نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

تأثیر نانوسلنیوم جیره بر شاخص‌های رشد، سیستم ایمنی و آنزیم‌های کبدی اوزون برون (*Acipenser stellatus*) نوجوان

علی حسین‌پور زلتی[1]، میر حامد سید حسنی[1*]، تورج سهرابی[1]، حسین آدینه[2]

[1] انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی رشت، رشت، ایران

[2] گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس،ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۱/۱۱/۰۲
پذیرش: ۰۲/۰۲/۱۹

نویسنده مسئول مکاتبه:
میرحامد سید حسنی، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی رشت، رشت، ایران.

ایمیل: mirhamedhassani@yahoo.com

چکیده

تأثیر الحاق نانوسلنیوم به جیره تجاری بر شاخص‌های رشد، آنزیم‌های کبدی و سیستم ایمنی بدن اوزون برون (*Acipenser stellatus*) نوجوان موردبررسی قرار گرفت. ۱۲۰ قطعه بچه‌ماهی فیل‌ماهی با وزن متوسط ۲۱/۹۳±۱/۰۳ گرم به مدت ۸ هفته با جیره‌های A، B، C و D (به‌ترتیب حاوی ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و فاقد نانوسلنیوم) تغذیه شدند. در پایان دوره پرورش جهت بررسی آنزیم‌های کبدی و شاخص‌های سیستم ایمنی از ماهیان نمونه خون تهیه شد. وزن نهایی و رشد روزانه در ماهیان تغذیه شده با جیره A (۰/۱ میلی‌گرم نانوسلنیوم در یک کیلوگرم جیره) به طور معنی داری بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره C (۰/۳ میلی‌گرم نانوسلنیوم در یک کیلوگرم جیره) بود ($p< 0.05$)، اما اختلاف معنی‌داری با ماهیان تغذیه شده با جیره D (فاقد نانوسلنیوم) نداشت ($p>0.05$). ضریب چاقی و نسبت بازده پروتئین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های C و D بود ($p< 0.05$)، اختلاف معنی‌داری در شاخص ایمونوگلوبولین کل (IgM) و کمپلمان (ACH_{50}) در گروه‌های مختلف مشاهده نشد ($p>0.05$). اما ترشح لیزوزیم در ماهیان تغذیه شده با جیره B به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌ها بود ($p < 0.05$). اختلاف معنی‌داری در فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینو-ترانسفراز در ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی نانوسلنیوم در مقایسه با تیمار فاقد نانوسلنیوم مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد که افزودن ۰/۱ و ۰/۲ میلی گرم نانوسلنیوم در یک کیلوگرم جیره تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد و سیستم ایمنی اوزون برون در مرحله رشد داشته باشد.

واژه‌های کلیدی:
فیل‌ماهی، نانو سلنیوم، ویتامین C و E، شاخص‌های رشد، سیستم ایمنی و آنزیم‌های کبدی

۱ | مقدمه

ارزش ماهیان خاویاری نه به جهت استفاده از گوشت، بلکه به واسطه تخمشان است که به خاویار یا مروارید دریای خزر مشهور می باشند. در دو دهه پیش ۹۰ درصد خاویار عرضه شده به بازارهای جهانی از این دریا به‌دست می‌آمد (Aghilinejad *et al.*, 2017). اما در چند سال اخیر با توجه به خط قرمز انقراض ماهیان خاویاری و افزایش مزارع پرورش ماهیان خاویاری در جهان، این محصول در مقیاس وسیع با پرورش تاسماهی سیبری (*Acipenaer baerii*)، تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*)، هیبرید (*H. dauricus* × *A. schrenckii*)، تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) و تاسماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) تولید و به بازار عرضه (Bronzi *et al.*, 2018) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و تاس‌ماهی اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*) جایگاه خود را در بازار جهانی از دست داده است. یکی‌از دلایل عدم‌موفقیت پرورش اوزون‌برون با استفاده از جیره‌های مصنوعی تلفات در دوران مراحل اولیه تولید و کاهش رشد و حساسیت به پرورش در تراکم بالا می‌باشد. در کنار شرایط مناسب پرورش و غذادهی با جیره‌های مناسب جهت افزایش تولید و کاهش اثرات عوامل استرس‌زای محیطی الحاق مواد معدنی و ویتامین (Küçükbay *et al.*, 2009) و یا عناصر فلزی خاص (Adenieh *et al.*, 2021) به جیره غذایی ماهیان پرورشی و این گونه امری ضروری است. سلنیوم یک عنصر ضروری در بدن انسان و حیوانات است. این عنصر در ساختار آنزیم‌های متعددی یافت می‌شود که در بدن موجودات زنده نقش‌های آنتی‌اکسیدان (Valko *et al.*, 2006)، آنتی‌باکتری (Solflaei *et al.*, 2014)، ضدسرطان (Ren *et al.*, 2013)، تعدیل کننده سیستم ایمنی (Khan *et al.*, 2017a)، بهبود عملکرد تولیدمثل (Ghazanfarpoor *et al.*, 2014) و بهبود عملکرد رشد (Cai *et al.*, 2012) را دارد. در ماهی اضافه نمودن مکمل

© ۱۴۰۲ | دانشگاه گنبدکاووس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]

