استان کهگیلویه و بویراحمد، شهرستان دنا، تهیه و توسط آب کاملاً شسته شد و در دمای ۲۵ درجه سانتی-گراد به مدت ۲۴ ساعت داخل خشک‌کن قرار

گرفت تا کاملاً خشک شود، سپس توسط آسیاب صنعتی تبدیل به پودر و در محلی خشک و دور از رطوبت تا زمان مصرف نگهداری شد. برای تهیه عصاره اتانولی، ۲۰۰ گرم از پودر گیاه شوید در داخل ارلن ریخته شد و  $1/5$  لیتر اتانول ۷۰ درصد به آن اضافه شد. پس از ۴۸ ساعت عصاره‌ها به وسیله کاغذ صافی، صاف شد و حلال (اتانول ۷۰ درصد) با استفاده از دستگاه روتاری (Strike3000, WIGGENS, آلمان) در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد جداسازی شد (Sajjadi et al., 1998). سپس عصاره به دست آمده توسط دستگاه فریز درایر (درسا، ایران) به صورت پودر در آمد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Arabshahi-Delouee and Urooj, 2007).

**آماده‌سازی جیره**

مواد لازم برای ساخت جیره از کارخانه خوراک دام و آبزیان مازندران (ساری، ایران) تهیه شد. پس از تجزیه مواد اولیه، جیره‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Lindo فرموله و سپس ساخته شدند. کلیه مراحل ساخت غذا در آزمایشگاه تغذیه دانشکده علوم دریایی

تربیت مدرس انجام شد. اجزای جیره غذایی (جدول ۱) با الک ۰/۵ میلی‌متری غربال شدند.

جدول ۱: ترکیب جیره‌های آزمایشی

تیمارها (میلی‌گرم عصاره در کیلوگرم غذا)					اجزای جیره آزمایشی
۳۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	*	(گرم در کیلوگرم غذا) (شاهد)
					پودر ماهی
۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	پودر سویا
۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	آرد گندم
۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	روغن ماهی
۱۴۶	۱۴۶	۱۴۶	۱۴۶	۱۴۶	روغن سویا
۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	لسیتین
۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	دی‌کلسیم
۵	۵	۵	۵	۵	فسفات
۵	۵	۵	۵	۵	مکمل معدنی*
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	مکمل
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	ویتامینه**
۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	ضدقارچ
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	آنتی‌اکسیدان
۷	۸/۵	۹	۹/۵	۱۰	***

#### فیلر

\*: هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی آهن (۶ گرم)، روی (۱۰ گرم)، سلنیم (۲۰ میلی‌گرم)، کبالت (۱۰۰ میلی‌گرم)، مس (۶۰۰ میلی‌گرم)، منگنز (۵ گرم)، ید (۴۰۰ میلی‌گرم) و کولین کلرید (۶۰ گرم) بود.

\*\* هر ۵ کیلوگرم مکمل ویتامینه ۰/۵ درصد حاوی ویتامین‌های E (۱۵۰ IU)، D<sub>۳</sub> (۲۰۰۰۰۰ IU)، A (۸۰۰۰۰۰ IU)، B<sub>۱۲</sub> (۰/۰۵ گرم)، B<sub>۶</sub> (۸۰ گرم)، B<sub>۵</sub> (۲۰۰ گرم)، B<sub>۲</sub> (۱۵۰ گرم)، B<sub>۲</sub> (۴۰ گرم)، B<sub>۱</sub> (۵۰ گرم)، B<sub>۱</sub> (۵۰ گرم)، K<sub>۳</sub> (۵۰ گرم)، Inositol (۵۰۰ گرم) و C (۵۰۰ گرم) بود.

\*\*\* در جیره غذایی از آنتی‌اکسیدان بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) استفاده شد.

جدول ۲: ترکیب جیره‌های آزمایشی

میزان	ترکیب بیوشیمیایی جیره
۵۱/۹۹	پروتئین خام (%)
۱۵/۵۰	چربی خام (%)
۱۰/۲۱	خاکستر (%)
۱۳/۹۶	کربوهیدرات (%)
۸/۳۴	رطوبت (%)
۲۰/۷۹	انرژی کل (KJ/g)

گرم عصاره اتانولی گیاه شوید بر کیلوگرم جیره، تیمار ۳ حاوی جیره پایه با ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره، تیمار ۴ حاوی جیره پایه با ۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره و تیمار ۵ حاوی جیره پایه با افزودن ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره بود (Oskooi et al., 2012). ماهی‌ها با تیمارهای

فوق به مدت ۵۶ روز تغذیه شدند. غذادهی به ماهیان بر اساس سیری و مشاهده نحوه غذاگیری انجام شد. همچنین غذادهی ۳ وعده در روز در ساعت‌های ۹، ۱۴ و ۱۸ انجام گرفت.

