مقایسه اثرات خوراکی سلنیت سدیم و نانو ذره سلنیوم بر عملکرد رشد، آنزیم‌های کبدی و دفاع آنتی اکسیدانی ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*)

فرحناز کیان ارثی[1]، علیرضا صفاهیه*[1]، نگین سلامات[1]، امیر پرویز سلاطی[2]، حسین هوشمند[3]

*safahieh@hotmail.com

۱-گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۳- پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۹۸

چکیده

در این مطالعه اثرات دو شکل معدنی و نانوذره‌سلنیوم بر رشد، آنزیم‌های کبدی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی ماهی شانک‌زردباله (*Acanthopagrus latus*) مقایسه شده است. بدین منظور ۳۰۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزنی ۳±۲۵ گرم در پنج گروه تیماربندی شده و با جیره غذایی حاوی سلنیت‌سدیم و نانوذره‌سلنیوم با دو غلظت ۱ و ۱/۵میلی‌گرم بر کیلوگرم به مدت ۶ هفته تغذیه شدند. در پایان دوره نمونه‌های خون و کبد از همه گروه‌ها گرفته و فعالیت آنزیم‌های کبدی و آنتی‌اکسیدانی مورد سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن فرم نانوذره سلنیوم به جیره‌غذایی نسبت به فرم معدنی آن باعث بهبود عملکرد رشد شده است. درصد افزایش وزن در گروه شاهد معادل ۱۵/۵۹±۹۵ و در گروه‌های تغذیه شده با نانوذره سلنیوم بترتیب ۳/۵۲±۱۲۱/۷۳ و ۱۱/۶۳±۱۱۵/۵۲ و درگروه‌های تغذیه شده با سلنیت سدیم برابر ۳/۲۸±۹۰/۵۸ و ۱/۵۸±۶۶/۶۱ بود. بالاترین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گلوتاتیون‌پراکسیداز (GPX) و کاتالاز (CAT) و کمترین میزان آنزیم-های کبدی آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT) و آلکانین‌فسفاتاز (ALP) در تیمار حاوی نانوذره سلنیوم بود ($p<0/05$) که میزان ALT با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<0/05$). همچنین کمترین میزان مالون‌دی‌آلدئید (MDA) در کبد ماهیان تغذیه شده با نانوذره بود که با تیمار شاهد و سلنیت سدیم اختلاف معنی‌داری نداشت. به طورکلی، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که نانوذره سلنیوم نسبت به فرم معدنی آن بر عملکرد رشد و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی ماهی شانک زرد باله اثرات مثبت داشته است.

لغات کلیدی: ماهی شانک زرد باله، نانو ذره سلنیوم، سلنیت سدیم، ایمنی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

مقدمه

استفاده از ریز مغذی‌ها در جیره غذایی آبزیان استراتژی بسیار کارآمدی جهت افزایش تولید در صنعت آبزی پروری محسوب می‌شود. مواد مذکور علاوه بر اثر مثبت در رشد و سلامت آبزیان می‌توانند به عنوان جایگزینی برای آنتی بیوتیک‌ها محسوب شوند و با کاهش استفاده از آنتی بیوتیک‌ها به حفظ محیط زیست کمک کنند (Abdel-Tawwab *et al*., 2007; Chiu *et al*., 2010). ریز مغذی‌ها عناصری هستند که مقدار آنها در محیط بسیار ناچیز است ولی تأثیر بسیار زیادی در سوخت و ساز بدن، رشد و تولید مثل موجودات زنده دارند و در فرآیندهای حیاتی از جمله تشکیل اسکلت، تنظیم تعادل اسید و باز و عملکرد ترکیبات فعال بیولوژیک از جمله هورمون‌ها و آنزیم‌ها نقش دارند (Watanabe *et al*., 1997). مطالعات متعددی در زمینه تأثیر سلنیوم بر رشد، ضریب تبدیل غذایی، ایمنی و تولید مثل آبزیان صورت گرفته است که بیشتر آنها حاکی از اثرات مثبت این ماده بر فعالیت‌های مذکور می‌باشد (Pelyhe and Mezes, 2013). سلنیوم در محیط به دو شکل آلی و معدنی وجود دارد. سلنیت[1] و سلنات[2] به عنوان ترکیبات غیرآلی سلنیوم و سلنومتیونین[3] و سلنوسیستئین[4] به عنوان ترکیبات آلی سلنیوم شناخته شده‌اند (Schrauzer, 2006). علاوه بر اشکال مذکور امروزه استفاده از نانو ذرات در صنعت با توجه به خصوصیات منحصربفرد از جمله نسبت سطح به حجم بالا، فعالیت سطحی بیشتر، ضریب بالای کاتالیزوری و میزان جذب بیشتر رو به افزایش است. نانوذرات سلنیوم با قطر ۶۰-۲۰ نانومتر از عنصر سلنیوم (Se) دارای ویژگی‌هایی چون دسترسی زیستی بالا و سمیت کمتر نسبت به سایر ترکیبات سلنیوم می‌باشد (Wang *et al*., 2007) و با توجه به سمیت کم و قابلیت دسترسی بالا به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Zhang *et al*., 2008, Rezvanfar *et al*., 2013).

بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه آثار سلنیوم مربوط به گونه‌های آب شیرین می‌باشد. برای مثال، می‌توان به مطالعه Elia و همکاران (۲۰۱۱) که به تغذیه کپور جوان (*Cyprinus carpio*) با رژیم غذایی حاوی ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم پرداختند، اشاره کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که سلنیوم سبب افزایش عملکرد رشد شده است. همچنین در مطالعه Saffari و همکاران (۲۰۱۶) اثرات افزودن اشکال مختلف معدنی، آلی و نانوذره سلنیوم به جیره غذایی ماهی کپور را بررسی کردند که فرم نانو ذره سلنیوم اثرات بیشتری برعملکرد رشد و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی ماهی داشته است. Ashuori و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که افزودن نانو ذره سلنیوم به جیره غذایی ماهی کپور بر عملکرد رشد و تقویت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی ماهی کپور اثرات مثبت داشته است. نتایج حاصل از مطالعه Naderi و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده است که افزودن ویتامین E و نانوذرات سلنیوم باعث بهبود عملکرد رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) می‌شود. همچنین مطالعه دی محمدی و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان داده است که افزودن نانوذرات نقره و سلنیوم می تواند سبب بهبود رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان گردد. توکمه چی و همکاران (۱۳۹۱) نیز شاهد بهبود شاخص‌های رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان با افزودن مخمر غنی شده با سلنیوم بودند.

با توجه به افزایش روز افزون استفاده از نانو ذرات سلنیوم و تفاوت ساختاری و شیمیایی این ماده با سایر ترکیبات سلنیوم لازم است تا عملکرد این ذرات در بدن ماهیان و تأثیر آنها بر فاکتورهای زیستی آنان مورد مقایسه قرار گیرد تا بتوان از سلنیوم در جهت ارتقاء کیفیت آبزی پروری و افزایش تولید استفاده بهتری بعمل آورد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به مدت ۶ هفته در مرکز تکثیر و پرورش درنا مهر قشم انجام شد. تعداد ۳۰۰ قطعه بچه ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) از واحد تکثیر و پرورش این مرکز با میانگین وزنی ۳±۲۵ گرم تهیه و در مخازن ۳۰۰ لیتری ضدعفونی شده حاوی آب دریا تیمار

[1] Selenite
[2] Selenate
[3] Selenomethionine
[4] Selenocysteine

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

بندی و به مدت یک هفته سازگاری داده شدند. طی دوره آزمایش، بچه ماهیان در پنج گروه و با سه تکرار تیماربندی شدند. توزیع ماهیان بگونه‌ای انجام شد که از لحاظ توده زنده اختلاف معنی‌داری در شروع آزمایش بین مخازن وجود نداشته باشد. گروه شاهد جیره غذایی پایه بدون افزودن سلنیوم را دریافت کردند در حالیکه چهار گروه دیگر با جیره‌های غذایی حاوی دو سطح ۱ و ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم از دو منبع سلنیوم شامل سلنیت سدیم و نانو ذره سلنیوم تغذیه شدند. نانو ذرات سلنیوم استفاده شده دارای غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر (۱۰۰۰ppm) بوده و از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان (مشهد، ایران) خریداری شد. این نانو ذرات ساخت کشور اسپانیا و اندازه ذرات آن ۴۵-۳۰ نانو متر با درصد خوص ۹۹/۹۵ درصد بود. سلنیوم معدنی (سلنیت سدیم، Na_2SeO_3) مورد استفاده از شرکت شیمیایی سیگما تهیه گردید. تانک‌ها در یک فضای سرپوشیده که مجهز به سامانه هواده و تخلیه آب مرکزی، شیرهای تنظیم آب و هوا بود قرار گرفتند. میانگین pH آب ۷/۸۸، دما ۳۳/۱ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۵/۷ گرم بر لیتر بود. غذادهی تا حد سیری در دو وعده صبح (۹-۸) و بعدازظهر (۵-۴) انجام گرفت. تعویض آب روزانه و بعد از غذادهی انجام و مدفوع به همراه غذای خورده نشده هر روز از مخازن سیفون می‌شدند.

آماده سازی غذا و غذا دهی

جیره پایه مورد استفاده کنسانتره تجاری سی باس ساخت شرکت ۲۱ بیضا (شیراز، ایران) بود و بر اساس اظهار نامه سازنده اجزاء جیره غذایی در جدول ۱ ارائه شده است. حداقل سلنیوم مورد نیاز برای رشد ماهی هامور نوجوان (*Epinephelus malabaricus*) ۰/۷ میلی گرم در کیلوگرم جیره (Lin and Shaiu, 2005)، برای ماهی کپور معمولی ۰/۷ میلی گرم (Elia *et al*. 2011; Ashouri *et al*., 2015)، و برای ماهی قزل آلای رنگین کمان ۰/۳۸ میلی گرم (Hilton *et al*., 1980) و گربه ماهی کانال (*Ictalurus punctatus*) ۰/۲۵ میلی گرم (Gatlin and Wilson, 1984) گزارش گردید.

جدول ۱: ارزش غذایی خوراک ماهیان دریایی تهیه شده از شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء

Table 1: Feed Food Value of Marine Fish Produced by Cooperative Manufacturing Company 21Beaza

ترکیب شیمیایی	درصد
پروتئین خام	۴۵/۱۶± ۱/۱۶
چربی خام	۱۵/۱۷ ± ۱/۰۴
فیبر خام	۲/۴۴ ± ۰/۲۲
خاکستر	۱۱/۰۶ ± ۰/۳۷
فسفر کل	۱/۷۶ ± ۰/۱۳
رطوبت	۷/۰۳ ± ۰/۵۱
سلنیوم	۰/۷۳ ± ۰/۰۸

به طور کلی، برای اکثر گونه‌های ماهیان، محدوده ۱/۴۲-۰/۲۵ میلی‌گرم سلنیوم بر کیلوگرم جیره از سدیم سلنیت مورد نیاز است (Cotter *et al*., 2007). در این مطالعه با توجه به نتایج مطالعات دیگران برای تهیه جیره‌های آزمایشی از مکمل سلنیوم در دو شکل معدنی و نانو استفاده گردید و با توجه به مقدار سلنیوم موجود در جیره پایه با افزودن نانو ذره سلنیوم و سلنیت سدیم مقدار سلنیوم به غلظت‌های ۱ و ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم در جیره غذایی افزایش یافت. ابتدا جیره پایه آسیاب و سپس مکمل سلنیوم به جیره غذایی آسیاب شده اضافه شد و به مدت ۴۵ دقیقه مخلوط گردید. به مخلوط حاصل آب افزوده شد تا به شکل خمیری درآید. در نهایت خمیر حاصل بوسیله چرخ گوشت پلت شد و برای خشک کردن به مدت ۲۴ ساعت در معرض جریان هوا قرار گرفتند. پس از اتمام مرحله ساخت، جیره‌های غذایی آزمایشی تا زمان مصرف در ظروف ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Sabzi *et al*., 2017). محتوای سلنیوم جیره‌ها از روش Elia و همکاران (۲۰۱۱) و با استفاده از دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی (مدل Younglin AAS 8020، ساخت کره جنوبی) تعیین شد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