سلنیوم در جیره غذایی ماهیان پرورشی موجب بهبود شاخص‌های رشد ماهی از طریق تحریک تولید هورمون رشد در سرم خون (Raza 2012; Khan *et al*., 2017) و نقش آنتی‌اکسیدانی آن موجب محافظت از سلول‌های بدن ماهی و اجزای سلولی در برابر آسیب اکسیداتیو از طریق فعال‌سازی سلنوآنزیم‌ها و سلنوپروتئین می‌شود (Khan *et al*., 2016). تأثیرات مثبت سلنیوم در افزایش رشد و فعالیت سیستم ایمنی کپورماهیان (Ashouri *et al*., 2015)، *Carassius auratus* gibilio (Han *et al*., 2011)، هیبرید باس طلایی (*Morone chrysops* ×*M.saxitilis*) (Jaramilo *et al*., 2009)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Küçükbay *et al*., 2009) و ماهی دم زرد (*Seriola Latandi*) (Le and Fatedov, 2014) حاکی از اهمیت این ریز عنصر در تغذیه آبزیان است. در محیط‌های طبیعی، ماهی معمولاً از منابع موجود اطراف سلنیوم را دریافت می‌کند، در صورتی که در سیستمهای متراکم پرورش ماهی این امر به اجزای غذایی بستگی دارد که با مقادیر مناسب سلنیوم غنی شده‌اند. استفاده از منابع پروتئین حیوانی که حاوی مقدار کمی سلنیوم است و منابع پروتئین گیاهی که دارای تنوع زیادی در منابع سلنیوم است باعث ایجاد اختلال در تامین مناسب سلنیوم در ماهی می‌شوند. هرگونه اختلال در تأمین سلنیوم منجر به اختلال در فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود، به همین دلیل ماهی قادر به مقاومت در مقابل شرایط استرس‌زا و محافظت از خود در برابر آسیب اکسیداتیو نیست (Khan *et al*., 2016). بنابراین، ضمن در نظر گرفتن همه این عوامل، اضافه کردن مقادیر مناسب سلنیوم به جیره غذایی موجب ایجاد هماهنگی و تعادل در ترشح هورمون‌های مختلف، متابولیسم و سنتز و تنظیم سلنوپروتئینها، بهبود وضعیت دفاع آنتی‌اکسیدانی و کیفیت گوشت ماهی می‌شود (Pappas and Zoidis, 2012). با تمام این اوصاف سمیت سلنیوم و تاثیرات منفی این ماده در جیره غذایی به عوامل مختلف دیگری از جمله وضعیت فیزیولوژیک ماهی، فعل و انفعالات جیره غذایی و نحوه الحاق مکمل به جیره و نحوه جذب آن در بدن ماهی بستگی دارد. در سال‌های اخیر توسعه سریع فناوری نانو، پتانسیل زیادی جهت استفاده از نانو ذرات کوچک عناصر کمیاب (به‌عنوان مثال، سلنیوم) در خوراک ماهی را نشان داده و نانو سلنیوم در مقایسه با فرم‌های آلی و غیر آلی سلنیوم قابلیت دسترسی زیستی بیشتری در ماهی داشته، اما سمیت آن نیز در مقایسه با فرم غیرنانو بیشتر است (Khan *et al*., 2017). این درحالی است که تاکنون تحقیقی در مورد تأثیر الحاق مکمل نانوسلنیوم در جیره غذایی تاس‌ماهی اوزن‌برون و اثر آن بر رشد و سیستم ایمنی غیراختصاصی آن انجام نشده است. این تحقیق، مطالعه‌ای مقدماتی در این زمینه است.

۲ | مواد و روش‌ها

نانوسلنیوم با اندازه ۱۰ تا ۴۵ نانومتر، خلوص ۹۹/۹۵ درصد، پی‌اچ ۳ تا ۵، مساحت سطح ویژه نانو ذرات حدود ۳۰ تا ۵۰ مترمربع بر گرم، چگالی حقیقی (چگالی ذره‌ای) کمتر از ۳/۸۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان واقع در استان خراسان رضوی، مشهد تهیه شد. جهت تغذیه ماهیان از جیره تجاری ماهیان خاویاری شرکت فرادانه GFS_1 به‌عنوان غذای پایه با مشخصات ذیل استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- آنالیز تقریبی ترکیبات غذای ماهیان خاویاری

ترکیبات غذا	پروتئین	چربی خام	فیبر خام	خاکستر	رطوبت	فسفر
درصد	۳۶-۴۴	۱۲-۱۶	۱/۵	۷-۱۰	۶-۱۱	۱-۱/۵

غذای تجاری توسط دستگاه آسیاب (Damico, Tehran, Iran) کاملاً خرد شد و پودر غذایی به ۳ بخش برای افزودن سطوح مختلف نانوسلنیوم در دوزهای ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم تقسیم شد. مکمل نانوسلنیوم با ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر برای هر تیمار جداگانه حل و سپس محلول حاصل به جیره آسیاب شده اسپری گردید. ۱ بخش از غذای پودری به‌عنوان جیره شاهد بدون هیچگونه افزودنی فقط آب مقطر اسپری شد. بدین صورت چهار جیره (جیره A: حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، جیره B: حاوی ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، جیره C: حاوی ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم و جیره D: فاقد نانوسلنیوم) به‌دست آمد. خمیر غذایی تهیه شده از هر تیمار از چرخ گوشت صنعتی (Pars Esfahan, GM32, Esfahan, Iran) با قطر صفحه ۳ میلی‌متر عبور داده شد و به صورت رشته‌های ماکارونی بیرون آمد. پلت‌های خارج شده از چرخ گوشت روی سینی‌های توری گسترده و با یک فن با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک (Hardy and Barrows, 2002)، بسته‌بندی، شماره‌گذاری و در فریزر ۲۰- درجه سانت گراد تا زمان مصرف نگهداری شد.

تعداد ۱۲۰ قطعه ماهی ازون برون با میانگین وزنی ۱/۰۳±۲۱/۹۳ گرم در بخش آبزی‌پروری انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری (روستای شاقاجی، رشت، استان گیلان) در تانک‌های فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری (قطر ۱۰۵ سانتیمتر، ارتفاع ۵۱ سانتی‌متر) که با آب رودخانه سفیدرود و آب چاه (چاه نیمه عمیق با دبی ۴/۷۵ لیتر در دقیقه) آبگیری شد، ذخیره‌سازی گردید. شروع دوره آزمایش تعداد ۱۰ قطعه ماهی در هر تانک بدون اختلاف معنی‌دار آماری در شاخص وزن توزیع شدند ($p>0.05$) و در طی دوره آزمایش از جیره‌های غذایی به میزان ۲ درصد وزن بدن در ۳ وعده (۸/۰۰ صبح، ۱۵/۰۰ و ۲۱/۰۰) به‌مدت ۸ هفته تغذیه شدند. دوره نوری به صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی تنظیم گردید. میانگین دما، اکسیژن و pH در طول دوره پرورش به ترتیب ۰/۵۳±۲۴/۹۰ درجه سانتی‌گراد، ۰/۲۱ ± ۶/۹۰ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۰۹ ± ۷/۹۲ بود. جهت ارزیابی میزان رشد و تعیین زیتوده هر مخزن، بیومتری در فواصل ۱۵ روزه انجام گرفت (Luo *et al*., 2006). در پایان دوره تغذیه ماهیان با جیره‌های آزمایشی، از ۳۰ درصد جمعیت ماهیان (۳ عدد ماهی از هر مخزن) با استفاده از سرنگ ۲ سی‌سی از ساقه دمی خون‌گیری شد. به منظور تهیه سرم، نمونه‌های خون با دور 3000g و به مدت ۱۰ دقیقه به‌وسیله دستگاه (Labfuge 200, Frankfort, Germany) سانتریفیوژ گردیدند (Kazemi *et al*., 2010) و سپس به آزمایشگاه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]

