تاثیر سلنیوم بر شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و برخی از شاخص‌های خونی فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*)

محمدرضا صفابخش[۱]، امیرهوشنگ بحری*[۱]، محمود محسنی[۲]، فلورا محمدی‌زاده [۱]

۱-گروه شیلات، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران، صندوق پستی: ۱۳۱۱-۷۹۱۵۹

۲- موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی رشت، ایران، صندوق پستی:۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

چکیده

تحقیق حاضر به منظور مقایسه اثر سطوح مختلف سلنیوم جیره غذایی برعملکرد رشد، برخی از شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه بچه فیل‌ماهی (*Husohuso*) به مدت ۱۰ هفته طراحی و اجرا گردید. بدین منظور تعداد ۳۱۵ عدد ماهی با میانگین وزنی ۰/۷۷ ± ۱۵/۶۶ گرم در ۲۱ مخزن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری (به تعداد ۱۵ عدد در هر مخزن)توزیع شدند. هفت جیره غذایی محتوی سطوح متفاوت سلنیوم شامل ۰، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم جیره با مقادیر پروتئین و چربی یکسان فرموله شد. نتایج روند رشد در پایان دوره پرورش حاکی از آن بود که ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم به ازای هر کیلوگرم جیره، بطور معنی‌داری از وزن کسب شده، ضریب چاقی، شاخص کبدی بالاتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با سایر تیمارها برخوردار بودند (P<۰/۰۵). در ضمن ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم به ازای هر کیلوگرم جیره، بطور معنی‌داری ازضریب تبدیل غذایی پایین‌تری نسبت به ماهیان تغذیه شده با سایر تیمارها برخوردار بوده‌اند (P<۰/۰۵). با افزایش میزان سلنیوم به میزان ۱۶۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم جیره، میزان پروتئین و چربی لاشه به طور معنی‌داری کاهش و در مقابل رطوبت لاشه به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به آنالیزهای خونی نشان داد تیمار تغذیه شده با جیره ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم سلینوم به ازای هرکیلوگرم سلنیوم دارای تفاوت معنی‌دار در شاخص‌های گلبول سفید، گلبول قرمز هموگلوبین و هماتوکریت، حجم متوسط گلبولی، هموگلوبین متوسط سلولی، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز، نسبت به ماهیان تغذیه شده با ۱۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم بود (P<۰/۰۵). با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان اذعان نمود، افزودن سلنیوم در جیره بچه فیل‌ماهی جوان پرورشی، در سطوح بیشتر از ۱۰ و کمتر از ۲۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم جیره، سبب افزایش روند رشد، بهبود کارایی تغذیه و ترکیب لاشه، بهبود و تقویت بسیاری از شاخص‌های خونی می گردد.

کلمات کلیدی: سلنیوم، فاکتورهای رشد، شاخص‌های خونی، بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*).

* عهده‌دار مکاتبات (✉). amirbahri52@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

مقدمه

پرورش تاس‌ماهیان به منظور حفاظت از جمعیت های طبیعی و تامین تقاضای بالای خاویار به یکی از شاخه‌های در حال توسعه آبزی‌پروری تبدیل شده است (Balabanova, 2009) و در این بین، فیل‌ماهی از جمله گونه‌هایی با ارزش شیلاتی می‌باشد که آینده خوبی برای پرورش در ایران دارد که با توجه به سرعت رشد بالا در شرایط پرورشی، قدرت تحمل نوسانات دمایی و استحصال مواد تناسلی در شرایط اسارت، گونه مناسبی برای پرورش به منظور تولید خاویار یا تولید گوشت خواهد بود (Mohseni *et al*., 2014).

بنابراین به منظور افزایش بازده تولید و فراهم آوردن سوددهی بیشتر، ارزیابی اقتصادی تغذیه و تعیین نیازهای غذایی ماهیان بسیار ضروری خواهد بود (Deng, 2000).

سلنیوم یک عنصر ریز مغذی ضروری برای انسان، حیوانات و ماهیان محسوب می‌شود. این فلز جزء اصلی ساختمان آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز بوده و وظیفه این آنزیم محافظت سلول‌ها و غشاءها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد است (Watanabe *et al*., 1997). علاوه براین، سلنیوم نقش مهمی در محافظت بدن موجودات در برابر اثرات سمی فلزات سنگین مانند کادمیوم و جیوه دارد. همچنین وجود این عنصر برای رشد بافت عضله ضروری و باعث تقویت سیستم ایمنی و ثبات ژنومی نیز می‌گردد (Miezeliene *et al*., 2011).

در واقع سلنیوم به عنوان بخشی از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز به عنوان سد دفاعی بدن در برابر عوامل اکسید کننده شناخته شده است که برای کاهش اکسیداسیون موجود در ساختارهای داخل سلولی ضروری است (Surai, 2002) سلنیوم از پراکسیداسیون اسید آراشیدونیک جلوگیری کرده و از این طریق سلول‌ها و بافت‌ها را از صدمه رادیکال‌های آزاد حفاظت می‌کند (Arthur *et al*., 2003).

مدیریت قوی، شرایط مناسب پرورش، غذادهی با جیره‌های مناسب حاوی ترکیبات ارزان و در عین حال مؤثر برای تولید تجاری و کارآمد تاس‌ماهیان ضروری به نظر می‌رسد (Hung & Lutes, 1987). بهبود جیره غذایی فرموله برای افزایش رشد و ارتقاء سلامت ماهیان در حال حاضر مشکل عمده در آبزی‌پروری تجاری می‌باشد. محققان معتقد هستند که افزایش کارایی تولید آبزیان به ترکیبات سازنده مواد غذایی نظیر پروتئین، چربی، ویتامین‌ها، مواد معدنی، قیمت و میزان دسترسی آنها بستگی دارد (Chebanov & Billard, 2001).