بررسی شاخص‌های رشد

در ابتدا و انتهای دوره، بچه‌ماهیان زیست‌سنجی شدند و طول و وزن آنها اندازه‌گیری و ثبت شد. به منظور کاهش استرس بچه ماهیان هنگام زیست‌سنجی، ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی غذادهی قطع گردید. شاخص‌های رشد و تغذیه براساس روابط ذیل محاسبه شدند (Naderi *et al.*, 2017).

وزن اولیه بدن (گرم) / [وزن ابتدایی بدن(گرم) - وزن نهایی بدن (گرم)] × ۱۰۰ = درصد افزایش وزن بدن (WG)

تعداد روزهای پرورش / [(وزن ابتدایی Ln – وزن نهایی Ln)] × ۱۰۰ =شاخص رشد ویژه (SGR)

افزایش وزن بدن (گرم) / غذای مصرف شده (گرم) =ضریب تبدیل غذایی(FCR)

نمونه گیری خون و کبد

جهت خونگیری تعداد ۵ قطعه ماهی از هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب و پس از بیهوشی ماهیان با ۲-فنوکسی اتانول ۲٪ (Sigma, USA)، خونگیری از ورید ساقه دمی با استفاده از سرنگ ۳ میلی لیتری صورت گرفت. پس از خونگیری، خون به یک لوله استریل انتقال داده شد و نمونه‌ها برای جداسازی سرم با دور ۵۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند (Acerete *et al.*, 2004). پس از جداسازی، نمونه‌های سرم تا زمان انجام آزمایشات بیوشیمیایی خون در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای سنجش فعالیت‌های آنتی اکسیدانی، ابتدا بافت کبد همگن گردید. جهت همگن کردن، ۱ گرم از نمونه‌های کبد از هر تکرار توسط ترازو وزن و در یک فالکن ریخته شده و سپس بافر فسفات ۲۰ میلی مولار و EDTA یک میلی مولار به آن اضافه گردید (Fontagne *et al.*, 2008). عمل همگن سازی توسط دستگاه هموژنایزر مدل IKA (T18, IKA, USA) و درمجاورت یخ انجام شد. جهت جداسازی فاز مایع از باقی مانده‌ها، از سانتریفیوژ مدل K240R با دور ۷۴۰۰ در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. بعد از عمل سانتریفیوژ، مایع رویی توسط سمپلر جدا گردید. برای اندازه گیری کاتالاز (CAT) از روش Goth (۱۹۹۱) استفاده شد. بر اساس این روش بافر فسفات با سرم مخلوط و به مدت یک دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. سپس فعالیت آنزیم با کاهش جذب نوری محلول در طول موج ۲۴۰ نانومتر خوانده شد. میزان ۰/۰۵ واحد کاهش در جذب نوری محلول به عنوان یک واحد فعالیت آنزیم بیان شد. سنجش سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) براساس روش McCord و Fridovich (۱۹۸۶) انجام گرفت. در این روش پس از مخلوط کردن بافر Tris–HCl50 میلی مولار با پلاسما، پیرو گالول به آن اضافه می‌گردد و پس از آن اکسیداسیون پیروگالول در طول موج ۴۲۰ نانومتر قرائت می‌شود. هر واحد فعالیت آنزیم SOD به صورت مقدار آنزیم مورد نیاز برای ممانعت از اکسیداسیون پیروگالول تا ۵۰ درصد در یک دقیقه تعیین می‌گردد. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) با استفاده از کیت رنسل (Randox, Ireland) انجام شد. به منظور سنجش مالون دی آلدهید (MDA) سرم از روش رنگ سنجی استفاده گردید (Buege and Aust, 1978). اساس روش واکنش MDA با تیوباربیوتیک اسید و استفاده از اسیدتری کلرواستیک و اسید هیدروکلریک بوده و برای حل شدن آن با تیوباربیوتیک اسید نیاز به مقداری حرارت است. نمونه مورد نظر با معرف مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری حرارت داده و سپس سانتریفیوژ نمونه سرد شده و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰ (rpm) انجام خواهد گرفت و پس از آن لایه رویی برداشته شده و نهایتاً جذب نوری در ۵۳۵ نانومتر در مقابل نمونه استاندارد انجام می‌گیرد. تعیین مقادیر آنزیم‌های آسپارتات آمینوترنسفراز (AST)، آلانین آمینوترنسفراز (ALT) و آلکالین فسفاتاز (ALP) با استفاده از کیت‌های تشخیص طبی شرکت پارس آزمون و به روش فتومتریک انجام گرفت.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه (One- Way ANOVA) و جهت اندازه گیری اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ی Duncan با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۴) انجام شد.