منتقل شدند. جهت ارزیابی میزان کلی ایمونوگلوبولین سرم از روش رسوب با سولفات روی استفاده شد (Affonso *et al*.,2004). فعالیت فرعی کمپلمان با پروتکل یانو (Yano, 1992) و براساس روش همولیز گلبول قرمز خرگوش (RaRBC) انجام شد. فعالیت لایزوزیم با روش کدورت¬سنجی براساس روش الیس (Ellis, 1990) اندازه‌گیری و میزان ALT و AST با استفاده از کیت¬های شرکت پارس آزمون و با روش فتومتریک توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (IRMA, Tokyo, Japan) مورد اندازه¬گیری قرار گرفت (Thomas, 1998).

با انجام زیست‌سنجی‌های یک‌ماهه و با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از طول و وزن ماهیان و تشکیل بانک اطلاعاتی، محاسبات آماری شاخص‌های رشد، غذا، شاخص هپاتوسوماتیک و شاخص احشایی بر اساس فرمول‌های فلاحتکار (Falahatkar, 2015) محاسبه گردید:

شاخص وضعیت (CF)= ۱۰۰× (وزن ماهی)/ (طول کل یا چنگالی)

افزایش وزن (WG) (g)= وزن نهایی(g)– وزن اولیه (g).

افزایش وزن بدن (BWI) (درصد)= ((افزایش وزن (g)/ وزن ابتدایی (g)) × ۱۰۰

ضریب رشد ویژه ((SGR))(% در روز) = ۱۰۰×[(لگاریتم وزن نهایی– لگاریتم وزن اولیه)/ تعداد روز(زمان)]

نرخ تبدیل غذایی (FCR) = غذای خشک مصرف شده (g) / افزایش وزن (g).

نرخ کارایی پروتئین (PER) = وزن تر اضافه شده (افزایش بیوماس) (g) به گرم) / مقدارپروتئین مصرفی(g)

شاخص‌کبدی (HSI) (%)= ۱۰۰ × ((وزن کبد (g) / وزن بدن(g)).

شاخص احشایی (VSI) (%) =۱۰۰ × ((وزن امعاء و احشاء (g) / وزن بدن(g)).

داده‌های کسب شده در نرم‌افزار Excel ثبت و مورد پردازش قرار گرفت. سپس نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون Kolmogorov-Smirnov و معنی‌دار بودن داده‌ها از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد سنجش قرار گرفت و در صورت مشاهده اختلاف، تست Tukey برای مقایسه میانگین‌ها به‌عنوان Post-hoc اعمال شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار(SPSS, IBM Corp Version 24.0. Chicago, USA) انجام شد. سطح معنی‌دار بودن برای همه موارد ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

۳ | نتایج

شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های حاوی نانوسلنیوم جیره A (۰/۱میلی‌گرم در کیلوگرم)، B (۰/۲میلی‌گرم در کیلوگرم) و C (۰/۳میلی‌گرم در کیلوگرم) در جدول ۲ ارائه شده است. بیشترین وزن نهایی در ماهیان تغذیه شده با جیره A مشاهده شد که به طور معنی‌داری بیشتر از وزن نهایی ماهیان تغذیه شده با جیره C بود ($p<0.05$)، اما اختلاف معنی-داری با جیره‌های B و D (جیره شاهد) نداشت ($p>0.05$). ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های A و B به‌طور معنی‌داری بالاتر از ماهیان تغذیه شده با تیمارهای C و جیره شاهد (فاقد نانوسلنیوم) بود ($p<0.05$). اختلاف معنی‌داری در درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه ماهیان در تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($p>0.05$)، اما رشد روزانه در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره به‌طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان تغذیه شده با ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم در جیره بود ($p<0.05$). همچنین نسبت بازده پروتئین در ماهیان تغذیه شده با جیره A (۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان تغذیه‌شده با جیره ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم (جیره C) و تیمار فاقد نانوسلنیوم بود ($p>0.05$).

جدول ۲- عملکرد رشد تاس‌ماهی اوزون برون (*A. stellatus*) تغذیه شده با جیره تجاری و جیره‌های حاوی نانوسلنیوم در مدت ۸ هفته (n=3، میانگین ± انحراف معیار)