هرچند محققانی از قبیل Nicola De Riu و همکاران(۲۰۱۴) و Tashjian و همکاران (۲۰۰۶) اثرات سطوح مختلف سلینوم را در تاس ماهی سفید (*Acipencer transmontans*)، همچنین ارشد و همکاران (۲۰۱۱) اثرات سلنومتیونین را برروی پارامترهای رشد و زنده فیل مانی ماهی (*Huso huso*) مورد بررسی قرار دادند. اما در خصوص احتیاجات غذایی اغلب گونه های تاسماهیان خصوصا گونه های بومی ایران از جمله شاخص‌های محرک رشد در مراحل مختلف زندگی، اهمیت مکمل های معدنی از جمله سلنیوم در توسعه فرآیندهای فیزیولوژیک رشد و نمو تاسماهیان به منظور پرورش گوشتی، تشکیل گله‌های مولد و استحصال مواد تناسلی اطلاعات اندکی در دسترس می باشد (Mohseni *et al*., 2014). تاکنون مطالعات چندانی درباره مکمل‌سازی جیره فیل‌ماهی انجام نشده است. لذا این تحقیق به منظور تعیین اثرات

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

سطوح مختلف سلنیوم مکمل شده به جیره فیل‌ماهی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تأثیر جیره‌های حاوی سطوح متفاوت سلنیوم بر فاکتورهای رشد و زنده‌مانی، فاکتورهای هماتولوژی، بیو شیمیایی، ایمنی سرم خون بچه فیل‌ماهیان در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی واقع در ۲۵ کیلومتری شهر رشت و در مجاورت سد سنگر در جوار رودخانه سفید رود در بهار و تابستان ۱۳۹۵ انجام شد.

۲۱ عدد مخزن فایبرگلاس در ابعاد (قطر ۱۰۵سانتیمتر، ارتفاع ۵۱ سانتیمتر و حجم آب ۵۰۰ لیتر) مجهز به سیستم هوادهی و تخلیه آب مرکزی برای انجام این آزمایش در نظر گرفته شدند. در ابتدا مخازن به طور کامل شستشو شده و سپس آب مورد استفاده در تمام دوره پرورش به طور یک طرفه وارد مخازن شده و از خروجی مرکزی تخلیه میشد. حجم آب تمامی مخازن با یکدیگر مساوی و برابر با ۳۵۰ لیتر بود. تمام مخازن در یک ردیف و با شرایط یکسان قرار گرفتند. سیستم هوادهی، آبرسانی و سایر شرایط محیطی در تمام مخازن یکسان بود. آب مورد نیاز سیستم پرورش از رودخانه سفیدرود تأمین و وارد حوضچه های رسوب گیر شده و سپس با پمپاژ به مخازن فایبرگلاس انتقال می‌یافت. داخل هر وان یک عدد سنگ هوا کار گذاشته شد که توسط شیلنگ مخصوص به دستگاه هواده متصل تا اکسیژن مورد نیاز تامین گردد.

اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما و میزان اکسیژن محلول با استفاده از اکسی‌متر دیجیتال و pH با استفاده از pH متر دیجیتال (مدل Lovi bond، استرالیا) به‌طور روزانه انجام و داده‌ها ثبت شدند. میانگین دما، اکسیژن و pH طی دوره پرورش به ترتیب ۰/۵۳ ± ۲۲/۹۰ درجه سانتی‌گراد، ۰/۲۱ ± ۶/۹۰ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۰۹ ± ۷/۹۲ بودند.

تیماربندی و تغذیه

در این تحقیق ماهیان به مدت ۲ هفته با شرایط پرورشی جدید سازگار شدند. ماهیان طی این مدت با جیره پایه (Mohseni *et al.*, 2014) تهیه شده در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر تغذیه شدند (جدول ۱). پس از دو هفته سازگاری و زیست سنجی تمام جمعیت، تیماربندی در قالب طرح کاملا" تصادفی انجام شد (میانگین وزنی اولیه (۰/۷۷ ± ۱۵/۶۶) گرم و میانگین طولی اولیه (۰/۷۴ ± ۱۴/۱) سانتیمتر و فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P>0/05$). ماهیان با ۷ جیره غذایی (هرکدام دارای ۳ تکرار) با مقادیر مختلف سلنیوم ۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم جیره با مقادیر یکسان پروتئین و چربی به مدت ۱۰ هفته تغذیه شدند.

جیره‌های غذایی با استفاده از مواد اولیه داخلی و براساس فرمولاسیون تغذیه بخش تکثیر و پرورش موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر (جدول)۱ ساخته شد. برای تهیه ترکیبات خشک پس از توزین و مخلوط شدن به مدت ۲۰دقیقه در هم‌زن برقی همگن شده و سپس روغن ذرت، روغن ماهی و ملاس به مواد خشک افزوده و با افزودن مقداری آب به خمیر، مخلوط از یک چرخ گوشت بزرگ (چگا- ایران) عبور داده شد تا غذا به پلت‌های استوانه‌ای به قطر۳ میلی‌متر تبدیل گردد. نحوه افزودن سلنیوم به جیره غذایی فیل‌ماهیان از طریق پری‌میکس بود. در انتها، پلت‌ها در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

ساعت خشک شدند. سپس پلت‌ها را در بسته‌های مناسب و غیر قابل نفوذ بسته بندی و در دمای ۱۵- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. ترکیب تقریبی جیره‌های آزمایشی براساس ماده خشک در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره غذایی فیل ماهی بر پایه پیشنهاد (Mohseni *et al.*, 2014)

ترکیب	کازئین*	ژلاتین*	آرد ماهی (۶۲٪ پروتئین خام)	آرد گندم	دکسترین*	نشاسته ذرت*	روغن ماهی ▪	مخلوط ویتامینی	مخلوط معدنی	آلفا سلولز*	سلنیوم
درصد در ماده خشک	۳۸	۸	۵	۱۲	۷	۱۱	۱۲	۲	۱	۴	-

شرکت بیوشیمیایی ایالات متحده، کلیولند، (آمریکا).