نتایج

عملکرد رشد ماهی شانک زرد باله تغذیه شده با دو فرم معدنی و نانو ذره سلنیوم در جدول ۲ ارائه شده است. پس از شش هفته تغذیه ماهیان با جیره پایه (تیمار شاهد) میانگین وزنی آنها به ۵۰/۲ گرم رسید و در حدود ۹۶ درصد افزایش وزن نشان داد. میانگین وزن ماهیان در تیمارهایی که بترتیب ۱ و ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم سلنیت سدیم دریافت کرده بودند، پس از اتمام دوره آزمایش به ۴۸/۶ و ۴۰/۵ گرم رسید که بترتیب حدود ۹۰ و ۶۷ درصد رشد اولیه بالغ می‌شد و میزان رشد به طور معنی‌داری از گروه شاهد کمتر بود ($p<0/05$). برخلاف دو گروه اول میانگین وزنی دو گروهی که مقادیر ۱ و ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم نانوذره سلنیوم دریافت کرده بودند، افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد. میانگین وزنی این دو گروه بترتیب ۵۳/۸۵ و ۵۵/۴ گرم بود که بترتیب ۱۲۱ و ۱۱۵ درصد افزایش نشان داد. همچنین بالاترین میزان SGR و درصد افزایش وزن بدن در تیمار تغذیه شده با نانو ذره حاوی ۱ و ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم برابر با ۱/۷۷ و ۱/۷۱ محاسبه شد.

جدول ۲: عملکرد رشد ماهی شانک زرد باله تغذیه شده با دو فرم معدنی و نانو ذره سلنیوم Se به مدت ۶ هفته (n=3)

Table 2. Growth performance in yellow fin sea bream fed with two inorganic forms and selenium nanoparticles for 6 weeks (n = 3).

پارامترها	شاهد	سلنیت سدیم (1mg/kg)	سلنیت سدیم (1.5mg/kg)	نانو ذره سلنیوم (1mg/kg)	نانو ذره سلنیوم (1.5mg/kg)
وزن اولیه (گرم)	۱/۳۸±۲۶/۲	۰/۷۸±۲۵/۴۵	۲۴/۳±۱/۱۲	۲۴/۲۹±۰/۹۹	۲۵/۷۱±۰/۸۴
وزن نهایی (گرم)	۵۱/۲۳±۱/۳۷ ^{b}	۴۸/۵۶±۰/۶۶ ^{c}	۴۰/۴۹±۲/۲۵ ^{d}	۵۳/۸۵±۱/۳۵ ^{ab}	۵۵/۴۱±۱/۱۷ ^{a}
افزایش وزن (گرم)	۲۵/۰۳±۲/۷۵ ^{b}	۲۳/۱۲±۰/۱۲ ^{b}	۱۶/۱۹±۱/۱۳ ^{c}	۲۹/۵۶±۰/۳۵ ^{a}	۲۹/۷۰±۲/۰۱ ^{a}
افزایش وزن (درصد)	۹۵/۵۲±۱۵/۵۹ ^{b}	۹۰/۵۸±۳/۲۸ ^{b}	۶۶/۶۱±۱/۵۸ ^{c}	۱۲۱/۷۳±۳/۵۲ ^{a}	۱۱۵/۵۲±۱۱/۶۳ ^{a}
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۴۹±۰/۱۷ ^{b}	۱/۴۴±۰/۰۴ ^{b}	۱/۱۳±۰/۰۲ ^{c}	۱/۷۷±۰/۰۲ ^{a}	۱/۷۱±۰/۱۲ ^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۲۵±۰/۱۱ ^{a}	۰/۹۲±۰/۰۲ ^{b}	۱/۲۱±۰/۱۰ ^{a}	۰/۹۸±۰/۰۳ ^{b}	۰/۸۶±۰/۰۷ ^{b}

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح $p>0/05$ می‌باشد.

نتایج مربوط به تغییرات سطح فعالیت آنزیم‌های CAT، GPX، و SOD و محتوای MDA در کبد ماهیان شانک تحت تیمار غلظت‌های مختلف نانو ذرات سلنیوم و سلنیت سدیم در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل افزودن سلنیوم سبب افزایش فعالیت آنزیم GPX و CAT در تیمارهای تغذیه شده با نانو ذره سلنیوم گردیده است. محتوای MDA در تیمار سلنیت سدیم با غلظت ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری داشت ($p<0/05$)، ولی افزایش سلنیوم تاثیری در فعالیت SOD در تیمارهای مختلف نداشت ($p>0/05$). بالاترین میزان فعالیت ALT در گروه شاهد مشاهده شد در حالیکه کمترین میزان فعالیت ALT در گروه‌های تغذیه شده با نانوسلنیوم با غلظت ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. بنابراین، جیره حاوی سلنیوم اثر معنی‌داری بر کاهش فعالیت ALT سرم داشته است (جدول ۴). تفاوت معنی‌داری در فعالیت AST سرم میان گروه‌های آزمایشی وجود نداشت.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

جدول ۳: فعالیت آنزیم‌های انتی اکسیدانی و محتوای MDA کبد در ماهی شانک زرد باله تغذیه شده با دو فرم معدنی و نانو ذره سلنیوم Se به مدت ۶ هفته (n=3)

Table 3: Activity of antioxidant enzymes and MDA content of liver in fish. Yellow fin seabream fed with two inorganic forms and selenium nanoparticles for 6 weeks (n = 3).

پارامترها		شاهد	سلنیت سدیم (1mg/kg)	سلنیت سدیم (1.5mg/kg)	نانو ذره سلنیوم (1mg/kg)	نانو ذره سلنیوم (1.5mg/kg)
کاتالاز	U/mg pro^{-1}	۰/۱۷±۰/۰۳ ^{c}	۰/۳۸±۰/۱۷ ^{bc}	۰/۵۴±۰/۱۵ ^{ab}	۰/۲۶±۰/۰۵ ^{c}	۰/۶۸±۰/۱۸ ^{a}
گلوتاتیون پراکسیداز	U/mg pro^{-1}	۲/۹۷±۰/۴۳ ^{b}	۲/۵۶±۰/۶۳ ^{b}	۲/۸۸±۰/۵۴ ^{b}	۲/۹۳±۰/۲۶ ^{b}	۳/۹۶±۰/۴۳ ^{a}
مالون دل آلدئید	Nmol/mg pro^{-1}	۰/۵۸±۰/۰۸ ^{b}	۰/۹۷±۰/۱۶ ^{b}	۱/۹۹±۰/۸۵ ^{a}	۰/۵۷±۰/۳۵ ^{b}	۰/۸۳±۰/۱۱ ^{b}
سوپر اکسید دیسموتاز	U/mg pro^{-1}	۱/۵۷±۰/۰۷	۱/۵۰±۰/۱۶	۱/۳۲±۰/۱۲	۱/۵۵±۰/۰۴	۱/۴۸±۰/۰۴

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ می‌باشد.