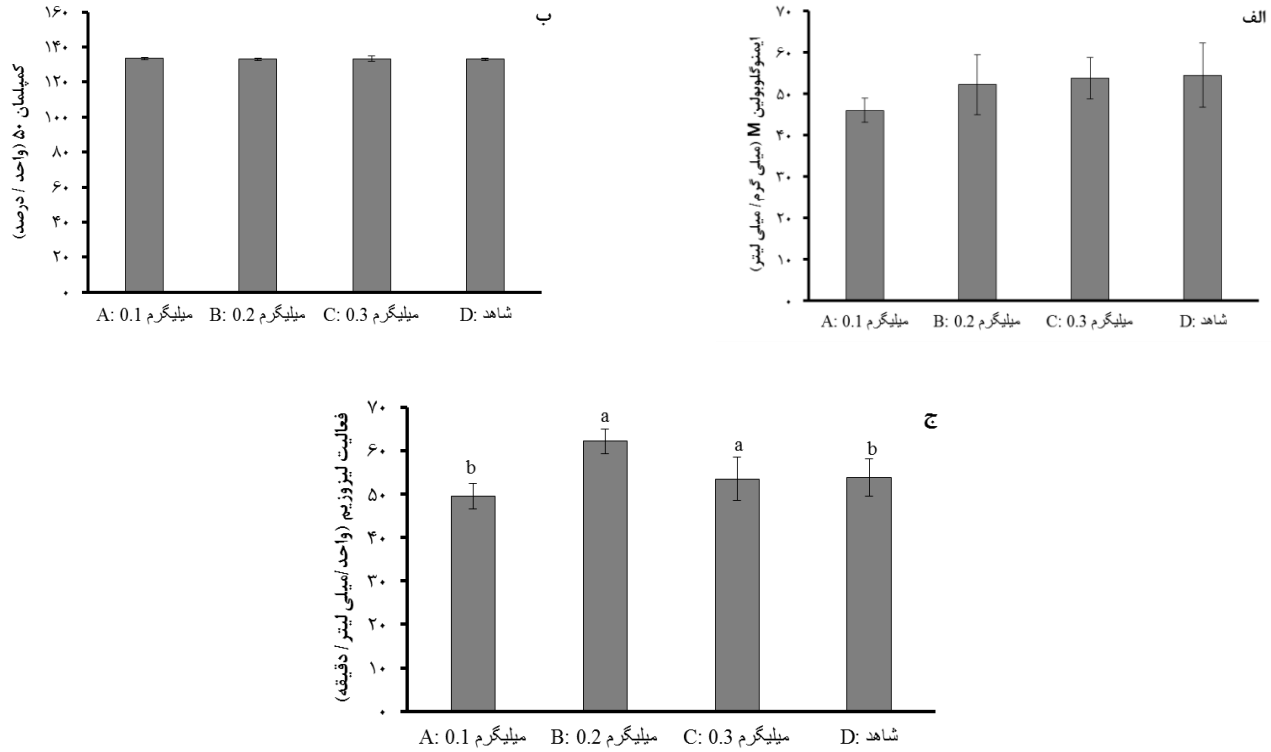
شاخص‌ها / جیره	A (۰/۱ میلی‌گرم نانوسلنیوم)	B (۰/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم)	C (۰/۳ میلی‌گرم نانوسلنیوم)	D جیره شاهد (فاقد نانوسلنیوم)
وزن اولیه (گرم)	۲۲/۵۹± ۱/۴۹	۲۲/۰۱±۰/۴۹	۲۱/۵۸± ۰/۸	۲۱/۵۳± ۱/۴۴
وزن نهایی (گرم)	۸۷/۱۷± ۲/۹۰^{a}	۷۸/۹۲±۶/۴۲^{ab}	۷۶/۳۷±۳/۲۲ ^{b}	۸۰/۵۹± ۱/۵۲^{ab}
طول اولیه (سانتی‌متر)	۲۱/۵۵ ± ۰/۳۶	۲۰/۹۱ ±۰/۰۶	۲۱/۳۱ ± ۰/۷۸	۲۲/۰۳±۰/۵۵
طول نهایی (سانتی‌متر)	۳۲/۴۵± ۰/۰۸	۳۱/۵۰ ± ۰/۸۵	۳۲/۲۰ ± ۱/۱۴	۳۳/۳۵± ۰/۴۹
ضریب چاقی	۰/۲۵±۰/۰۰۱^{a}	۰/۲۵ ± ۰/۰۰۱^{a}	۰/۲۲ ± ۰/۰۰۱^{b}	۰/۲۱±۰/۰۰۲^{b}
درصد افزایش وزن	۲۸۶/۵۷± ۱۷/۵۷	۲۵۸/۳۴± ۲۲/۵۴	۲۵۴/۶۱ ±۲۹/۲۲	۲۷۵/۶۷±۳۵/۷۰
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/۱۴±۰/۰۷	۲/۰۲ ±۰ /۰۴	۲/۰۰ ± ۰/۱۲	۲/۰۹±۰/۱۵
رشد روزانه (گرم در روز)	۱/۰۲±۰ /۰۳^{a}	۰/۹۰ ±۰ /۰۹^{ab}	۰/۸۶± ۰/۰۶ ^{b}	۰/۹۳ ±۰/۰۵^{ab}
مقدار غذای مصرفی به ازای هر تیمار آزمایش (گرم)	۷۵۷/۹۵	۷۱۶/۳۱	۷۱۳/۳۷	۷۷۰/۵۲
ضریب تبدیل غذا	۱/۱۷±۰/۳۳	۱/۲۶ ±۰ /۱۱	۱/۳۰ ± ۰/۰۲	۱/۳۰±۰/۰۵
نسبت بازده پروتئین	۲/۱۳ ±۰ /۰۶^{a}	۱/۹۸ ± ۰/۱۷ ^{ab}	۱/۹۱± ۰/۰۳ ^{b}	۱/۹۱±۰/۰۷^{b}

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($p<0.05$)

آنالیز فاکتورهای ایمنی همچون ایمنوگلوبولین M (الف)، فعالیت کمپلمان ۵۰ (ب) و فعالیت لیزوزیم (ج) در شکل ۱ آورده شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان غلظت ایمنوگلوبولین M، فعالیت کمپلمان ۵۰ در تیمارهای مختلف مشاهده نشد، همچنین میزان لیزوزیم در ماهیان تغذیه شده با جیره B (۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم) از لحاظ آماری به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($p<0.05$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]



شکل ۱- آنالیز فاکتورهای ایمنی همچون ایمنوگلوبولین M (الف)، فعالیت کمپلمان ۵۰ (ب) و فعالیت لیزوزیم (ج)

مقادیر به‌دست آمده از سنجش آنزیم‌های کبدی در جدول ۳ آمده است. اختلاف معنی‌داری در میزان آلکالین فسفاتاز در سرم خون ماهیان تغذیه‌شده با جیره های A ، B و D (جیره فاقد نانوسلنیوم) مشاهده نشد، اما میزان این آنزیم در جیره حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم بود ($p<0.05$). میزان ترشح آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (SGOT) در ماهیان تغذیه‌شده با جیره A در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی کمتر بود. این معیار با تیمارهای B و C (حاوی ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود و با تیمار شاهد (فاقد نانوسلنیوم) اختلاف معنی‌دار آماری نداشت. اختلاف معنی‌داری در میزان ترشح آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز مشاهده نشد، اما مقدار این آنزیم در سرم خون ماهیان تغذیه شده با جیره A (۰/۱ میلی‌گرم نانوسلنیوم در یک کیلوگرم جیره) در مقایسه با سایر ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دیگر در سطح پایین‌تری قرار داشت ($p>0.05$).

