نقش نانو ذرات سلنیوم در عملکرد تولید مثلی ماهیان

جواد مهدوی جهان آباد*[۱]، ابوالحسن راستیان نسب[۱] ، رقیه محمودی[۱]، اسماعیل کاظمی[۱]، محمد میثم صلاحی اردکانی[۱]، حبیب الله گندمکار[۱]

*mahdavejavad60@yahoo.com

۱ – مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ، یاسوج، ایران

چکیده

در این مطالعه اثرات نانوذرات سلنیوم بر کیفیت اسپرم و عملکرد تولید مثلی ماهیان بررسی شد. امروزه با توجه به رشد روزافزون جمعیت جهان، تأمین غذای سالم و کافی یکی از مسائل و مشکلات بحرانی بسیاری از کشورهای جهان بویژه کشورهای در حال توسعه می‌باشد. علاوه بر این، نقش نانوذرات در کاهش عفونت ناشی از باکتری آئروموناس در ماهیان زینتی بویژه در ماهی گورخری *Danio (rerio)* اثر بخش بوده است. آبزیان می‌توانند نقشی حیاتی در تأمین مواد مغذی مورد نیاز جامعه داشته باشند. کنترل تولید مثل ماهیان موضوعی کلیدی در آبزی‌پروری است. کیفیت گامت ماهیان یکی از عوامل محدود کننده موفقیت تولید مثلی می‌باشد. یعلاوه، کیفیت گامت ماهیان می‌تواند بسیار متغیر باشد و تحت تأثیر تعداد زیادی از عوامل خارجی قرار گیرد. وجود مواد معدنی ناچیز در جیره ضروری می‌باشد، حتی تغییرات جزئی سطوح این مواد اثرات معنی‌داری بر سلامت و عملکرد تولید مثلی دارد. سلنیوم یک ماده معدنی ناچیز ضروری می‌باشد که به عنوان جزء سازنده آنزیم‌هایی مانند گلوتاتیون پراکسیدازها و همچنین سلنوپروتئین‌ها، نقش مهمی در فرایندهای بیولوژیک مختلف شامل دفاع آنتی‌اکسیدانی، باروری نرها و ماده‌ها، متابولیسم تیروئید، عملکرد ایمنی، عملکرد غدد درون‌ریز، و تکامل و عملکرد ماهیچه ایفاء می‌کند، همچنین به عنوان مرکز کاتالیزوری در جایگاه فعال آنزیم آنتی‌اکسیدانی گلوتاتیون پراکسیداز عمل می‌نماید. ماهیان و بویژه آزادماهیان ممکن است برای محافظت از سطوح بالای اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) خود که مستعد پراکسیداسیون هستند، به طور نسبی نیاز بالایی به خواص آنتی‌اکسیدانی سلنیوم داشته باشند. بنابراین، سلنیوم و سلنوپروتئین‌ها زنده‌مانی اسپرماتوزوآ را تضمین می‌کنند و از آن در برابر گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) محافظت می‌نمایند. همچنین عملکرد تولید مثلی نیز ممکن است از طریق سلنیوم افزایش یابد.

کلمات کلیدی: ماهیان، بیوتکنولوژی، گلوتاتیون پراکسیداز، سلنیوم، نانو ذرات، ماهی دانیو گورخری