#### ارزیابی شاخص‌های رشد

به منظور ارزیابی تاثیر سطوح مختلف عصاره اتانولی گیاه شوید بر شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و مقایسه بین تیمارهای مختلف، در ابتدای دوره تمام بچه ماهیان با ترازو (با دقت ۰/۰۱) توزین شدند و پس از آن در انتهای دوره نیز کل ماهیان مورد سنجش وزنی و طولی قرار گرفتند. به منظور زیست‌سنجی، از ۲۴ ساعت قبل تغذیه ماهیان قطع شد و قبل از زیست‌سنجی ماهیان با پودر گل میخک به میزان ۵ گرم در ۱۰ لیتر آب، بیهوش شدند. درصد زنده‌مانی (SR) و سایر شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن

سپس کلیه مواد اولیه بر اساس فرمول‌های نوشته شده توزین شدند. برای ساخت جیره‌ها مواد خشک و روغن با هم مخلوط شدند سپس به مخلوط آب اضافه و هر جیره غذایی با استفاده از چرخ گوشت پلت (با قطر ۲/۵ میلی-متر) شد. پس از این مرحله پلت‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت در خشک‌کن قرار داده شدند تا خشک شوند و تا زمان استفاده در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Abedian Kenari et al., 2011). به منظور اطمینان از مطابقت جیره‌های ساخته شده با فرمول مورد نظر، جیره‌ها دوباره مورد سنجش شیمیایی قرار گرفتند (جدول ۲).

جیره‌های غذایی به کار رفته در مطالعه حاضر (جدول ۱) شامل تیمار ۱ (شاهد) که در آن از جیره پایه بدون افزودنی استفاده شد، تیمار ۲ حاوی جیره پایه به همراه ۵۰۰ میلی-

غذاها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون (Memmert، آلمان) با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و کاملاً خشک شدند. پروتئین خام با اندازه‌گیری نیتروژن کل ( $N \times 6/25$ ) با استفاده از روش کج‌دال (Peco، ایران) تعیین شد. چربی خام با روش سوکسله و با استفاده از حلال کلروفرم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج شد و خاکستر با سوزاندن لاشه در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ ساعت اندازه‌گیری شد (AOAC, 1990).

سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز با استفاده از روش اسپکتروفتومتری (Jenway, 6300، انگلستان) انجام گرفت.

سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز فعالیت SOD در کبد با استفاده از کیت ZellBio، Cat. No: ZB-SOD-96A) GmbH، آلمان) و بر طبق روش Bolann و Ulvik (۱۹۹۱) اندازه‌گیری و طبق رابطه ۵ محاسبه شد.

(WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، توسط رابطه‌های ۱ تا ۴ محاسبه شدند (Portz et al., 2001; Fuchs et al., 2015; Peixoto et al., 2016).

رابطه ۱:

$$SR (\%) = [(N_i - N_f) / N_i] \times 100$$

$N_i$ : تعداد ماهیان در ابتدای دوره پرورش؛  $N_f$ : تعداد ماهیان در انتهای دوره پرورش.

رابطه ۲:

$$WG (g) = W_f - W_i$$

$W_i$ : وزن ابتدایی ماهی (گرم)؛  $W_f$ : وزن انتهایی ماهی (گرم).

رابطه ۳:

$$SGR (\%/day) = [(\ln W_f - \ln W_i) / t] \times 100$$

$W_i$ : وزن ابتدایی ماهی (گرم)؛  $W_f$ : وزن انتهایی ماهی (گرم)؛  $t$ : طول دوره پرورش (روز).

رابطه ۴:

$$FCR = F / (WG)$$

$F$ : غذای خشک مصرف شده (گرم)؛  $WG$ : وزن تر به دست آمده (گرم).

تجزیه تقریبی جیره و بافت بدن ماهی

تجزیه شیمیایی جیره غذایی و لاشه ماهیان در انتهای دوره پرورش با روش کار استاندارد جیره (AOAC, 1990) انجام شد و میزان رطوبت، پروتئین خام، چربی و خاکستر

داده‌های مربوط به رشد و سایر شاخص‌ها با آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از پس‌آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS 20 برای آزمون‌های آماری و از نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 برای رسم نمودارها استفاده شد.

### نتایج

#### شاخص‌های رشد

نتایج بررسی شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تاثیر افزودنی غذایی عصاره اتانولی گیاه شوید در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین وزن نهایی و افزایش وزن به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره اتانولی شوید مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

#### رابطه ۵:

$$\text{SOD (U/mL)} = [(\text{OD}_C - \text{OD}_S) / (\text{OD}_C / 2)] \times (V_T / V_S)$$

OD<sub>C</sub>: جذب شاهد؛ OD<sub>S</sub>: جذب نمونه؛ V<sub>T</sub>: حجم کل (U/mg)؛ V<sub>S</sub>: حجم نمونه (U/mg).