جدول ۳- آنزیم‌های کبدی تاس‌ماهی اوزون برون (*A. stellatus*) تغذیه شده با جیره حاوی نانوسلنیوم در مدت ۸ هفته (n=3، میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌ها/ جیره	A (۰/۱ میلی‌گرم نانوسلنیوم)	B (۰/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم)	C (۰/۳ میلی‌گرم نانوسلنیوم)	D جیره شاهد (فاقد نانوسلنیوم)
ALP (U/L)	۱۶۹/۷۵ ± ۱۸/۵۵ ^{b}	۲۳۷/۲۵ ± ۷۱/۴۹^{a}	۲۱۷/۰۰ ± ۱۹/۷۶ ^{ab}	۱۹۲/۰۰ ± ۸/۰۴ ^{ab}
SGOT -AST (U/L)	۲۱۷/۵۰ ± ۱۷/۹۳^{b}	۲۶۴/۷۵ ±۷/۸^{a}	۲۶۵/۰۰ ± ۴۵/۹۱^{a}	۲۳۶/۵۰ ± ۱۶/۰۹^{ab}
SGPT-ALT (U/L)	۱۳/۷۵ ± ۲/۷۰	۱۴/۵ ± ۱/۲۹	۱۷/۰۰ ± ۴/۹۶	۱۲/۷۵ ± ۱/۲۵

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($p<0.05$). علامت‌های اختصاری A، B و C نشان داده شده به‌ترتیب حاوی (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ میلی‌گرم نانوسلنیوم در کیلوگرم غذا است) است و علامت D تیمار شاهد بدون افزودنی می‌باشد.

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

اضافه نمودن ۰/۱ میلی‌گرم نانوسلنیوم در جیره غذایی تاثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد تاس‌ماهی اوزون‌برون داشت. مطالعات نشان داده است که اضافه نمودن مکمل سلنیوم در جیره غذایی ماهی موجب بهبود شاخصهای رشد ماهی از طریق تحریک تولید هورمون رشد در سرم خون (Khan *et al*.,2016, 2017) و کنترل سنتز دیودیناز (Wang *et al*., 2019) موجب بهبود شاخص‌های رشد ماهی می‌شود. کاتر و همکاران (Cotter *et al*., 2008) افزایش فعالیت هورمون‌های تیروئید را در هیبرید باس مخطط (*M. saxatilis*×*M. chrysops*) تغذیه‌شده از جیره حاوی سلنیوم را ثبت و بر این نکته اذعان داشتند که این عامل موجب رشد بهتر و بازده خوراک در ماهی می‌شود. اضافه کردن یک میلی‌گرم نانوسلنیوم در جیره غذایی گربه ماهی کانالی (*I. punctatus*) (Gatlin and Wilson, 1984)، زیر ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]

جیره غذایی تاس‌ماهی سفید و تاس‌ماهی سبز (*A. medirostris*) (Nicola De Riu *et al*., 2014) و اضافه‌کردن ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم به جیره غذایی فیل‌ماهی (*H. huso*) (Safabakhsh *et al*., 2019) موجب افزایش وزن و ضریب چاقی شده بود. نه تنها بدین جهت که اضافه کردن نانوسلنیوم و سلنیوم موجب تحریک هورمون‌های رشد می‌شود، بلکه به این دلیل که با افزایش سطح سلنیوم، آمینواسیدهای موجود در غذا بطور مستقیم در بدن ذخیره نمی‌شوند و صرف تولید انرژی و رشد می‌شوند (Stone *et al*., 2003) که در این مطالعه خود را با افزایش نسبت بازده پروتئین نشان داد.

اما در این مطالعه با افزایش سطوح نانوسلنیوم به ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، شاخص‌های وزن نهایی، ضریب چاقی، رشد روزانه و نسبت بازده پروتئین کاهش یافتند و هم سطح تیمار شاهد (فاقد نانوسلنیوم) بوءدند ($p>0.05$). مطالعات نشان داده است که الحاق سلنیوم در مقادیر کم دارای اثرات فیزیولوژیکی مفید است، اما غلظت بالای سلنیوم باعث تولید رادیکال‌های آزاد و اثرات سمی خواهد گردید (Spallholz And Hoffman, 2002) که به توقف رشد، افزایش مرگ و میر و آسیب‌های بافتی منجر خواهد شد (Liu *et al*., 2018). سطح بهینه سلنومتیونین در ماهی کوبیا (*R. canadum*) (۰/۸۱۱ -۰/۷۸۸ میلی-گرم در کیلوگرم) (Liu *et al*., 2010)، ماهی هامور (*E. malabaricus*) (۰/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) (Lin and Shiau, 2005)، ماهی کپور gibel (*C. auratus* gibelio) (۷۳/۱۹-۰/۰میلی-گرم در کیلوگرم) (Han *et al*., 2011) و هیبرید باس راه راه (*M. chrysops* x *M. saxatilis*) (۱/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) (Jaramillo *et al*., 2009) قرار داشت، در صورتی که در مطالعه حاضر سطوح ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم موجب اثرات مثبت در شاخص‌های رشد و سطح ۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم موجب افت شاخص‌های مزبور شدند. به نظر می‌رسد که اختلاف سطح بهینه سلنیوم در مطالعه حاضر و مطالعات دیگر احتمالا به تفاوت های فیزیولوژیکی وابسته به گونه ماهی، تفاوت در مراحل رشد، نوع سلنیوم به کاررفته (آلی، معدنی، یا فرم نانو) و یا سطح ویتامین E جیره غذایی مرتبط باشد (Antony *et al*., 2016).