شرکت روغن ارس. انزلی؛ مرکز چربی ایران (مخلوط یک به یک روغن ماهی+ روغن ذرت)

مخلوط ویتامین(برحسب میلی گرم/ کیلوگرم جیره): DL آلفاتوکوفرول استات 60IU; DL کوله کلسی فرول ۳۰۰۰؛ تیامین ۱۵ میلی گرم؛ ریبوفلاوین ۳۰ میلی گرم؛ پیریدوکساین ۱۵ میلی گرم؛ ویتامین B12 ۰/۰۵ میلی گرم اسیدنیکوتینیک ۱۷۵ میلی گرم؛ اسیدفولیک ۵ میلی گرم؛ اسید آسکوربیک ۵۰۰ میلی گرم؛ اینوزیتول ۱۰۰۰میلی گرم؛ ویتامین بیوتین ۲/۵ میلی گرم؛ فسفات کلسیم ۵۰ میلی گرم؛ کولین کلراید ۲۰۰۰ میلی گرم؛ مخلوط مواد معدنی (مس آزاد بر حسب گرم/ کیلوگرم – پیش مخلوط): کربنات کلسیم (کلسیم ۴۰ درصد)، ۲/۱۵ گرم، اکسید منیزیم (منیزیم ۶۰ درصد)، ۱/۲۴ گرم، سیترات فریک ۰/۲گرم، یدید پتانسیم (ید ۷۵ درصد) ۰/۴ میلی گرم، سولفات روی (۳۶ درصد روی) ۰/۴ میلی گرم؛ سولفات منگنز (۳۳درصد منگنز) ۰/۳گرم؛ فسفات دی بازیک (۲۰درصد کلسیم، ۱۸ درصد فسفر) ۵گرم، سولفات کبالت ۲ میلی گرم؛ کلرید پتاسیم ۰/۹گرم، کلرید سدیم ۰/۴ گرم.

جدول۲- ترکیب تقریبی جیره‌های آزمایشی فیل‌ماهی (براساس ماده خشک)

آنالیز جیره	شاهد	۵	۱۰	۲۰	۴۰	۸۰	۱۶۰
درصد ماده خشک	۹۲/۴۵	۹۱/۸۵	۹۱/۴۸	۹۲/۵۶	۹۱/۴۶	۹۲/۵۹	۹۲/۳۹
درصد پروتئین خام	۴۲/۳۵	۴۱/۷۵	۴۱/۱۲	۴۱/۳۶	۴۲/۱۵	۴۱/۹۵	۴۲/۸۱
درصد چربی خام	۱۳/۷۲	۱۳/۶۲	۱۳/۷۰	۱۳/۷۹	۱۳/۸۴	۱۳/۷۹	۱۴/۰۱
درصد خاکستر	۸/۶۱	۹/۲۵	۹/۳۱	۸/۶۶	۹/۲۱	۹/۴۲	۹/۲۰

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

نحوه غذا دهی و زیست سنجی

بچه فیل‌ماهیان به مدت ۱۰ هفته و براساس حداکثر ۲٪ وزن توده زنده در ۳ نوبت (۸ صبح، ۱۴عصر و ۲۰ شب) تغذیه شدند (Mohseni *et al.*, 2014). جهت تعیین توده زنده هر یک از مخازن، هر دو هفته یکبار ۱۰۰٪ ماهیان هر مخزن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم (مدل AND ژاپن) توزین شده و با دقت میلی‌متر طول کل و طول چنگالی اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت شدند. قبل از انجام هر مرحله زیست‌سنجی، غذادهی‌بچه ماهیان به مدت ۲۴ ساعت قطع گردید (Hung & Lutes, 1987). به منظور کاهش استرس زیست سنجی، ماهیان توسط محلول ۳۰۰-۲۰۰ ppm پودر گل میخک بیهوش شدند (Misra and Niyogi, 2009).

جهت ارزیابی میزان رشد و تعیین زیتوده هر مخزن پس از هر مرحله زیست سنجی، شاخص‌های رشد ذیل مورد محاسبه قرار گرفتند (Misra and Niyogi, 2009).

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

[۳ طول ماهی (سانتی متر) / وزن ماهی (گرم)]×۱۰۰= شاخص وضعیت

[وزن بدن (گرم)/ وزن کبد (گرم)] ×۱۰۰ = درصد شاخص کبدی

افزایش وزن کل توده ماهی/ مقدار کل غذای خورده شده = ضریب تبدیل غذایی

برای اندازه‌گیری وزن کبد ماهیان، در پایان دوره ۳ قطعه از هر تیمار از هر مخزن به‌طور کاملا تصادفی جدا شد. ماهیان با دوز محلول ۳۰۰-۲۰۰ ppm پودر گل میخک بیهوش شدند. سپس با کمک اسکالپل شکم ماهیان شکافته و کبد ماهی برداشته و توزین شد و شاخص کبدی از طریق فرمول بالا محاسبه شد (Misra and Niyogi, 2009).

در انتهای دوره آزمایش آنالیز جهت تعیین سطوح پروتئین، چربی، خاکستر، رطوبت در سه تکرار به طور تصادفی انجام گرفت. جهت تعیین رطوبت از دستگاه آون (Memmert, Germany) برای تعیین خاکستر ازکوره الکتریکی (Gallenkamp, England)، جهت سنجش میزان پروتئین خام با استفاده از سیستم کجلدال (Bushi, Switzerland) و برای ارزیابی میزان چربی خام پس از استخراج بوسیله اتر از سیستم سوکسله (Bushi, Switzerland) استفاده شد (AOAC, 2005).