#### سنجش فعالیت آنزیم کبدی کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) در کبد با استفاده از کیت (Cat. No: ZB-CAT-96A)، ZellBio GmbH، آلمان و بر طبق روش Goth (۱۹۹۱) انجام گرفت. فعالیت CAT طبق رابطه ۶ محاسبه شد.

#### رابطه ۶:

$$\text{CAT (U/mL)} = (\text{OD}_C - \text{OD}_S) \times 271 \times (1.60 \times V_S)$$

OD<sub>C</sub>: جذب شاهد؛ OD<sub>S</sub>: جذب نمونه؛ V<sub>S</sub>: حجم نمونه (U/mg).

#### تجزیه و تحلیل آماری

طرح کلی این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی برنامه‌ریزی و اجرا شد. تجزیه و تحلیل



جدول ۳: اثرات تیمارهای مختلف بر رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با عصاره اتانولی گیاه شوید (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

شاخص رشد	غلظت عصاره اتانولی شوید (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره)				
	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۰ (شاهد)
وزن اولیه (گرم)	۱۳/۳۰ $\pm$ ۱/۰۹ <sup>a</sup>	۱۳/۲۷ $\pm$ ۰/۹۱ <sup>a</sup>	۱۳/۲۷ $\pm$ ۱/۱۱ <sup>a</sup>	۱۳/۲۷ $\pm$ ۰/۴۱ <sup>a</sup>	۱۳/۲۷ $\pm$ ۰/۷۸ <sup>a</sup>
وزن نهایی (گرم)	۳۸/۵۵ $\pm$ ۱/۷۸ <sup>c</sup>	۶۶/۳۳ $\pm$ ۲/۸۹ <sup>a</sup>	۶۷/۹۴ $\pm$ ۳/۳۳ <sup>a</sup>	۲۵/۷۷ $\pm$ ۴/۶۸ <sup>d</sup>	۵۸/۴۱ $\pm$ ۱/۸۲ <sup>b</sup>
افزایش وزن بدن (گرم)	۲۵/۲۱ $\pm$ ۰/۹۱ <sup>c</sup>	۵۳/۰۵ $\pm$ ۲/۲۱ <sup>a</sup>	۵۴/۶۶ $\pm$ ۳/۱۲ <sup>a</sup>	۱۲/۵۰ $\pm$ ۴/۵۸ <sup>d</sup>	۴۵/۱۳ $\pm$ ۲/۳۸ <sup>b</sup>
ضریب تبدیل غذایی	۱/۱۳ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۸۰ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۷۸ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۸۳ $\pm$ ۰/۷۷ <sup>a</sup>	۰/۸۰ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۸۹ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>b</sup>	۲/۸۷ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>a</sup>	۲/۹۱ $\pm$ ۰/۱۳ <sup>a</sup>	۱/۱۶ $\pm$ ۰/۳۲ <sup>c</sup>	۲/۶۴ $\pm$ ۰/۱۴ <sup>a</sup>

در هر ردیف حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P < ۰/۰۵).

بالاترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مشاهده شد ولی با تیمار شاهد فاقد تفاوت معنی دار بود ( $P \geq 0.05$ ) و کمترین میزان آن در تیمار ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم عصاره اتانولی شوید مشاهده شد و بین تیمارها تفاوت معنی داری وجود داشت ( $P \geq 0.05$ ). از نظر ضریب تبدیل غذایی، سطح ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم عصاره اتانولی شوید با سایر تیمارها و همچنین با شاهد تفاوت معنی داری داشت. اما تفاوت معنی داری بین سایر تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد.