جدول ۴: فعالیت آنزیم های کبدی در سرم ماهی در ماهی شانک زرد باله تغذیه شده با دو فرم معدنی و نانو ذره سلنیوم Se به مدت۶ هفته روز (n=3)

Table 4: Activity of liver enzymes in fish serum in fish. Yellow fin cloves fed with two inorganic forms and nano-particles Selenium Se for 6 weeks (n = 3).

	شاهد	سلنیت سدیم (1mg/kg)	سلنیت سدیم (1.5mg/kg)	نانو ذره سلنیوم (1mg/kg)	نانو ذره سلنیوم (1.5mg/kg)
ALT (U/L)	۲۹/۹۷±۲/۶۲ ^{a}	۲۰/۰۷±۵/۶۷ ^{ab}	۱۳/۸۹±۵/۱۷ ^{bc}	۱۹/۹۳±۹/۶۰ ^{ab}	۸/۱۵±۲/۴۶ ^{c}
AST (U/L)	۸۷/۶۱±۱۱/۰۸	۸۴/۴۷±۳۵/۳۹	۱۰۵/۲۰±۷/۹۸	۷۱/۴۲±۸/۹۰	۷۲/۲۹±۸/۵۶
ALP (U/L)	۲۵۳/۸۱±۱۷/۵۶ ^{a}	۱۵۸/۰۴±۱۸/۶۱ ^{c}	۱۶۴/۱۹±۶/۱۲ ^{bc}	۱۸۱/۷۴±۱۷/۰۹ ^{bc}	۱۹۲/۵۴±۲۲/۴۶ ^{b}

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح $p<۰/۰۵$ می‌باشد.

بالاترین میزان فعالیت ALP در گروه شاهد مشاهده شد و پس از آن گروه نانو ذره سلنیوم با غلظت ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم قرار داشت. پایین‌ترین فعالیت این آنزیم در گروه سلنیت سدیم با غلظت ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده گردید.

بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن نانو ذره سلنیوم تا سطح ۱/۵ میلی گرم در کیلوگرم غذا سبب افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه و درصد افزایش وزن ماهی شانک زرد باله شده است. اکثر مطالعات تغذیه‌ای نشان داده‌اند که افزودن نانو ذرات سلنیوم به جیره غذایی آبزیان موجب بهبود عملکرد رشد و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی در ماهی می‌شود که می‌توان به مطالعه احمدوند (۱۳۹۴) Saffari و همکاران (۲۰۱۶) بر کپور معمولی و Zhu و همکاران (۲۰۰۹) بر ماهی کپور طلایی (*Carassius auratus gibelio*) اشاره کرد. افزودن مقدار ۱/۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم در جیره غذایی ماهی باس دهان بزرگ (*Micropterus salmoides*) به عنوان ماده مکمل ضروری برای بهبود کارایی جیره و افزایش وزن ماهی ضروری بود (Zhu *et al*., 2012) و سطح بهینه سلنیوم برای هیبرید باس راه راه ۱/۴۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Cotter *et al*., 2007) می‌باشد که مقادیر بدست آمده با تحقیق حاضر همخوانی دارد. غلظت بهینه سلنیوم برای رشد در ماهی هامور ۰/۷۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام شد (Lin and Shiau, 2005) که با مقادیر مطالعه اخیر مطابقت ندارد. نتایج حاصل از افزودن سلنیوم معدنی در مطالعه اخیردر هر دو غلظت ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم موجب کاهش رشد ماهی شده که نتایج حاصل با مطالعه Lin (۲۰۱۴) که به بررسی اثرات

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

افزایش سلنیوم آلی و غیر آلی به جیره پایه هامور جوان پرداخته است، مطابقت ندارد. این کاهش رشد می‌تواند ناشی از متفاوت بودن وزن ماهیان مورد استفاده در دو مطالعه و در نتیجه نیاز متفاوت آنها به سلنیوم باشد. در واقع، این نتایج گویای این است که در سطوح یکسان، تأثیر استفاده از سلنیوم به فرم نانوذره از فرم معدنی آن بیشتر است که می‌توان این نتیجه را با خصوصیات ویژه نانوذرات توجیه نمود.