بررسی پارامترهای هماتولوژیک

در پایان دوره پرورش، غذادهی به‌مدت ۲۴ ساعت قطع و خونگیری از ورید ساقه دمی، ۳ عدد ماهی از هر مخزن (۹ عدد از هر تیمار) صورت گرفت .بعد از گرفتن ۱میلی‌لیتر خون توسط هپارینه از ساقه دمی، مقدار نیم میلی‌لیترخون هپارینه به داخل میکروتیوبهای اپندروف ریخته و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. لازم به ذکر است در هنگام خونگیری از مواد بیهوش‌کننده به علت احتمال تأثیر بر سطوح شاخص های خونی استفاده نگردید (Torrecillas *et al.*, 2007). اندازه‌گیری تمامی شاخص‌های خونی در آزمایشگاه تشخیص طبی دکتر فدایی در رشت انجام گرفت.

به منظور تعیین شاخص‌های هماتولوژیک نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. تعداد گلبول‌های قرمز و سفید با استفاده از لام هماسیتومتر نئوبار (Barcellos *et al.*, 2004) میزان هموگلوبین با روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از کیت مخصوص ، درصد هماتوکریت به

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

روش سانتریفیوژ میکروهماتوکریت (Skov *et al.*, 2011) اندازه گیری شدند.

جهت محاسبه اندیس‌های خونی شامل میانگین حجم یک گلبول قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین یک گلبول قرمز (MCH) و میانگین درصد غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز (MCHC) از روابط زیر استفاده گردید (Skov *et al.*, 2011).

۱۰×[تعداد گلبول قرمز(میلیون در mm۳) / مقدار هماتوکریت (درصد)]= (فمتولیتر)MCV

۱۰×[تعداد گلبول قرمز(میلیون در mm۳) / مقدار هموگلوبین (گرم بر دسی لیتر)]= (پیکوگرم در سلول) MCH

۱۰۰×[تعداد هماتوکریت(درصد) / مقدار هموگلوبین (گرم بردسی لیتر)]= (گرم بردسی لیتر)MCHC

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها از نرم افزار SPSS(Ver 20) و برای رسم نمودارها از برنامه Excel 2007استفاده گردید. داده ها ابتدا جهت اطمینان از نرمال بودن با آزمون (Shapiro-wilk) بررسی شدند. سپس در صورت نرمال بودن توزیع داده‌های مورد بررسی بااستفاده ازآزمون تجزیه واریانس یک طرفه (Oneway ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵٪ ابتدا اختلاف کلی بین میانگین‌ها مشخص وسپس با آزمون دانکن (Duncan) گروهها از یکدیگر تفکیک گردید.

نتایج

نتایج مربوط به اثر سطوح مختلف سلنیوم بر رشد و شاخص‌های خونی بچه فیل‌ماهی در جداول ۳ و ۴ و ۵ و ۶ نشان داده شده است.

وزن نهایی در ماهیان به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح سلنیوم جیره بود و با افزایش مقدار سلنیوم جیره تا سطح ۱۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم افزایش یافت و پس از آن روند نزولی را نشان داد.

میانگین وزن نهایی، ضریب چاقی، در ماهیان تغذیه شده تیمارهای ۲۰ و ۱۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها از میزان بیشتری برخوردار بودند همچنین تیمار ۱۶۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم کمترین میانگین عددی را به خود اختصاص داد و به لحاظ آماری با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵).

از طرفی ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای ۱۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم به شکل معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها از میزان بیشتری برخوردار بود و جیره در این دو تیمار عملکرد ضعیف‌تری را از خود نشان داد.

نتایج نشان داد که درصد رطوبت لاشه در تیمارهای ۱۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم به شکل معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها از میزان بیشتری برخوردار بود و به لحاظ آماری با سایر تیمار اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵).

همچنین کمترین میزان چربی لاشه نیز در تیمار ۱۶۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم دیده شد که اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها از خود نشان داد (P<۰/۰۵). از سوی دیگر بیشترین میزان رطوبت لاشه در تیمار ۱۶۰

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم دیده شد که اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها از خود نشان داد (P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از شمارش گلبول‌های سفید به عنوان یکی از شاخص‌های تعیین کننده در بررسی سطوح فعالیت سیستم ایمنی نشان داد که سلنیوم موجب تغییراتی در شمار گلبول‌های سفید فیل‌ماهی می‌گردد.

آنالیز پارامترهای خونی نشان داد که این ماده به طور معنی‌داری تعداد گلبول‌های سفید را در تیمارهای ۱۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم افزایش داد (P<۰/۰۵).

آنالیز آماری نشان داد که سلنیوم به طور معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های قرمز و هماتوکریت و هموگلوبین در طی مدت ۱۰ هفته در تیمار ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم اثر افزایشی داشت (P<۰/۰۵).

براساس نتایج حاصله میزان حجم متوسط گلبولی در تیمار ۱۶۰ و ۸۰ و ۴۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم کاهش معنی‌داری را نسبت به شاهد و سایر تیمارهای ۲۰ و ۱۰ و ۵ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم داشته و بیشترین افزایش میزان حجم متوسط گلبولی در تیمار ۲۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم مشاهده گردید و بین تیمارهای ۱۰ و ۵ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

همچنین میزان هموگلوبین متوسط سلولی در تیمارهای ۴۰ و ۲۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم افزایش معنی‌داری را نسبت به شاهد و سایر تیمارها داشته و بین تیمارهای ۱۰ و ۵ میلی‌گرم/ کیلوگرم سلنیوم با شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

جدول۳- مقایسه میانگین شاخص‌های رشد بچه فیل ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت سلنیوم در دوره پرورش ۷۰ روز