درمطالعه حاضر اختلاف معنی‌داری در میزان ایمنوگلوبولین (IgM)، کمپلمان (ACH_{50}) در تیمارهای مختلف مشاهده نشد اما میزان لیزوزیم در ماهیان تغذیه‌شده با جیره B (۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم) از لحاظ آماری به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($p<0.05$). مطالعات زیادی نشان داده است که سلنیوم همچنین به تکثیر و تولید آنتی‌بادی‌ها کمک می‌کند و با افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز از لنفوسیت‌های B و T محافظت می‌کند (Arthur *et al*., 2003). سلنیوم کافی در جیره غذایی ماهی طلایی (*C. auratus*) (Choi *et al*., 2013)، ماهی دم زرد (*S.lalandi* Valenciennes) (Le *et al*., 2014)، سیم دریایی سیاه (Wang *et al*., 2019) گزارش شده است. لایزوزیم علاوه بر دارا بودن پتانسیل بالای ضدباکتریایی و فعالیت در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و منفی دارای خاصیت ضدعفونی‌کننده و ضد ویروسی نیز می‌باشد، با توجه به ارتباط آن با لکوسیتها به نظر می‌رسد که این آنزیم یک نشانگر ارجح در پاسخهای سیستم ایمنی بدن ماهی بوده و افزایش آن به تحریک سیستم ایمنی بدن ماهی در ارتباط با افزودن ۰/۲ میلی‌گرم نانو سلنیوم به ازای یک کیلو گرم جیره اشاره دارد (Saurabh and Sahoo, 2008)

در مطالعه حاضر تاثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم بر ترشح آنزیم-های کبدی مورد مطالعه قرار گرفت. کبد و کلیه اندام‌های اصلی رسوب و سم‌زدایی سلنیوم هستند که آنها را تبدیل به اندامهای حساس برای سمیت سلنیوم می‌کنند (Wang *et al* ., 2021). در مطالعه حاضر اختلاف معنی‌داری در میزان آلکالین فسفاتاز در پلاسمای ماهیان تغذیه شده با جیره‌های A، B و D (جیره فاقد نانوسلنیوم) مشاهده نشد، اما میزان این آنزیم در جیره حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم به طور معنی‌داری کمتر از تیمار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم بود ($p<0.05$). آلکالین فسفاتاز به طور عمده از کبد سرچشمه می‌گیرد و مقدار آن در بیماری‌های مجاری کبدی، صفراوی و گسترش ضایعات کبدی افزایش می‌یابد (Heydarnejad *et al*.,2014). از آن جا که کبد و کلیه اندام‌های اصلی رسوب و سم‌زدایی سلنیوم هستند که آنها را تبدیل به اندام‌های حساس برای سمیت سلنیوم می کنند (Wang *et al*., 2021) به نظر می‌رسد که کبد تاسماهی اوزون برون قادر به متابولسیم و سم‌زدایی ۰/۱ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم جیره می‌باشد. البته باید جهت نتایج قطعی بررسی‌های هیستو-پاتولوژیک کبد پیشنهاد می‌شود. افزایش معنی‌دار دو آنزیم ALT و AST نشانه نشت آنها از کبد و نشان‌دهنده اسیب به بافت کبد است (Tohidi *et al*., 2008). در این آزمایش اختلاف معنی‌داری در ترشح آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و اسپارتات آمینوترانسفراز (AST) در ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های A، B و C (حاوی۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) با تیمار شاهد (فاقد نانوسلنیوم) مشاهده نشد که نشان‌دهنده عدم آسیب رسانی به کبد تاسماهی اوزون‌برون می باشد. گزارشاتی در دست است که مصرف بیش از حد سلنیوم در جیره غذایی (۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم ($NaHSeO_3$)) باعث ایجاد ضایعات هیستوپاتولوژیک و فراساختاری در کبد با افزایش فعالیت آمینو-ترانسفراز (AST) سرم در ماهی لوچ (*P. dabryanus*) می‌شود (Hao *et al*., 2014). در کبد تاسماهی سفید تغذیه‌شده با جیره حاوی بیش از ۴۱/۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیم (سلنومتیونین) ضایعات هیستوپاتولوژیک قابل‌توجهی (کاهش گلیکوژن، هایپرپلازی و دژنراسیون واکوئولی کبدی) در کبد مشاهده شد (Tashjian *et al*., 2006)، اما نتایج مطالعه حاضر براین نکته اذعان دارد که الحاق ۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم به جیره غذایی تجاری تاثیر منفی بر آنزیم‌های کبدی نشانگر اختلال در عملکرد کبد ندارد، هر چند که باید آزمایشات بیشتری در مورد آسیب‌شناسی کبد صورت گیرد.

افزودن ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم در یک کیلوگرم جیره تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد و سیستم ایمنی (لیزوزیم) اوزون‌برون در مرحله رشد داشت. بررسی آنزیم‌های کبدی حاکی از فقدان تأثیر سمیت سلنیوم در سطوح الحاق ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارد. البته برای نتیجه‌گیری قطعی مطالعات بافت شناسی کبد توصیه می‌شود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]

پست الکترونیک نویسندگان

علی حسین‌پور زلتی: ahpour.z@gmail.com

میرحامد سید حسنی: mirhamedhassani@yahoo.com

تورج سهرابی: t.sohrabi@areeo.ac.ir

حسین آدینه: adineh.h@gmail.com

REFERENCES

Adineh H., Naderi M., Nazer A., Yousefi M., Ahmadifar E. 2021. Interactive effects of stocking density and dietary supplementation with Nano selenium and garlic extract on growth, feed utilization, digestive enzymes, stress responses, and antioxidant capacity of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Journal of the World Aquaculture Society, 52: 789-804.