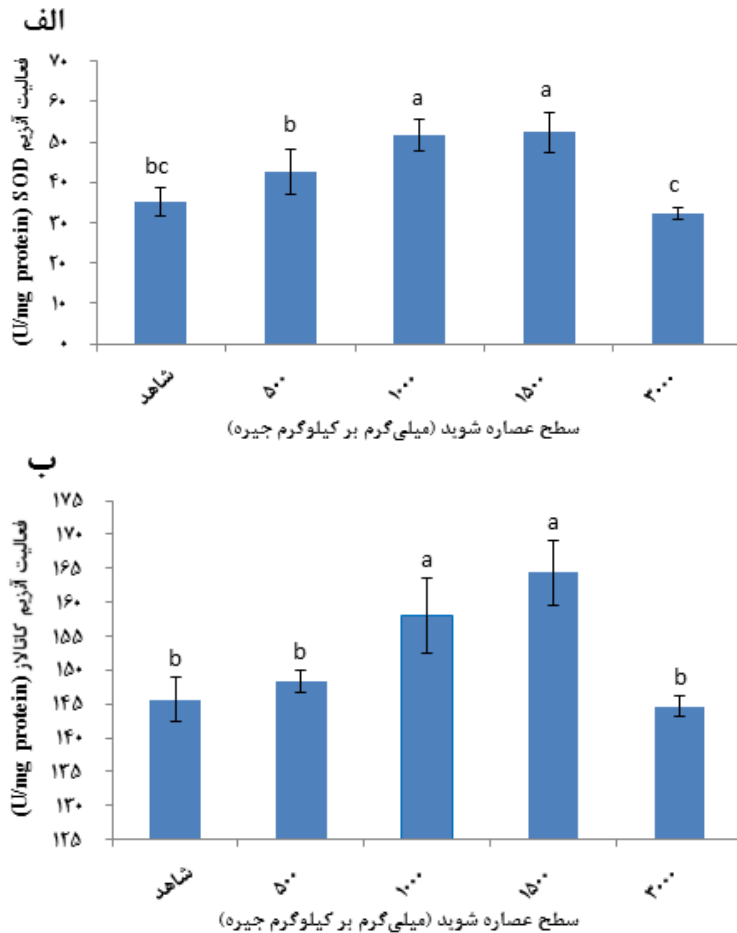
**ترکیب تقریبی عضله**

جدول ۴ نتایج اثر جایگزینی عصاره اتانولی گیاه شوید بر ترکیب تقریبی عضله ماهی قزل آلی (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

ترکیب تقریبی (درصد وزن خشک)	غلظت عصاره اتانولی شوید (میلی گرم در کیلوگرم جیره)				
	۰ (شاهد)	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰
پروتئین خام	۷۱/۸۳ $\pm$ ۰/۲۸ <sup>bc</sup>	۷۲/۴۲ $\pm$ ۰/۵۰ <sup>b</sup>	۷۱/۳۵ $\pm$ ۰/۴۹ <sup>bc</sup>	۷۰/۵۵ $\pm$ ۱/۰۶ <sup>c</sup>	۷۷/۰۹ $\pm$ ۱/۳۳ <sup>a</sup>
چربی خام	۱۷/۶۱ $\pm$ ۲/۶۰ <sup>ab</sup>	۱۳/۹۴ $\pm$ ۳/۱۸ <sup>bc</sup>	۲۰/۲۸ $\pm$ ۳/۳۵ <sup>a</sup>	۲۲/۵۱ $\pm$ ۱/۹۴ <sup>a</sup>	۱۰/۰۰ $\pm$ ۲/۰۶ <sup>c</sup>
خاکستر	۷/۸۳ $\pm$ ۰/۷۷ <sup>a</sup>	۷/۶۲ $\pm$ ۰/۳۴ <sup>a</sup>	۸/۰۱ $\pm$ ۰/۱۲ <sup>a</sup>	۷/۹۳ $\pm$ ۰/۵۰ <sup>a</sup>	۷/۸۷ $\pm$ ۰/۳۴ <sup>a</sup>
رطوبت	۷۴/۹۳ $\pm$ ۰/۶۶ <sup>b</sup>	۷۵/۱۲ $\pm$ ۰/۴۴ <sup>b</sup>	۷۴/۹۸ $\pm$ ۰/۶۲ <sup>b</sup>	۷۳/۴۶ $\pm$ ۰/۷۰ <sup>c</sup>	۷۹/۱۳ $\pm$ ۱/۲۲ <sup>a</sup>

در هر ردیف حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها است ( $P \geq 0.05$ ).

فعالیت اختصاصی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز  
 شکل ۱ نتایج بررسی میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) را در بافت کبد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با عصاره اتانولی گیاه شوید نشان می‌دهد.



شکل ۱ میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در کبد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با عصاره اتانولی گیاه شوید با غلظت‌های مختلف (میانگین  $\pm$  انحراف معیار). الف) فعالیت آنزیم SOD (ب) فعالیت آنزیم کاتالاز. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها است ( $P < 0.05$ ).

داشتند که اختلاف وزن آن‌ها با تیمارهای دیگر معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). نتایج مشابهی در رابطه با ضریب رشد ویژه به دست آمد. این نتایج بیانگر آن است که سطوح مختلف عصاره شوید روی وزن کسب شده تاثیر گذار بود که می‌تواند ناشی از بهبود وضعیت فیزیولوژیک ماهی و نیز احتمالاً به دلیل بهبود وضعیت ایمنی باشد که زمینه‌ساز کاهش آلودگی‌ها، عفونت‌ها و هدایت انرژی به سمت تولید پروتئین بیشتر است. نتایج مشابه تحریک‌کنندگی رشد به هنگام استفاده از گیاه آلوئه‌ورا (*Aloe vera*) (Heidarieh et al., 2013) نیز در قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش شد. یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان ضریب تبدیل غذا پایین است، چرا که موجب کاهش هزینه‌های غذا و مقدار غذادهی و به تبع آن موجب کاهش آلودگی آب محیط پرورشی و کاهش عفونت‌های ثانویه خواهد شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تجویز خوراکی عصاره شوید در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذا باعث کاهش ضریب تبدیل غذایی شد ولی در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار نبود ( $P < 0/05$ ). شاید بتوان بیان کرد که عصاره اتانولی شوید باعث بهبود قابلیت هضم و جذب مواد غذایی، کاهش ضریب تبدیل غذایی