مقدار سلنیوم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	طول اولیه (سانتیمتر)	طول نهایی (سانتیمتر)	افزایش وزن (درصد)	ضریب چاقی	ضریب تبدیل غذایی	شاخص کبدی (درصد)
۰	۱۵,۷۳±۰,۲۷	۱۴۳/۰۶±۴/۱۹^{cd}	۱۳/۶±۰/۲	۲۸/۵ ±۰/۱^{cd}	۸۰۹/۶۱±۲۷/۱۵^{bcd}	۰/۶۱±۰/۰۰۱^{b}	۱/۲۹±۰/۰۶^{b}	۳/۶۳±۰/۱۸^{a}
۵	۱۵,۵۰±۰,۳۱	۱۵۲/۷۰±۳/۷۲^{cd}	۱۴/۱±۰/۸	۲۹/۶ ±۱/۲^{ab}	۸۸۶/۳۵±۵۴/۳۸^{ab}	۰/۵۸±۰/۰۰۱۴^{bc}	۱/۳۱±۰/۰۸^{b}	۲/۹۳±۰/۱۵^{b}
۱۰	۱۵,۹۰±۰,۷۵	۱۵۹/۴۳±۱/۴۸^{a}	۱۳/۵±۱/۸	۲۸/۲ ±۱/۷^{a}	۹۰۷/۰۹±۸۱/۱۰^{a}	۰/۷۱ ±۰/۰۰۲^{a}	۱/۲۷±۰/۰۴^{b}	۳/۶۵±۰/۱۱^{a}
۲۰	۱۵,۶۰±۰,۴۱	۱۵۶/۶۶±۶/۱۰^{a}	۱۳/۹±۰/۷	۲۸/۷ ±۰/۵^{a}	۹۰۴/۵۰±۷۰/۶۲^{a}	۰/۶۶±۰/۰۰۱۶^{a}	۱/۲۷±۰/۰۴^{b}	۳/۵۲±۰/۰۷^{a}
۴۰	۱۵,۵۸±۰,۴۷	۱۴۷/۵۳±۲/۷۵^{bc}	۱۴/۴±۰/۲	۲۹/۸ ±۰/۳^{bc}	۸۴۹/۳۷±۶۸/۵۵^{abc}	۰/۵۵±۰/۰۰۱۶^{c}	۱/۳۸±۰/۰۲^{b}	۳/۰۷±۰/۱۵^{b}
۸۰	۱۵,۶۰±۰,۴۵	۱۳۸/۷۶±۳/۰۸^{de}	۱۴/۵±۱/۳	۳۰/۳±۱/۱^{de}	۷۹۰/۴۷±۲۸/۷۹^{cd}	۰/۴۹±۰/۰۰۱۸^{c}	۱/۵۰±۰/۰۷^{a}	۲/۹۸±۰/۱۰^{b}
۱۶۰	۱۵,۷۳±۰,۴۵	۱۳۳/۰۳±۳/۰۲^{e}	۱۴/۷±۰/۲	۳۰/۵±۰/۸^{e}	۷۴۶/۸۴±۴۲/۵۵^{d}	۰/۴۶±۰/۰۰۱^{d}	۱/۴۹±۰/۰۶^{a}	۲/۹۱±۰/۱۲^{b}

حروف غیرهمسان درهرستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0/05$).

جدول ۴- فاکتورهای کیفی لاشه بچه فیل‌ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت سلنیوم در دوره پرورش ۷۰ روز

مقدار سلنیوم(میلی گرم/کیلو گرم)	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)
۰	۷۳/۹۳±۱/۱۰^{c}	۷۱/۶۳±۳/۲۲^{b}	۷/۲۰±۰/۰۱^{cd}	۲/۴۵±۰/۰۷^{c}
۵	۷۴/۳۳±۰/۵۱^{c}	۷۷/۹۹±۲/۴۷^{a}	۷/۴۲±۰/۳۳^{c}	۲/۴۴±۰/۱۰^{c}
۱۰	۷۴/۴۰±۰/۷۵^{c}	۸۰/۰۷±۲/۱۳^{a}	۷/۲۷±۰/۰۵^{c}	۲/۶۱±۰/۰۲^{bc}
۲۰	۷۴/۰۷±۰/۵۵^{c}	۷۹/۰۰±۱/۱۹^{a}	۷/۷۷±۰/۰۷^{b}	۲/۶۴±۰/۰۲^{bc}
۴۰	۷۵/۱۸±۱/۴۴^{c}	۷۷/۹۰±۳/۷۰^{a}	۸/۴۲±۰/۰۹^{a}	۳/۱۳±۰/۱۵^{ab}
۸۰	۷۷/۶۳±۰/۷۶^{b}	۷۷/۲۰±۳/۷۶^{a}	۶/۹۲±۰/۱۲^{d}	۳/۶۲±۰/۷۱^{a}
۱۶۰	۷۹/۵۰±۰/۶۵^{a}	۷۵/۸۵±۰/۹۱^{ab}	۶/۲۱±۰/۳۰^{e}	۳/۴۸±۰/۲۶^{a}

حروف غیرهمسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<0/05$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

جدول۵- متغیرهای خون شناختی (میانگین ± انحراف معیار) بچه فیل‌ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت سلنیوم در دوره پرورش ۷۰ روز