سلنیوم نقش مهمی را در فعال کردن آنتی اکسیدان‌های سیستم دفاعی بدن به شکل سلنوسیستئین ایفاء می‌کند که بخشی از مرکز فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز می‌باشد (Kohrle *et al*., 2000). تحت شرایط استرسی، سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی شامل (SOD) ، (CAT) و (GPX) برای مهار ترکیبات اکسیژنی فعال (ROS) مهم و ضروری می‌باشند (Atencio *et al*., 2009). در مطالعه حاضر با افزایش نانو ذره سلنیوم در جیره غذایی ماهی شانک تا سطح ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره، CAT افزایش معنی‌داری یافت ولی مقدار SOD در تمامی غلظت‌های نانوذره سلنیوم و سلنیت سدیم تفاوت معنی‌داری نشان نداد. نتایج بدست آمده از این مطالعه که بر ماهی شانک انجام شد، با گزارش‌های Han و همکاران (۲۰۱۱) و Hao و همکاران (۲۰۱۴) که کاهش مقدار SOD و CAT را بترتیب در ماهی طلایی و ماهی لوچ (*Paramisgurnus dabryanus*) هنگامی که از جیره‌های حاوی سلنیوم با مقادیر بالاتر از ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تغذیه شده بودند، همخوانی نداشت ولی با نتایج Elia و همکاران (۲۰۱۱) که گزارش دادند با افزایش غلظت سلنیوم میزان CAT و SOD در ماهیان نوجوان کپور بالا می‌رود، همخوانی داشت. آزمایش TBARS به عنوان شاخص محصولات پراکسیداسیون چربی مطرح شده است و سطوح بالاتر مالون‌دی‌آلدهید کبد به عنوان یک نشانگر استرس اکسیداتیو اندازه‌گیری می‌شود و سطوح پایین‌تر مالون‌دی‌آلدهید (MDA) با زندگی طولانی‌تر و کیفیت بهتر گوشت در ارتباط است (Gatta *et al*., 2000). سطح مالون دی آلدهید کبد (MDA) در همه تیمارها بجز تیمار ۱/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم اختلاف معنی‌دار آماری نداشت و کمترین میزان آن در تیمار نانو ذره مشاهده شد که با نتایج مطالعه Saffari (۲۰۱۶) مطابقت داشت ولیکن Ashouri و همکاران (۲۰۱۵) کمترین میزان مالون دی آلدهید کبد را در تیمار تغذیه شده با غلظت ۲ میلیگرم بر کیلوگرم نانو ذره مشاهده کردند.کاهش اثر سلنیوم می‌تواند به علت سمیت این عنصر در غلظت‌های بالا باشد که استفاده گسترده از این عنصر را به عنوان عامل کاهش دهنده اکسیداسیون محدود می‌کند (Zhu *et al*., 2009). سنجش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در مطالعه اخیر نشان داده که آنزیم‌های GPX در تیمار نانو ذره سلنیوم با غلظت ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌دار داشته است ($p<0.05$). مطالعات متعددی نیز اثر مثبت افزودن سلنیوم به جیره غذای ماهیان را بر فعالیت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی و بخصوص آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز تأیید کرده‌اند. Zhou و همکاران (۲۰۰۹) به تأثیر مثبت افزودن نانو ذره سلنیوم و سلنومتیونین بر فعالیت GPX اشاره کرده‌اند. Liu و همکاران (۲۰۱۰) با افزودن سلنیوم به جیره غذایی ماهی کوبیا (*Rachycentron canadum*) شاهد افزایش فعالیت آنزیم GPX بوده‌اند. همچنین Han و همکاران (۲۰۱۱) رابطه خطی مشخصی را بین فعالیت آنزیم GPX و افزایش غلظت سلنیوم در بافت ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) یافته‌اند. برخلاف این مطالعات، Elia و همکاران (۲۰۱۱) اثر افزودن سلنیوم با غلظت ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم را دلیل بروز استرس‌های اکسیداتیو در ماهی کپور معمولی دانستند و در این مطالعه سلنیوم وضعیت دفاع آنتی اکسیدانی ماهی را بدتر کرده است. در مطالعه Le و Fotedar (۲۰۱۴) افزودن اشکال مختلف سلنیوم به میزان ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به جیره غذایی ماهی گیش دم زرد (*Seriola lalandi*) هیچگونه اختلاف معنی‌داری را در گروه‌های تغذیه شده با مکمل سلنیوم ایجاد نکرده است.

استفاده دو دوز از نانو ذرات سلنیوم و سلنیت سدیم با غلظت‌های ۱/۵ و ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم به مدت شش هفته سبب کاهش معنی‌داری در فعالیت ALP در سرم

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

ماهیان نسبت به گروه شاهد شده که حاکی از آن است که اثرات اکسیداتیو بافت کبدی در این ماهیان و در نتیجه استرس کاهش یافته است. اگرچه سطح فعالیت آنزیم AST دراین مطالعه بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی-داری آماری نداشته اما در دو تیمار نانو ذره سلنیوم مقدار این آنزیم در سرم کاهش یافته است. در واقع، افزایش مقدار AST و ALT در سرم ماهیان می‌تواند به عنوان شاخص‌هایی عمومی جهت ارزیابی عملکرد کبد مهره‌داران استفاده شود، زیرا افزایش تراوش‌پذیری سلول‌های کبدی آسیب دیده موجب ترشح این آنزیم‌ها به داخل خون می‌شود (Suárez *et al*., 2015). در مطالعه‌ای که Xie و همکاران (۱۹۹۶) بر کپور علفخوار تغذیه شده با سلنیوم انجام داده‌اند، میزان رهاسازی ALT، AST و لاکتات دهیدروژناز از سلول‌های کبدی کاهش یافته و سلنیوم سبب کاهش صدمات سلولی و همچنین موجب کاهش فعالیت این آنزیم‌ها در خون شده که این نتایج با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت داشته است.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن نانو ذره سلنیوم به جیره غذایی ماهی شانک زرد باله سبب بهبود عملکرد رشد و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی در ماهی شانک زرد باله می‌شود. بیشترین وزن نهایی و افزایش وزن در رژیم غذایی ماهی تغذیه شده با نانوذره سلنیوم بدست آمد. این درصد افزایش وزن نشان می‌دهد که نانوذره سلنیوم دارای فراهمی زیستی بالاتری در مقایسه با فرم معدنی در این گونه است. بنابراین، می‌توان با بکارگیری نانوذره سلنیوم به عنوان مکمل غذایی در ماهی شانک زرد باله که یکی از گونه‌های با ارزش اقتصادی می‌باشد، از بروز واکنش‌های اکسیداتیو جلوگیری بعمل آورد.

منابع

احمدوند، ش.، ۱۳۹۴. بررسی اثرات نانوذرات سلنیوم (Nano-Se) در مقایسه با سلنیوم آلی (Selemax) بر عملکرد شاخصهای رشد کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*). فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، سال هفتم، شماره (۲): ۱۹۶-۱۸۹.