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

مقدمه

یکی از استراتژی‌های مهم توسعه کشاورزی در کشور، ارتقاء سلامت جامعه و تحقق شعار پیشگیری بهتر از درمان است. توجه به غنی‌سازی مواد غذایی (تأمین مواد ضروری برای سلول‌های بدن انسان) و کنترل غلظت آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی از جمله راههای تحقق این امر مهم می‌باشد. در این میان محصولات شیلاتی از ارزش غذایی بالایی برخوردارند و توجه بشر نیز به مصرف چنین محصولاتی افزایش یافته است. میزان مصرف سرانه انواع آبزیان در ایران از ۴/۱ کیلوگرم در سال ۱۳۸۲ به ۹/۲ کیلوگرم در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۳). آبزیان می‌توانند نقشی حیاتی در تأمین مواد مغذی مورد نیاز جامعه داشته باشند. کنترل تولید مثل ماهیان موضوعی کلیدی در آبزی‌پروری است. کیفیت گامت ماهیان یکی از عوامل محدودکننده موفقیت تولید مثلی می‌باشد. علاوه بر این، کیفیت گامت ماهیان می‌تواند بسیار متغیر باشد و تحت تأثیر تعداد زیادی از عوامل خارجی قرار گیرد (Köprücü *et al.*, 2015). بنابراین، موضوع کیفیت گامت توجه زیادی را بخود جلب کرده است. عملکرد تولید مثلی حیوانات در ارتباط با وضعیت ژنتیکی، تغذیه، مدیریت و محیط آنهاست (Kumar, 2003). کنترل کیفیت اسپرم به دلیل اهمیت آن در تولید گونه‌های تجاری و همچنین معرفی گونه‌های جدید با سود تجاری بالا، یکی از مباحث اصلی صنعت آبزی‌پروری می‌باشد (Cabrita *et al.*, 2014). ارزیابی کیفیت اسپرم موجب درک بهتر مکانیسم‌هایی می‌شود که اسپرم را تحت تأثیر قرار می‌دهند و همچنین مرتبط با کنترل برخی از عواملی است که بر کیفیت گامت اثرگذارند. بیشتر این عوامل مرتبط با عملکرد مولد نر، تاریخچه زندگی، محیط اجتماعی و یا شرایط پرورش مانند تغذیه مولدین، دستکاری محیطی و روش‌های القاء تخم‌ریزی یا دستکاری اسپرم و مدیریت هستند (Cabrita *et al.*, 2014). در تکثیر وپرورش ماهیان زینتی، استفاده از ماهی دانیو گورخری *Danio rerio* در مطالعات ایمنی‌شناسی، رفتارشناسی و سم‌شناسی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است و از این ماهی به عنوان مدلی برای مطالعه بیماری‌های انسان، بررسی اثرات داروها و نیز بررسی شاخص‌های عملکرد تولید مثلی استفاده می‌شود. نگهداری و تکثیر سریع و ساده، تولید تعداد زیادی نوزاد در هر بار تکثیر و داشتن جنین‌های شفاف این ماهی را به عنوان مدلی بسیار مناسب برای مطالعه اثرات موادنانو و سموم شیمیایی تبدیل کرده است (Hill *et al.*,2005).

سلنیوم و اشکال مختلف آن در طبیعت

عنصر سلنیوم (Se) ابتدا در رسوبات اطاقک قلع مجتمع اسید سولفوریک‌سازی سوئد کشف شد و تصور می‌شد که برای موجودات زنده سمی است تا اینکه Rotruck و همکاران (۱۹۷۳) گزارش کردند که سلنیوم موجب ساخت پروتیینی به نام سلنوسیستئین می‌شود (SeCys) که برای فرآیندهای طبیعی زندگی، ضروری می‌باشد. سلنیوم مادۀ غذایی کمیاب و ضروری برای انسان‌ها و حیوانات است. سلنیوم مورد نیاز بدن موجودات زنده طریق مواد غذایی تامین می‌شود. وجود مواد معدنی ناچیز در جیره ضروری می‌باشد، حتی تغییرات جزئی سطوح این مواد اثرات معنی‌داری بر سلامت و عملکرد تولید مثلی دارد (Hedaoo *et al.*, 2008). این ماده آنتی‌اکسیدان قوی است. بنابراین، از واکنش‌های شیمیایی زیان‌آوری که در یاخته‌های بدن اتفاق می‌افتد، جلوگیری می‌کند. یاخته‌های حمایت شده بهتر قادرند در مقابل بیماری هایی نظیر بیماری قلبی، سرطان و اختلالات وابسته به سن از خود مقاومت نشان دهند. سلنیوم در محلول‌های آبی هیدرولیز می‌شوود و به اشکال شیمیایی سلنات (SeO_4^{2-}) و سلنیت (SeO_3^{2-}) درمی‌آید. سلنات و سلنیت بر خلاف بسیاری از فلزات با افزایش pH حلالیت و تحرک بیشتری می‌یابند. از دیگر ترکیبات سلنیوم موجود در آبها می‌توان سلنیوم‌های آلی را نام برد. تولید کننده‌های اولیه و ثانویه با جذب سلنیوم غیر آلی موجود در آب (سلنات و سلنیت) آن را به سلنیوم آلی که عمدتاً سلنومتیونین است، تبدیل می‌کنند (Stewart *et al.*, 2010). مهمترین اشکال غیر آلی سلنیوم شامل سلنات سدیم[1]، سلنیت سدیم[2]، سلنید سدیم[3] و کلرید سلنیوم[4] می‌باشد. مواد غذایی حاوی ترکیبات سلنیوم مانند سلنومتیونین، سلنوسیستئین، سلنو-متیل-