مقدار سلنیوم(میلی گرم/کیلوگرم)	تعداد گلبول سفید (۱۰^۳× میکرولیتر)	تعداد گلبول قرمز (۱۰^۳× میکرولیتر)	هماتوکریت (درصد)	هموگلوبین (گرم بردسی‌لیتر)
۰	۱۹۸۸۴/۳۳±۸۹۹۳^{b}	۶۴۵۳۳۳/۳۳±۴۴۸۴/۵۴^{c}	۱۵/۶۵±۰/۰۲۹^{c}	۳/۵۹±۰/۰۹^{b}
۵	۳۰۹۹۰±۴۰/۲۲^{a}	۶۶۲۳۳۳/۳۳±۲۹۶۲/۷۳^{c}	۱۶/۲۲±۰/۱۶^{c}	۳/۷۰±۰/۰۵^{b}
۱۰	۳۴۴۴۶/۹۳±۱۸۱/۹۸^{a}	۶۶۷۰۰۰±۵۲۹۱/۵۰^{a}	۱۶/۷۳±۰/۰۹^{c}	۳/۷۵±۰/۰۶^{b}
۲۰	۳۰۸۱۷/۳۳±۸۹۲/۶۴^{a}	۷۳۱۰۰۰±۵۲۹۱/۵۰^{a}	۱۹/۴۳±۰/۵۴^{a}	۴/۷۲±۰/۲۱^{a}
۴۰	۲۱۳۴۳/۵۳±۶۸۱/۸۹^{b}	۷۱۲۰۰۰±۷۸۱۰/۲۵^{b}	۱۷/۰۳±۰/۳۹^{b}	۴/۵۱±۰/۱۳^{c}
۸۰	۱۹۸۸۵/۷۳±۸۲/۷۳^{b}	۶۱۷۰۰۰±۲۶۴۵/۷۵^{d}	۱۴/۴۰±۰/۲۰^{d}	۳/۴۲±۰/۰۸^{c}
۱۶۰	۱۹۷۴۷/۲۰۴±۵۰۷/۲۹^{b}	۵۹۰۶۶۶/۶۶±۷۱۲۵/۸۵^{e}	۱۳/۸۳±۰/۲۳^{d}	۳/۱۵±۰/۰۲^{d}

حروف غیرهمسان درهرستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<0/05$).

جدول۶- شاخص‌های گلبول قرمز MCV، MCH، MCHC, بچه فیل‌ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت سلنیوم در دوره پرورش ۷۰ روز

مقدار سلنیوم(میلی گرم/کیلوگرم)	MCV (فمتو لیتر)	MCH (پیکوگرم در سلول)	MCHC (گرم بردسی‌لیتر)
۰	۲۴۲/۵۸±۱/۸۰^{b}	۵۵/۶۶±۲/۰۵^{b}	۲۲/۹۴±۰/۵۷^{b}
۵	۲۴۴/۹۱±۳/۰۹^{b}	۵۵/۹۱±۰/۶۱^{b}	۲۲/۸۴±۰/۶۹^{b}
۱۰	۲۵۰/۸۸±۱/۴۱^{b}	۵۶/۲۷±۱/۶۲^{b}	۲۲/۴۳±۰/۵۸^{b}
۲۰	۲۶۵/۸۶±۵/۶۴^{a}	۶۴/۵۶±۲/۳۷^{a}	۲۴/۲۹±۰/۳۸^{ab}
۴۰	۲۳۹/۱۷±۳/۰۰۴^{c}	۶۳/۳۴±۳/۶۹^{a}	۲۶/۸۴±۲/۰۷^{a}
۸۰	۲۳۴/۳۶±۲/۴۹^{c}	۵۵/۴۲±۱/۷۹^{c}	۲۳/۷۴±۰/۳۷^{c}
۱۶۰	۲۳۴/۱۷±۱/۱۶^{c}	۵۳/۲۹±۴/۸۸^{c}	۲۲/۷۶±۰/۸۴^{c}

حروف غیرهمسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<0/05$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد با اضافه کردن سلنیوم به جیره به میزان ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم شاخص‌های رشد خونی به طور معنی‌داری نسبت به گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم افزایش پیدا کرد.

نتایج فوق با مطالعات Nicola De Riu و همکاران (۲۰۱۴) در ماهیان خاویاری سفید (*Acipenser transmontanus*) و ماهیان خاویاری سبز (*Acipenser medirostris*) هم‌خوانی دارد آن‌ها اذعان داشتند که افزایش سلنیوم جیره تا حد معینی (زیر ۵۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم) در هر دو گروه ماهی منجر به افزایش کارآیی غذا و رشد می‌گردد ولی اضافه کردن سلنیوم بیش از این مقدار منجر به کاهش روند رشد در گونه‌های مذکور می‌گردد.

شاخص‌های رشد شامل میانگین وزن نهایی، ضریب چاقی، افزایش وزن، شاخص کبدی در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ و ۱۰ میلی‌گرم سلنیوم در تحقیق حاضر به طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بوده است. احتمالاً در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ و ۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم سلنیوم، پروتئین بیشتری صرف رشد شده و در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم/کیلوگرم مقداری از پروتئین در مسیر تولید انرژی رفته و در نتیجه شاخص‌های رشد کاهش یافته است و این موضوع نشانگر آن است که با افزایش سطح سلنیوم جیره، آمینواسیدهای اضافه موجود در غذا به طور مستقیم در بدن ذخیره نمی‌شوند و صرف تولید انرژی می‌گردند (Stone *et al*., 2003).

نتایج پژوهش نشان داد با اضافه کردن سلنیوم جیره به میزان ۱۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم/کیلوگرم، میزان کمی رطوبت لاشه در فیل ماهیان مورد بررسی افزایش یافت نتایج فوق با مطالعات Ashouri و همکاران (۲۰۱۵) و همچنین نتایج Arshad و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

در ماهیان عضو و بافتی که به طور اختصاصی سلنیوم در آن تجمع پیدا می‌کند در تحقیقی روی اردک ماهی (*Esox Lucius*) بالغ بررسی شد. نتایج نشان داد که کبد و کلیه بیشترین میزان غلظت سلنیوم را دارا بودند (Muscatello *et al*., 2006) به نظر می‌رسد سلنیوم در روزهای بالا بتواند با عوارض احتمالی برروی کلیه‌ها، موجب دفع کمتر آب از بدن شود لذا ماهیان در زمان مواجه با دوزهای بالاتر سلنیوم، متابولیت‌های متیل مانند تری متیل سلنیوم در ادرار آنها ظاهر شده و بعنوان نشانگری زیستی از مصرف بیش از اندازه سلنیوم مورد استفاده قرار می‌گیرند (Suzuki *et al*., 2005). از سوی دیگر با توجه به رابطه معکوس مقدار چربی و رطوبت، بالطبع میزان کمی چربی لاشه نیز در تیمارهای فوق الذکر کاهش پیدا کرد.