توکمه چی، ا. و شهرکی، ر. ۱۳۹۱. اثرات تغذیه ای ساکارومایسس سرویزیا غنی شده با سلنیوم بر رشد ومقاومت ماهی قزل آلای رنگین‌کمان به استرس‌های محیطی و باکتری یرسینیا روکری. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، سال چهارم، شماره ۴. ۴۹

دی محمدی، ف.، توکمه چی، ا.، فرخی، ف. و احسانی، ع.، ۱۳۹۱. اثرات تغذیه ای نانو ذرات نقره و سلنیوم بر شاخص های رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان. دومین همایش ملی تنوع زیستی و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه

Abdel-Tawwab, M., Mousa, M.A. and Abbass, F.E., 2007. Growth performance and physiological response of African catfish, *Clarias gariepinus* (B.) fed organic selenium prior to the exposure to environmental copper toxicity. *Aquaculture*, 272(1): 335-345. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2007.09.004

Acerete, L., Balasch, J., Espinosa, E.A. and Tort, L., 2004. Physiological responses in Eurasian perch (*Preca fluviatilis, L.*) subjected to stress by transport and handling. *Aquaculture*, 237(1): 167-178. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.03.018

Ashouri, S., Keyvanshokooh, S., Salati, A.P., Johari, S.A. and Pasha-Zanoosi, H., 2015. Effects of different levels of dietary selenium nanoparticles on growth performance, muscle composition, blood biochemical profiles and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 446, 25-29. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.04.021

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

Atencio, L., Moreno, I., Jos, A., Prieto, A.I., Moyano, R., Blanco, A. and Cameán, A.M., 2009. Effects of dietary selenium on the oxidative stress and pathological changes in tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to a microcystin-producing cyanobacterial water bloom. *Toxicon,* 53: 269-282. Doi: 10.1016/j.toxicon.2008.11.011

Buege, J.A. and Aust, S.D., 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol,* 52, 302–310.

Chiu, S.T., Hsieh, S.L., Yeh, S.P., Jian, S.J., Cheng, W. and Liu, C.H., 2010. The increase of immunity and disease resistance of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* by feeding with selenium enriched-diet. *Fish and Shellfish Immunology,* 29: 623-629. Doi: 10.1016/j.fsi.2010.06.012

Cotter, P.A., Craig, S.R. and Mclean, E., 2007. Hyper accumulation of selenium in hybrid striped bass: a functional food for aquaculture. *Aquaculture Nutrition,* 14(3): 215-222. Doi: 10.1111/j.1365-2095.2007.00520.x

Elia, A.C., Prearo, M., Pacini, N., Dörr, A.J.M. and Abete, M.C., 2011. Effects of selenium diets on growth, accumulation and antioxidant response in juvenile carp. *Ecotoxicology and Environmental Safety,* 74: 166-173. Doi:10.1016/j.ecoenv.2010.04.006

Fontagne, S., Lataillade, E., Breque, J. and Kaushik, S., 2008. Lipid peroxidative stress and antioxidant defence status during ontogeny of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition,* 100: 102–111. Doi: 10.1017/S0007114507876215

Gatlin, D.M. and Wilson, R.P., 1984. Dietary selenium requirement of fingerling channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *The Journal of Nutrition,* 114(3): 627-633. Doi: 10.1093/jn/116.6.1061

Gatta, P., Pirini, M., Testi, S., Vignola, G. and Monetti, P. 2000. The influence of different levels of dietary vitamin E on sea bass *Dicentrarchus labrax* flesh quality. *Aquaculture Nutrition,* 6, 47-52. Doi: 10.1046/j.1365-095.2000.00127.x

Goth, L., 1991. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference rang. *International Journal of Clinical Chemistry,* 196(2): 143-152 Doi: 10.1016/0009-8981(91)90067-M

Han, D., Xie, S., Liu, M., Xiao, X., Liu, H., Zhu, X. and Yang, Y., 2011. The effects of dietary selenium on growth performances, oxidative stress and tissue selenium concentration of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture Nutrition,*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

17:741-749. Doi:10.1111/j.1365-2095.2010.00841.x

Hao, X., Ling, Q. and Hong, F., 2014. Effects of dietary selenium on the pathological changes and oxidative stress in loach (*Paramisgurnus dabryanus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 40(5): 1313-1323. Doi: 10.1007/s10695-014-9926-7

Hilton, J.W., Hodson, P.V. and Slinger, S.J., 1980. The requirement and toxicity of selenium in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *The Journal of Nutrition*, 110(12): 2527-2535. Doi: 10.1093/jn/110.12.2527

Kim, J.H. and Kang, J.C., 2014. The selenium accumulation and its effect on growth and hematological parameters in red sea bream, *Pagrus major*, exposed to waterborne selenium, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 104: 96–102. Doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.02.010

Köhrle, J., Brigelius-Flohé, R., Böck, A., Gärtner, R., Meyer, O. and Flohé, L., 2000. Selenium in biology: facts and medical perspectives. *Biological Chemistry*, 381: 849-864. Doi: 10.1515/BC.2000.107

Le, K.T. and Fotedar, R. 2014. Bioavailability of selenium from different dietary sources in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). *Aquaculture*, 420: 57-62. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.10.034

Lin, Y.H. and Shiau, S.Y., 2005. Dietary selenium requirements of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture*, 250(1): 356-363. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.03.022

Lin, Y.H. and Shiau, S.Y., 2005. Dietary vitamin E requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus*, at two lipid levels, and their effects on immune responses. *Aquaculture*, 248: 235-244. Doi: 10.1016/j.*aquaculture*.2005.04.020

Lin, Y.H., 2014. Effects of dietary organic and inorganic selenium on the growth, selenium concentration and meat quality of juvenile grouper *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture*, 430: 114-119. Doi: 10.1016/j.*aquaculture*.2014.03.048

Liu, K., Wang, X.J., Ai, Q., Mai, K. and Zhang, W. 2010. Dietary selenium requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. *Aquaculture Research,* 41, 594-601. Doi: 10.1111/j.1365-2109.2010.02562.x

McCord, J.M. and Fridovich, I. 1969. Superoxide dismutase an enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). *Journal of Biological chemistry*, 244, 6049-6055.