میزان فعالیت آنزیم SOD در سطوح مختلف عصاره اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد ( $P < 0/05$ ). به طوری که بیشترین میزان فعالیت آنزیم در سطوح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین میزان فعالیت آن در تیمار حاوی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره اتانولی گیاه شوید بود. فعالیت اختصاصی آنزیم CAT نیز دارای تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بود ( $P < 0/05$ ) بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در سطوح ۱۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین میزان فعالیت این آنزیم در سطوح ۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره اتانولی گیاه شوید مشاهده شد که مشابه با گروه شاهد بود.

## بحث

### پارامترهای رشد

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با عصاره اتانولی گیاه شوید اثرات مثبتی روی شاخص‌های رشد این ماهی داشت و در پایان دوره آزمایش باعث بهبود رشد شد. در انتهای دوره ماهیان تغذیه شده با سطوح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم عصاره اتانولی شوید بر کیلوگرم غذا بیشترین وزن را

از حد از چربی و فعالیت کمتر ماهی، بالاتر است. پروتئین نیز یک عامل مهم برای بیان کیفیت گوشت و تعیین خواص کاربردی آن است (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰).

نتایج مطالعات حاضر نشان داد که میزان پروتئین، چربی و رطوبت بافت در بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری داشت و تنها در میزان خاکستر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها مشاهده نشد. میزان پروتئین لاشه در تیمارهای ۵۰۰ و ۳۰۰۰ افزایش یافت که علت آن به دلیل ارتباط متقابل پروتئین و چربی در ترکیب بدن است. در تیمارهای ۵۰۰ و ۳۰۰۰ مشاهده شد که چربی بدن به شدت کاهش یافت و بنابراین پروتئین مقادیر بیشتری را تشکیل می‌داد. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه Esmaeili و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند که افزودن سیر به رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پروتئین لاشه را افزایش می‌دهد (Esmaeili et al., 2017) و همچنین با نتایج Shalaby و همکاران (۲۰۰۶) که به بررسی تاثیر گیاهان شبدر (*Trifolium repens*) و سیر بر شاخص‌های رشد و شاخص‌های فیزیولوژیکی ماهی تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) پرداختند، نیز مطابقت داشت. پایین آمدن

و افزایش ساخت پروتئین می‌شود که در نهایت موجب افزایش رشد می‌شود. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات سایر پژوهشگران بر روی دیگر مواد گیاهی از جمله سیر (*Allium sativum*) (Nya and Austin, 2009a)، گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale*) (Nya and Austin, 2009b) و رژیم غذایی حاوی ۱ درصد دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) (Ahmad et al., 2011) در رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مطابقت دارد.

#### آنالیز تقریبی عضله

اختلاف در ترکیبات بیوشیمیایی بدن در گونه‌های آبزی به عوامل داخلی از جمله سن، جنس، اندازه و عوامل خارجی مانند کیفیت آب، فصل و منطقه جغرافیایی بستگی دارد، اما دلیل اصلی این اختلاف مربوط به تغذیه آبزی است (Kiessling et al., 1989; Hixson et al., 2014). ترکیب چربی یکی از مهمترین شاخص‌های کیفیت آبزیان است (Kris-Etherton و همکاران، ۲۰۰۲) که بسته به نوع تغذیه دچار تغییر می‌شود (Medina et al., 1995). معمولا محتوای چربی ماهیان پرورشی نسبت به ماهیان وحشی به دلیل استفاده بیش

شد و بیشترین رطوبت در تیمار ۳۰۰۰ و کمترین میزان رطوبت در تیمار ۱۵۰۰ مشاهده شد. در بدن ماهیان میزان رطوبت و چربی دارای رابطه عکس است ( Yigit et al., 2010). همچنین Yildiz و همکاران (۲۰۰۷) نیز از رابطه معکوس بین میزان رطوبت و چربی گزارش کردند. در مطالعه حاضر نیز در تیمار ۳۰۰۰ که کمترین میزان چربی گزارش شده بود بیشترین میزان رطوبت را نشان داد. دلیل این امر جایگزین شدن چربی‌های کاتابولیز شده با حجم برابر آب است ( Halver and Hardy, 2002). در این رابطه نتایج مطالعه حاضر با نتایج فلامرزی و همکاران (۱۳۹۵) که به بررسی اثرات سطوح مختلف پودر و عصاره الکلی یونجه بر عملکرد رشد، تغذیه، ترکیب بیوشیمیایی لاشه و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خونی ماهی کپور معمولی پرداختند، مطابقت داشت.