براساس نتایج حاصله، چربی لاشه در تیمار ۱۶۰میلی‌گرم/کیلوگرم جیره به شکل معنی‌داری کاهش داشت و احتمالاً می‌توان اینگونه اذعان نمود که سلنیوم به عنوان یک منبع چربی سوز قابل بررسی است همچنین کاهش مقادیر چربی لاشه را می‌توان مربوط به فاکتورهای بیوشیمیایی خون دانست. ماهی با انجام واکنش‌های بیوشیمیایی گلوکونئوژنز، گلیکوژن را به گلوکز تبدیل کرده و وارد جریان خون می‌کند (اکرمی و همکاران ۱۳۸۹).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

ارزیابی کمی و کیفی یک تغذیه ایده‌آل و متعادل در ماهیان با سنجش شاخص‌های خونی صورت می‌گیرد. شاخص‌های خونی ماهی به عوامل مختلف از قبیل گونه، اندازه، سن، وضعیف فیزیولوژیک و شرایط تغذیه‌ای (کمیت و کیفیت غذا، ترکیب و بالانس ترکیبات موجود در جیره و مقدار پروتئین و مواد معدنی جیره) بستگی دارد.

در مطالعه حاضر با افزایش مقدار سلنیوم جیره به مقدار ۱۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم میزان گلبول‌های سفید خون کاهش پیدا کرد.

از جمله عوامل مؤثر بر تعداد گلبول‌های سفید بیماری، التهاب، استرس، دما، وضعیت تغذیه‌ای، سن و جنس می‌باشد (Bullis *et al*., 1993).

تغذیه نامناسب می‌تواند یکی از عوامل تأثیرگذار بر کاهش تعداد لکوسیت‌ها باشد (Docan *et al*., 2012) همچنین در مطالعه‌ای که روی گونه‌های خشکی زی نیز صورت گرفته، نشان داد که مقادیر بالای سلنیوم در جیره غذایی باعث کاهش مقادیر گلبول سفید شده است (Rampal *et al*., 2008).

طبق نتایج به دست آمده از این تحقیق تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶۰ تا ۸۰ میلی‌گرم/کیلوگرم سلنیوم از لحاظ مقادیر گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین، حجم متوسط گلبولی، هموگلوبین متوسط سلولی، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها و شاهد بود.

در مطالعه‌ای Lemly در سال (۲۰۰۲) نشان داد که قرار گرفتن خورشید ماهی در آب‌های آلوده به مقادیر بالای سلنیوم باعث کاهش هماتوکریت و هموگلوبین خون ماهی شد و این کاهش را در ارتباط با اثر سمی زیر حد کشنده سلنیوم آلی و معدنی دانست.

نقایص تغذیه‌ای و نامناسب بودن میزان مواد معدنی موجود در جیره ممکن است موجب آنمی شدید دراثر کاهش هماتوکریت و هموگلوبین شود (Cheng *et al*., 2006).

امروزه مشخص شده است که کاهش هماتوکریت و هموگلوبین با کم خونی همراه بوده و باعث اختلال درظرفیت تنفسی جاندار می‌شود چرا که کاهش ظرفیت تنفسی می‌تواند منجر به استرس متابولیک در ماهیان شده و کاهش تعداد همو بلاست‌ها در خون ماهی سبب کاهش اریتروپوئیزیز و تأخیر در جایگزینی گلبول‌های قرمز در سیستم گردش خون ماهی می‌شود (Lemly, 2002).

بنابراین اختلاف سطح مصرف سلنیوم مطلوب جهت رشد بهینه در بررسی‌های مختلف ممکن است به گونه ماهیها، شکلهای شیمیایی، عوامل غذایی، تفاوتهای فیزیولوژیک، غلظت سلنیوم در آب پرورشی، منبع سلنیوم (آلی، معدنی) و مقدار ویتامین E در جیره غذایی ماهیان نسبت داده شود (Gatlin & Wilson, 1986; Wang & Lovell 1997; Abdel-Tawwab 2007; Ashouri *et al*., 2015).

با توجه به نتایج مطالعه حاضر میتوان اذعان نمود. افزودن سلنیوم در جیره بچه فیل‌ماهی جوان پرورشی، در سطوح بیشتر از ۱۰ و کمتر از ۲۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم جیره، از طریق محافظت سلول‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو و کاهش اکسیداسیون موجود در ساختارهای داخل سلولی سبب افزایش روند رشد، بهبود کارایی تغذیه و ترکیب لاشه، بهبود و تقویت بسیاری از شاخص های خونی و بیوشیمایی گردد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه همکارانی که طی مراحل اجرایی پروژه از حمایت‌های آنان بهره مند شدیم، صمیمانه تقدیر و تشکر می نماییم.

منابع

۱. اکرمی، ر.، قلیچی، الف.، قرایی، الف. ۱۳۸۹. کاربرد پربیوتیک‌ها در آبزی‌پروری.مجله شیلات سال چهارم، شماره اول، ۹ صفحه.