Naderi, M., Keyvanshokooh, S., Salati, A.P. and Ghaedi, A., 2017. Proteomic analysis of liver tissue from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under high rearing density after administration of dietary vitamin E and selenium nanoparticles. *Comparative Biochemistry and Physiology*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

Part D: Genomics and Proteomics, 22: 10-19. Doi: 10.1016/j.cbd.2017.02.001

Pelyhe, C. and Mezes, M., 2013. Myths and facts about the effects of nano selenium in farm animals–mini-review. *European Chemical Bulletin*, 2(12): 1049-1052. Doi: 10.17628/ECB.2013.2.1049

Rezvanfar, M.A., Shahverdi, A.R., Ahmadi, A., Baeeri, M., Mohammadirad, A. and Abdollahi, M., 2013. Protection of cisplatin-induced spermatotoxicity, DNA damage and chromatin abnormality by selenium nano-particles. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 266: 356-365. Doi:10.1016/j.taap.2012.11.025

Sabzi, E., Mohammadi Azarm, H. and Salati, A.P., 2017. Effect of dietary L-carnitine and lipid levels on growth performance, blood biochemical parameters and antioxidant status in juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 480, 89–93. Doi:10.1016/j.aquaculture.2017.08.013

Saffari, S., Keyvanshokooh, S., Zakeri, M., Johari, S. and Pasha-Zanoosi, H., 2016. Effects of different dietary selenium sources (sodium selenite, selenomethionine and nanoselenium) on growth performance, muscle composition, blood enzymes and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Nutrition*, 23(3): 611-617. Doi: 10.1111/anu.12428

Schrauzer, G.N., 2006. Selenium yeast: Composition, quality, analysis, and safety. *Pure and Applied Chemistry*, 78(1):105-109. Doi: 10.1351/pac200678010105

Suárez, M.D., Trenzado, C.E., García-Gallego, M., Furné, M., García-Mesa, S., Domezain, A., Alba, I. and Sanz, A. 2015. Interaction of dietary energy levels and culture density on growth performance and metabolic and oxidative status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacultural Engineering*, 67, 59-66. Doi: org/10.1016/j.aquaeng.2015.06.001

Wang, H., Zhang, J. and Yu, H., 2007. Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenomethionine in mice. *Free Radical Biology and Medicine*, 42:1524-1533. Doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.013

Watanabe, T., Kiron, V. and Satoh, S., 1997. Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 151: 185-207. Doi: 10.1016/S0044-8486 (96)01503-7

Xie, Q.X., Zhu, X.L. and Lu, Q.Z., 1996. The role of sodium selenite in protection of primary hepatocytes and liver against carbon tetrachloride toxicity in grass carp. Acta Hydrobiol Sin 20:229–235

Zhang, J., Wang, X. and Xu, T., 2008. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

reduced risk of selenium toxicity: comparison with se-methyl selenocysteine in mice. *Toxicological Sciences* 101(1): 22–31. Doi:10.1093/toxsci/kfm221

Zhu, X., Wang, Y., Gu, Q. and Li, W., 2009. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture*, 291, 78–81. Doi: org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.007

Zhu, Y., Chen, Y., Liu, Y., Yang, H., Liang, G. and Tian, L., 2012. Effect of dietary selenium level on growth performance, body composition and hepatic glutathione peroxidase activities of largemouth bass *Micropterus salmoide*. *Aquaculture Research*, 43: 1660-1668. Doi: 10.1111/j.1365-2109.2011.02972.x

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]

Comparison of dietary sodium selenite and selenium nanoparticles on growth performance, liver enzymes and antioxidant status of yellowfin porgy, *Acanthopagrus latus*

Kianersi F.[1]; Safahieh A.R.[1]; Salamat N.[1]; Salati A.P.[2]; Hosmand H.[3]

*safahieh@hotmail.com

1-Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Ocean Sciences, Khorramshahr University of Science and Technology, Khorramshahr, Khouzestan, Iran
2-Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Khouzestan, Iran
3-The Institute of Aquaculture of the South of the country, the Institute of Fisheries Research of the Country, the Organization of Research, Education and Promotion of Agriculture, Ahvaz, Khouzestan, Iran

Abstract

In this study, the effects of both mineral and nanoparticles selenium were investigated on growth performance, liver enzymes, and antioxidant status of yellowfin porgy, *Acanthopagrus latus*. A total number of 300 fish (average weight = 25±3 g) were randomly distributed in five groups according to according to diet: control (basal diet), nanoSe (1 and 1.5 mg/kg -supplemented diet) and sodium selenite (1 and 1.5 mg/kg -supplemented diet). Fish were fed with experimental diets for six weeks. At the end of the experiment, liver and blood samples obtained to assay the liver and antioxidant enzymes activities. The results showed that addition of 1 and 1.5 mg/kg nanoSe to the diet promoted growth, as weight gain increased significantly in A. latus fed by nanoSe ($p<0.05$). Also, the highest glutathione peroxide and catalase activity were recorded in treatment containing nanoSe ($p<0.05$). While the lowest ALT activity were seen in 1.5 mg/kg nanoSe ($p<0.05$). The lowest level of Malondialdehyde (MDA) was in the liver of fish fed by nanoSe, while there were no significant differences with the control and Sodium Selenite groups ($p>0.05$). Our findings showed that Selenium nanoparticles had beneficial effects on growth performance and antioxidant defense system of *A. latus*.

Keywords: Yellow fin porgy, Selenium nanoparticles, Sodium Selenite, Immunity

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.11.2]