#### آنزیم‌های آنتی‌اکسیداسیون

در مطالعه حاضر بیشترین فعالیت آنزیم SOD در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و سپس ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره شوید و کمترین فعالیت این آنزیم نیز در تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره شوید

میزان چربی لاشه در تیمارهای ۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره اتانولی گیاه شوید نکته قابل توجه در مطالعه حاضر بود. میزان چربی کل بدن با افزودن عصاره در این ۲ سطح کاهش یافت که به نظر می‌رسد شاید دلیل آن این باشد که افزودن این عصاره در رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث هضم و جذب بهتر و کاهش چربی بدن شده است. در این راستا نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات Farahi و همکاران (۲۰۱۰) که اثر افزودن سیر در رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و Yilmaz و همکاران (۲۰۱۰) که اثر اسانس آویشن، رزماری و شنبلله را روی باس دریایی بررسی کردند، مطابقت داشت. در مطالعه حاضر تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره میزان چربی بیشتر از گروه شاهد بود که با نتایج Deng و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. افزایش چربی در این دو تیمار در مطالعه حاضر می‌تواند به دلیل رشد بهتر ماهی و مصرف بهتر چربی و حضور انواع اسیدهای چرب اشباع و ضروری سری ۳- $n$ ، ۹- $n$ ، اسید دکانویک و اسید پالمیتیک باشد. همچنین از نظر میزان رطوبت تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده

این دلیل است. در این مورد نتایج مطالعه حاضر با نتایج Liu و همکاران (۲۰۱۰) که به بررسی تاثیر عصاره روبراب (*Rheum officinale*) بر رشد، عملکرد و پاسخ-های فیزیولوژیکی میگوی آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) پرداختند مطابقت داشت. آزمایش Liu و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که استفاده از عصاره این گیاه موجب تقویت سیستم ایمنی و مقاومت در برابر استرس و فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود. مطالعه دیگری در این زمینه توسط Metwally (۲۰۰۹) صورت گرفت. آن‌ها در آزمایش خود به تاثیر عصاره سیر بر برخی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در تیلاپیای نیل پرداختند. نتایج آن‌ها نیز افزایش فعالیت کاتالاز را در سرم و بافت کبد نسبت به گروه شاهد نشان داد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در تیمار ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با دو سطح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم عصاره اتانولی گیاه شوید در کیلوگرم جیره به طور معنی‌داری وضعیت بهتری را در مقایسه با دیگر تیمارها داشتند و می‌توان از این دو سطح به عنوان محرک رشد

مشاهده شد. آنزیم SOD رادیکال آنیون سوپراکسید را به مولکول اکسیژن و پرکسید هیدروژن ( $H_2O_2$ ) تبدیل می‌کند که کاهش در تولید و دسترسی نداشتن به سوسترای آنیون سوپراکسید می‌تواند دلیل کاهش فعالیت آنزیم SOD در تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره شوید باشد. یکی از دلایل افزایش فعالیت آنزیم SOD احتمالاً افزایش میزان ROS است. در این مورد نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با نتایج Sonmez و همکاران (۲۰۱۵) که به بررسی تاثیر عصاره گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis*)، نعناع فلفلی و آویشن بر عملکرد رشد و فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و مطالعه Deng و همکاران (۲۰۱۱) که نشان دادند فعالیت آنزیم SOD در اثر اضافه کردن عصاره اتانولی گیاه برهموم به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان افزایش یافت، مطابقت داشت.  $H_2O_2$  یک ترکیب جانبی مضر در بسیاری از فرآیندهای متابولیک طبیعی است و باعث آسیب به سلول‌ها و بافت‌ها می‌شود. در اینجا نقش آنزیم کاتالاز این است که رادیکال  $H_2O_2$  حاصل از عمل آنزیم SOD و سایر فرآیندهای فیزیولوژیک را مهار کند و احتمالاً فعالیت بالای این آنزیم در سطوح مختلف به

و ایمنی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده کرد.

محترم مرکز آزمایشگاه دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس آقایان کمالی و نورانی به جهت فراهم نمودن کلیه امکانات و تسهیلات برای اجرای پروژه قدردانی می‌گردد.

#### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از دانشگاه تربیت مدرس به منظور پشتیبانی‌های این مطالعه و کارشناسان