2. Abdel-Tawwab, M., M. A.A. Mousa, F. E. Abbass., 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, 335–345.
3. Arthur, W., Jr., Bennett, W., Jr., Edens, P.L., & Bell, S.T. 2003. Effectiveness of training in organizations: A meta-analysis of design and evaluation eatures. Journal of Applied Psychology, 88, 234–245.
4. Arshad, G. A. Takami, M. Sadeghi, S. Bai, H. R. Pourali and S. Lee., 2011. Influence of dietaryL-selenomethionine exposure on growth and survival of juvenile (*Huso huso*). Journal of Applied Ichthyology, 27, 761–765.
5. Ashouri S., Keyvanshokooha S., Salatia A.P., Joharib S.A., Pasha-Zanoos H., 2015. Effects of different levels of dietary selenium nanoparticles on growthperformance, muscle composition, blood biochemical profiles andantioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*).Aquaculture, 446, 25-29
6. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 2005. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists International, 18th ed. Association of OfficialAnalytical Chemists, Arlington, Virginia, USA, PP. 152-160.
7. Balabanova L.V., Mikryakov D.V. and Mikryakov V.R. 2009. Response of common carp (*Cyprinus carpio* L.) leucocytes to hormoneinduced stress. Inland Water Biology, 2(1), 86–88.
8. Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., Souza, C., Rodrigues, L.B., Fioreze, I., Quevedo, R.M., Cericato, L., Soso, A.B., Fagundes, M., Conrad J., Lacerda, L.A., Terra S., 2004. Hematological changes in jundia, Rhamdia quelen, after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects Aquaculture, 237, 229-236.
9. Bullis, R.A, 1993. Clinical pathology of temperate fresh water and estuarine fish. Fish Medicine, 232-239.
10. Chebanov, M., and Billard, R., 2001. The culture of sturgeon in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aqua. Living Resource, 14, 375-381.
11. Cheng, A., Chen, C., Chang, C., 2006. Effects of dietary protein and lipids on blood parameters, and superoxide anion production in the grouper, *Epinephelus coioides*. Zoological Studies, 45, 492-502.
12. Deng, K., 2000. Artificial reproduction and early life stages of the green sturgeon (*Acipenser medirostris*). MS thesis. University of California, Davis, 63P.
13. Docan, A., Dediu, L., Cristea, V., 2012. Effect of feeding with different dietary protein level on leukocytes population in juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*, Brandt. Archiva Zootechnica, 15, 59-67.
14. Gatlin III, D .M. and R.P.Wilson. 1986. Dietary copper requirement of fingerling channel cat fish. Aquaculture, 54, 277-285.
15. Hilton, J. W.; Hodson, P. V.; Slinger, S. J., 1980: The requirement and toxicity of selenium in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of Nutrition, 110, 2527–2535
16. Hung, S. S. O. and Lutes, P. B., 1987. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20. Aquaculture, 65, 307-317.
17. Lemly, A.D. 2002 Symptoms and implications of selenium toxicityin fish:

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]

the Belews Lake case example. *Aquatic* Toxicology, 57, 39–49.
18. Miezeliene A., Alencikiene G., Gruzauskas R., Barstys T. 2011 The effect of dietary selenium supplementation on meat quality of broiler chickens, Biotechnol. Agron. Society and Environment, 15(S1), 61-69.
19. Misra S, Niyogi S., 2009. Selenite causes cytotoxicity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hepatocytes by inducing oxidative stress. Toxicology In Vitro, 23, 1249–1258
20. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Hosseni, M.R.,Hassani, S.M.H., Bai, S.C., 2011. Effects of the dietary protein levels and the protein to energy ratio in sub-yearling Persian sturgeon, *Acipenser persicus* (Borodin). Aquaculture Research, 44, 378–387.
21. Mohseni. M. 2012b. Evaluation of toxicity dietary chelated copper in juvenileOlive Flounder (*Paralichthys olivaceus*), based on growth and tissue copper concentration. Journal of world Aquaculture Society. 43 (4), 548-559.
22. Mohseni. M., Pourkazemi. M, Bai, S. C. 2014. Effects of dietary inorganic copper on growth performance and immune responses of juvenile beluga, *Huso huso*. Aquaculture Nutrition, 20(5), 547-556.
23. Muscatello, J.R., Bennett, P.M., Himbeault, K.T., Belknap, A.M., Janz, D.M., 2006. Selenium accumulation in northern pike (*Esox lucius*) exposed to metal mining effluent. Environmental Science & Technology, 40, 6506-6512.
24. Nicola De Riu a3, Jang-Won Lee B, Susie S.Y. Huang B, Giuseppe Monielloa, Silas S.O. 2014. Effect of dietary selenomethionine on growth performance, tissue burden, and histopathology in green and white sturgeon. Aquatic Toxicology, 148, 65–73.
25. Rampal, S., Kumar, R., Randhawa, C.S. & Sood, N. 2008. Maturation arrest of neutrophils-a possible reason for the leucopenia in sodium selenite induced subchronic selenosis in cow calves. Environ. Toxicol Pharmacol, 25, 39-42.
26. Skov, P.V., Larsen, B.K., Frisk, M., Jokumsen, A., 2011. Effects of rearing density and water current on the respiratory physiology and hematology in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, at high temperature. Aquaculture, 319, 446-452.
27. Stone, E.A. Allan, G.L., Anderson, A.J., 2003. Carbohdrate utilization by juvenile silver perch, *Bidyanus bidyanus*, the protein- sparing effect of wheat starch based carbohydrates. Aquaculture Research, 34, 123-134.
28. Surai, P.F. Surai, W. Steinberg, W.G. Wakeman, B.K. Speake, N.H.C. Sparks., 2003. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick Br Poultry Science, 44, 612–619.
29. Suzuki KT. 2005. Metabolomics of selenium, Metabolites based on speciation studies, 51, 104-107.
30. Tashjian, D. H., Swee J. Teh, A. Sogomonyan, S. S.O. Hung., 2006. Bioaccumulation and chronic toxicity of dietary l-selenomethionine in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquatic Toxicology, 79, 401–409.
31. Torrecillas, S., Makol, A., Caballero, M.J., Montero, D., Robaina, L., Real, F. & Sweetman, J. 2007. Immune stimulation and improved infection resistance in European Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. Fish & Shellfish Immunology, 23, 969-981.
32. Wang, C. and Lovell. R.T. 1997: Organic selenium sources, selenomethionine and selenoyeast, have higher bioavailability than an inorganic selenium source, sodium selenite, in diets for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 152, 223–234.
33. Watanabe, T., Kiron, V., Satoh, S., 1997. Trace minerals in fish nutrition. Aquaculture, 151, 185–207.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.1.6.7]