Affonso C. M., Da Silva L. C., Lima F. G. Soares S. 2004. MW and MVar management on supply and demand side for meeting voltage stability margin criteria. IEEE TRANSACTIONS on power systems, 19: 1538-1545.

Aghilinejad G., Joulaei R., Peyghambari S.Y., Jahangir S. 2017. Identifying the effective factors in the occurrence of illegal sturgeon fishing in the southwestern part of the Caspian Sea. Fisheries Organization. 70:161-169.

Antony Jesu Prabhu P., Schrama J. W., KaushikS. J. 2016. Mineral requirements of fish: a systematic review. Reviews in Aquaculture, 8: 172-219.

Arthur J. R., McKenzie R. C., Beckett, G. J. 2003. Selenium in the immune system. The Journal of nutrition, 133: 1457S-1459S.

Ashouri S., Keyvanshokooh S., Salati A. P., Johari S. A., 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.

Bronzi P., Chebanov M., MichaelsJ. T., Wei Q., Rosenthal H., Gessner J. 2019. Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017. Journal of Applied Ichthyology, 35: 257-266.

Cai S. J., Wu C. X., Gong L. M., SongT., Wu H., Zhang L. Y. 2012. Effects of nano-selenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, and tissue selenium content in broilers. Poultry Science, 91: 2532-2539.

Choi Y. J., Kim N. N., Shin H. S., Park M. S., Kil G. S., Choi C. Y. 2013. Effects of waterborne selenium exposure on the antioxidant and immunological activity in the goldfish, *Carassius auratus*. Molecular & Cellular Toxicology, 9: 365-373.

Cotter P.A., Craig S.R., McLean E. 2008. Hyper-accumulation of selenium in hybrid striped bass: a functional food for aquaculture? Aquaculture Nutrition, 14: 215-222.

De Riu N., Lee J.W., Huang S.S., Moniello G., Hung S. S. 2014. Effect of dietary selenomethionine on growth performance, tissue burden, and histopathology in green and white sturgeon. Aquatic Toxicology, 148: 65-73.

Ellis A.E. 1990. Lysozyme assays. In: Stoka, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Roberton, B.S. Van Muiswisal, W.B. (Eds). Techniques in Fish Immunology. SOS Publications. pp: 101-103.

Falahatkar B. 2015. Aquatic nutrition. Publications of Institute of Applied Scientific Education of Jihad Agriculture. 334p.

Gatlin III D. M., Wilson R. P. 1984. Dietary selenium requirement of fingerling channel catfish. The Journal of nutrition, 114: 627-633.

Ghazanfarpoor H, Talebi E, Ghasemi F, Haghighat Jahromi M. 2014. The Effect of selenium nanoparticles antioxidant on the sperm parameters of mature and adult rats. Journal of Fasa University of Medical Sciences. 2014: 4:111-119.

Han D., Xie S., Liu M., Xiao X., Liu H., Zhu X., 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, 17:741-749.

Hao X., Ling Q., Hong F. 2014. Effects of dietary selenium on the pathological changes and oxidative stress in loach (*Paramisgurnus dabryanus*). Fish physiology and biochemistry, 40: 1313-1323.

Hardy R.W., Barrows F.T. 2002. Diet formulation and manufacture. In: Halver, J.E., Hardy, R.W (Eds). Fish Nutrition. Academic Press, London. 505-600.

Heydarnejad M. S., Najafi M., Mobini-Dehkordi M., Rahnama S. 2014. An assessment of acute oral toxicity of ZnO nanoparticles on serum biochemical function of liver in mice. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences, 16: (1): 24-30.

Jaramillo J.F., Peng L.I., Gatlin Iii D.M. 2009. Selenium nutrition of hybrid striped bass (Morone *chrysops*× *M. saxatilis*) bioavailability, toxicity and interaction with vitamin E. Aquaculture nutrition, 15: 160-165.

Kazemi R., Pourdehghani M., Yarmohammadi M., Nasri Tajan, M. 2010. Physiology of aquatic circulatory system and applied techniques of fish hematology. Bazargan Publications.194 p.

Khan K.U., Zuberi A., Fernandes J.B.K., Ullah I., Sarwar H. 2017a. An overview of the ongoing insights in selenium research and its role in fish nutrition and fish health. Fish physiology and biochemistry, 43: 1689-1705.

Khan K.U., Zuberi A., Nazir S., Fernandes J.B.K., Jamil Z., Sarwar H. 2016. Effects of dietary selenium nanoparticles on physiological and biochemical aspects of juvenile *Tor putitora*. Turkish Journal of Zoology, 40: 704-712.

Khan K.U., Zuberi A., Nazir S., Ullah I., Jamil Z., Sarwar H. 2017. Synergistic effects of dietary nano selenium and vitamin C on growth, feeding, and physiological parameters of mahseer fish (*Tor putitora*). Aquaculture Reports, 5: 70-75.

Küçükbay F.Z., Yazlak H., Karaca I., Sahin N., Tuzcu M., Cakmak M.N., Sahin K. 2009. The effects of dietary organic or inorganic selenium in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under crowding conditions. Aquaculture Nutrition, 15: 569-576.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]

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

Lin Y.H., Shiau S.Y. 2005. Dietary selenium requirements of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. Aquaculture, 250(1-2): 356-363.

Liu K., Wang X.J., Ai Q., Mai K., Zhang, W. 2010. Dietary selenium requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. Aquaculture Research, 41: 594-601.

Liu L.W., Liang X.F., Li J., Fang J.G., Yuan X.C., Li J., Alam M. S. 2018. Effects of dietary selenium on growth performance and oxidative stress in juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idellus*. Aquaculture Nutrition, 24: 1296-1303.

Luo L., Xue M., Wu X.F., Cai X.F., Cao H.N., Liang Y.M. 2006. Partially or totally replacement of fish meal by solvent extracted cottonseed meal in diets for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition, 12: 418–424.

Pappas A.C., Zoidis E. 2012. The role of selenium in chicken physiology: new insights. Chickens: physiology, diseases, and farming practices. Nova Science Publishers, New York. ISBN-13: 9781620810279, 167p.