## منابع

- رضوی شیرازی ح. ۱۳۸۰. تکنولوژی فراورده‌های دریایی. انتشارات نقش مهر. ۲۹۲ص.
- فلامرزی ز، موسوی س. م، ذاکری م. و زنگویی ن. ۱۳۹۵. اثرات سطوح مختلف پودر و عصاره الکلی یونجه (*Medicago sativa*) بر عملکرد رشد، تغذیه، بیوشیمیایی لاشه و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خونی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله منابع طبیعی ایران، ۶۹(۲): ۲۵۱-۲۳۵.
- Abedian Kenari A., Sotoudeh E. and Rezaei M.H. 2011.** Dietary soybean phosphatidyl choline effects growth performance and lipolytic enzyme activity in Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) alevin. *Aquaculture Research*, 42(5): 655–663.
- Ahmad M.H., El Mesallamy A.M., Samir F. and Zahran F. 2011.** Effect of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) on growth performance, feed utilization, whole-body composition, and resistance to *Aeromonas hydrophila* in Nile tilapia. *Journal of Applied Aquaculture*, 23(4): 289–298.
- AOAC. 1990.** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. AOAC International, USA. 771P.
- Arabshahi-Delouee S. and Urooj A. 2007.** Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chain*, 102(4): 1233–1240.
- Bolann B.J. and Ulvik R.J. 1991.** Improvement of a direct spectrophotometric assay for routine determination of superoxide dismutase activity. *Clinical Chemistry*, 37(11): 1993–1999.
- Delaquis P.J., Stanich K., Girard B. and Mazza G. 2002.** Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74(1): 101–109.
- Deng J., An Q., Bi B., Wang Q., Kong L., Tao L. and Zhang X. 2011.** Effect of ethanolic extract of propolis on growth performance and plasma biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 37(4): 959–967.
- Esmaili M., Abedian Kenari A., Rombenso A.N. 2017.** Replacement with meat and bone meal using garlic (*Allium sativum*) powder on growth, feeding, digestive enzymes and apparent

- digestibility of nutrients and fatty acids in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Aquaculture Nutrition*, 23(6): 1225–1234.
- Farahi A., Kasiri M., Sudagar M., Iraei M.S. and Shahkolaei M.D. 2010.** Effect of garlic (*Allium sativum*) on growth factors, some hematological parameters and body compositions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *AACL Bioflux*, 3(4): 317–323.
- Fuchs V.I., Schmidt J., Slater M.J., Zentek J., Buck B.H. and Steinhagen D. 2015.** The effect of supplementation with polysaccharides, nucleotides, acidifiers and *Bacillus* strains in fish meal and soy bean based diets on growth performance in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 437: 243–251.
- Halver J.E. and Hardy R.W. 2002.** *Fish Nutrition*. Academic Press, USA. 824P.
- Heidarieh M., Mirvaghefi A.R., Sepahi A., Sheikhzadeh N., AliShahbazfar A. and Akbari M. 2013.** Effects of dietary *Aloe vera* on growth performance, skin and gastrointestinal morphology in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(2): 367–373.
- Hixson S.M., Parrish C.C. and Anderson D.M. 2014.** Changes in tissue lipid and fatty acid composition of farmed rainbow trout in response to dietary camelina oil as a replacement of fish oil. *Lipids*, 49(1): 97–111.
- Kaur G.J. and Arora D.S. 2010.** Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi* belonging to the family Umbelliferae- Current status. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(2): 87–94.
- Kiessling A., Johansson L. and Storebakken T. 1989.** Effects of reduced feed ration levels on fat content and fatty acid composition in white and red muscle from rainbow trout. *Aquaculture*, 79(1-4): 169–175.
- Kodama K., Hirayama A. and Komamura K. 1989.** Human plasma superoxide dismutase (SOD) activity on reperfusion injury with successful thrombolysis in acute myocardial infarction. *Japanese Journal of Medicine*, 28(2): 202–206.
- Kris-Etherton P. M., Harris W. S. and Appel L. J. 2002.** Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 106(21): 2747–2757.
- Liu B., Xie J., Ge X., Xu P., Wang A., He Y., Zhou Q., Pan L. and**

- Chen R. 2010.** Effects of anthraquinone extract from *Rheum officinale* Bail on the growth performance and physiological responses of *Macrobrachium rosenbergii* under high temperature stress. *Fish and Shellfish Immunology*, 29(1): 49–57.
- Mates J.M. 2000.** Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology. *Toxicology*, 153(1): 83–104.
- Medina I., Sacchi R. and Aubourg S.P. 1995.** A <sup>13</sup>C-NMR study of lipid alterations during fish canning: Effect of filling medium. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 69(4): 445–450.
- Metwally M.A.A. 2009.** Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1(1): 56–64.
- Mourente G., Bell J.G. and Tocher D.R. 2007.** Does dietary tocopherol level affect fatty acid metabolism in fish? *Fish Physiology and Biochemistry*, 33(3): 269–280.
- Nya E. J. and Austin B. 2009a.** Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 32(11): 963–970.
- Nya E. J. and Austin B. 2009b.** Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 32(11): 971–977.
- Oskooi S.B., Kohyani A.T., Parseh A., Salati A.P. and Sadeghi E. 2012.** Effects of dietary administration of *Echinacea purpurea* on growth indices and biochemical and hematological indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(4): 1029–1034.
- Peixoto M.J., Salas-Leiton E., Pereira L.F., Queiroz A., Magalhaes F., Pereira R. and De Almeida Ozorio R.O. 2016.** Role of dietary seaweed supplementation on growth performance, digestive capacity and immune and stress responsiveness in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture Reports*, 3: 189–197.
- Portz L., Cyrino J.E.P. and Martino R.C. 2001.** Growth and body composition of juvenile large-mouth bass *Micropterus salmoides* in response to dietary protein and energy levels. *Aquaculture Nutrition*, 7(4): 247–254.
- Puangkaew J., Kiron V., Satoh S. and Watanabe T. 2005.** Anti-

- oxidant defense of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to dietary n-3 highly unsaturated fatty acids and vitamin E contents. *Comparative Biochemistry and Physiology (C)*, 140(2): 187–196.
- Reverter M., Bontemps N., Lecchini D., Banaigs B. and Sasal P. 2014.** Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433: 50–61.
- Sajjadi S.E., Movahedian-Atar A.M., Yektaian A. 1998.** Anti-hyperlipidemic effect of hydroalcoholic extract and polyphenolic fraction from *Dracocephalum kotschy* Boiss. *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, 73(3): 167–170.
- Scandalios J.G. 1993.** Oxygen stress and superoxide dismutases. *Plant Physiology*, 101(1): 7–12.
- Shalaby A.M., Khattab Y.A. and Abdel Rahman A.M. 2006.** Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 12(2): 172–201.
- Shonouda M., Osman S., Salama O. and Ayoub A. 2008.** Toxic effect of *Peganum harmala* L. leaves on the cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* Boisd and its parasitoids *Microplitis rufiventris* Kok. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(4): 546–552.
- Shyu Y.S., Lin J.T., Chang Y.T., Chiang C.J. and Yang D.J. 2009.** Evaluation of antioxidant ability of ethanolic extract from dill (*Anethum graveolens* L.) flower. *Food Chemistry*, 115(2): 515–521.
- Sinyakov M.S., Dror M., Zhevelev H.M., Margel S. and Avtalion R.R. 2002.** Natural antibodies and their significance in active immunization and protection against a defined pathogen in fish. *Vaccine*, 20(31): 3668–3674.
- Sonmez A.Y., Bilen S., Alak G., Hisar O., Yanik T. and Biswas G. 2015.** Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish Physiology and Biochemistry*, 41(1): 165–175.
- Stavri M. and Gibbons S. 2005.** The antimycobacterial constituents of dill (*Anethum graveolens*). *Phytotherapy Research*, 19(11): 938–941.
- Yigit M., Ergun S., Turker A., Harmantepe B. and Erteken A. 2010.** Evaluation of soybean meal as a protein source and its effect on growth and nitrogen utilization

of black sea turbot (*Psetta maeotica*) juveniles. Journal of Marine Science and Technology, 18(5): 682–688.

**Yildiz M., Sener E. and Timur M. 2007.** Effects of variations in feed and seasonal changes on body proximate composition of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Turkish

Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7(1): 45–51.

**Yilmaz S., Sebahattin E. and Celik E.S. 2010.** 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, 1(3): 217–222.



Research Paper

**Effect of ethanolic extract of dill plant (*Anethum graveolens*)  
on growth, body composition and activity of antioxidant  
enzymes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**

Reza Zeilab Sendijani<sup>1</sup>, Abdol Mohammad Abedian Kenari<sup>2\*</sup>,  
Amir Hossien Esmaili Tamandegani<sup>3</sup>

Received: December 2018

Accepted: May 2019

**Abstract**

In this study, the effect of ethanolic extract of dill plant on growth, body composition and antioxidant activity in rainbow trout with an average weight of  $12 \pm 0.32$ g was investigated. The fish were fed in 500, 1000, 1500 and 3000 mg/kg feeds for 56 days. The results indicated that the growth factors had the highest body weight gain, specific growth rate and best FCR in 1000 and 1500 mg/kg treatments ( $P < 0.05$ ). On the other hand, the highest and lowest amount of carcass protein was in treatments of 3000 and 1500 mg/kg, respectively. Also, the highest and lowest levels of fat were observed in treatments of 1500 and 3000 mg/kg of the ethanolic extract, respectively ( $P < 0.05$ ). In addition, the highest levels of superoxide dismutase and catalase enzyme activity were observed at levels of 1500 and 1000 mg/kg, respectively and the lowest levels for both enzymes were in 3000 mg/kg treatment. Based on the results of the present study, the concentrations of 1000 and 1500 mg/kg extract increased the weight and activity of the superoxide dismutase and catalase enzymes in this fish.

**Key words:** *Anethum graveolens*, *Catalase*, *Superoxide Dismutase*, *Rainbow Trout*, *Body Composition*, *Dill Extract*.

1- M.Sc. Student in Aquaculture, Department of Aquaculture, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

2- Professor in Department of Aquaculture, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

3- Assistant Professor in Department of Aquaculture, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

\*Corresponding Author: [aabedian@modares.ac.ir](mailto:aabedian@modares.ac.ir)