Raza A. 2012. Effects of graded levels of dietary selenium supplementation on the growth of juvenile mahseer (*Tor putitora*) (Doctoral dissertation, M. Phil. Thesis, Quaid-i-Azam University, Islamabad Pakistan).215 PP.

Ren Y., Zhao T., Mao G., Zhang M., Li F., Zou Y., Wu X. 2013. Antitumor activity of hyaluronic acid–selenium nanoparticles in Heps tumor mice models. International journal of biological macromolecules, 57: 57-62.

Safabakhsh M., Bahri A., Mohseni M., Mohammadizadeh F. 2019. The effect of selenium on growth indices, carcass composition and some blood indices of young farmed elephant fish (*Huso huso*) Aquaculture Development Journal, 13 :89-101.

Safabakhsh M., Bahri A., Mohseni M., Mohammadizadeh, F.2019. The effect of dietary selenium on growth performance, Carcass Composition, and blood profile of farmed juvenile beluga (*Huso huso*). 13: 89-101.

Saurabh S., Sahoo P.K. 2008. Lysozyme: an important defense molecule of fish innate immune system. Aquaculture research, 39: 223-239.

Soflaei S., Dalimi A., Abdoli A., Kamali M., Nasiri V., Shakibaie M., Tat M. 2014. Anti-leishmanial activities of selenium nanoparticles and selenium dioxide on *Leishmania infantum*. Comparative Clinical Pathology, 23: 15-20.

Spallholz J.E., Hoffman D.J. 2002. Selenium toxicity: cause and effects in aquatic birds. Aquatic Toxicology, 57: 27-37.

Stone D.A.J., Allan G.L., Anderson A.A. 2003**.** Carbohydrate utilization by juvenile silver perch, *Bidyanus bidyanus* (Mitchell). III. The protein-sparing effect of wheat starch-based carbohydrates. Aquaculture Research, 34: 123-134.

Tashjian D.H., Teh S.J., Sogomonyan A., Hung S.S. 2006. Bioaccumulation and chronic toxicity of dietary l-selenomethionine in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquatic Toxicology, 79: 401-409.

Thomas I. 1998. Alanine aminotransferasr (ALT), aspartate amino transferase (AST). In: Thomas, I (Eds). Clinical Laboratory Diagnostic. Frankfurt TH-Books Verlagsgesellsc hhaft. pp: 55-65.

Tohidi M., Harati H., Hadaegh F., Mehrabi Y., Azizi F. 2008. Association of liver enzymes with incident type 2 diabetes: A nested case control study in an Iranian population. BMC Endocrine Disorders, 8: 1-6.

Valko M., Rhodes C.J.B., Moncol J., Izakovic M.M., Mazur M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chemico-biological interactions, 160: 1-40.

Wang L., Sagada G., Wang R., Li P., Xu B., Zhang C., Yan Y. 2021. Different forms of selenium supplementation in fish feed: The bioavailability, nutritional functions, and potential toxicity. Aquaculture, 737819 p.

Wang L., Xiao J.X., Hua Y., Xiang X.W., Zhou Y.F., Ye L., Shao Q.J. 2019. Effects of dietary selenium polysaccharide on growth performance, oxidative stress and tissue selenium accumulation of juvenile black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*. Aquaculture, 503: 389-395.

Yano T. 1992. Assays of hemolytic complement activity. In: Stolen J.S., Fletcher T.C., Anderson D.P (Eds).Techniques in Fish Immunology, Fair Haven, New jersy Press, SOS. pp: 150- 158.

نحوه استناد به این مقاله:

حسین‌پور زلتی ع.، سید حسنی م.ح.، سهرابی ت.، آدینه ح. تأثیر نانوسلنیوم جیره بر شاخص‌های رشد، سیستم ایمنی و آنزیم‌های کبدی اوزون برون (*Acipenser stellatus*) نوجوان. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۲، ۵۰-۴۳ :(۳)۱۱ .

Hosseinpour Zelati A., Seyed Hassani M.H., Sohrabi T., Adineh H. The effect of dietary Nanoselenium on growth indicators, Immune system and liver Enzymes of juvenile (*Acipenser stellatus*). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2023, 11(3): 43-50.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]

The effect of dietary Nanoselenium on growth indicators, Immune system and liver Enzymes of juvenile (*Acipenser stellatus*)

Hosseinpour Zelati A[1]., Seyed Hassani M.H[1*]., Sohrabi T[1]., Adineh H[2].

[1] International Caspian Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Rasht.

[2] Gonbad Kavous University, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources.

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 22-01-2023
Accepted: 09-05- 2023

Corresponding author:

Seyed Hassani M.H. International Caspian Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Rasht.

Email: mirhamedhassani@yahoo.com

Abstract

The effect of inclusion of Nanoselenium to the commercial diet on the growth indices, liver enzymes and immune system of juvenile *Acipenser stellatus* was investigated. Individual 120 juveniles with an average weight of 21.93±1.03 g were fed with diets A, B, C and D (containing 0.1, 0.2, 0.3 and no Nanoselenium) for 8 weeks. At the end of the rearing period, blood samples were prepared from fish to evaluate liver enzymes and immune system indices. The final weight and daily growth in fish fed with diet A (0.1 mg /kg) were significantly higher than those fed with diet C (0.3 mg/kg). But there was no significant difference with fish fed with diet D (non Nanoselenium). The condition factor and protein efficiency ratio of fish fed with diet containing 0.1 mg/kg Nanoselenium was significantly higher than fish fed with diets C and D. There was no significant difference in the of total immunoglobulin (IgM) and complement (ACH_{50}) in different groups, But the secretion of lysozyme in fish fed with diet B was significantly higher than other groups. There was no significant difference in the activities of alkaline phosphatase, aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase enzymes in fish fed with diets containing Nanoselenium compared to the treatment without Nanoselenium. It seems that inclusion of 0.1 and 0.2 mg of Nanoselenium per kilogram has a positive effect on the growth indices and immune system of *Acipenser stellatus* in growth stage.

Keywords: *Huso huso*, Nanoselnium, Vitamins C and E, Growth indices, Immune system, Liver enzymes.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.22034/jair.11.3.5]