[1] Sodium selenat
[2] Sodium selenit
[3] Sodium selenid
[4] Selenium chloride

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

سلنوسیستئین[1]، سلنات و سلنیت می‌باشد. سلنو-متیل-سلنومتیونین شکل اصلی سلنیوم در گیاهان و سلنوسیستئین شکل اصلی سلنیوم در غذاهای با منشا حیوانی می‌باشد (Combs and Combs, 1984).

سلنیوم یک کوفاکتور برای آنزیم‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد و اهمیتی حیاتی در سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، هورمون‌های تیروئیدی و عملکرد انسولین، تنظیم رشد سلولی و حفظ باروری دارد. حداقل سلنیوم مورد نیاز در ماهیان با توجه به شکل شیمیایی سلنیوم، میزان ویتامین E موجود در جیره و غلظت سلنیوم محلول در آب متفاوت است. فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در پلاسما و کبد شاخصی بسیار مفید جهت تعیین وضعیت میزان سلنیوم موجود در ماهی می‌باشد. سلنیوم مورد نیاز بر اساس رشد بهینه و حداکثر فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز پلاسما، ۰/۳۸-۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم جیره برای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تعیین شده است (Hilton *et al.*, 1980).

برای افزایش دسترسی زیستی به سلنیوم به شکل‌های جدید آن در جیره غذایی نیاز است. شکل جدید سلنیوم که برای این منظور استفاده می‌شود، نانوذرات سلنیوم می‌باشد (Zhou *et al.*, 2009). فناوری نانو عبارت است از ساخت مواد در ابعاد ۱۰۰-۱ نانومتر که می‌توانند خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی منحصربفردی با کاربردهای جدید داشته باشند (Zhang *et al.*, 2008).

در سال‌های اخیر نانوذره سلنیوم توجه گسترده‌ای را با توجه به دسترسی زیستی بالا و سمیت کمتر نسبت به سایر ترکیبات سلنیوم بخود جلب کرده است (Rezvanfar *et al.*, 2013). از سوی دیگر، خواص منحصربفرد نانوذرات را دارد که از آن جمله می‌توان نسبت سطح به حجم بالا، افزایش فعالیت سطحی، ضریب بالای کاتالیزوری و میزان جذب بیشتر را نام برد. نانوذرات قرمز رنگ سلنیوم را می‌توان با افزودن آلبومین سرم گاوی به سیستم اکسایش-کاهش سلنیت و گلوتاتیون تولید نمود (Zhang *et al.*, 2001). واکنش‌های اکسایش-کاهش یا اکسیداسیون-احیا، واکنش‌هایی شیمیایی هستند که در آنها نقل و انتقال الکترون صورت می‌گیرد. در این واکنش‌ها، اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و کاهش نیز به معنای به دست آوردن الکترون می‌باشد.

منابع تامین سلنیوم

در طبیعت سلنیوم به شکل‌های معدنی و آلی وجود دارد. سلنیوم معدنی در سه حالت اکسیداسیونی سلنیت (Se^{4+})، سلنات (Se^{6+}) و سلنید (Se^{2-}) وجود دارد (Ahsan *et al.*, 2014). سلنیوم یک ریزمغذی شبه فلز در رژیم غذایی مورد نیاز پستانداران است و در محصول‌های گیاهی و حیوانی بخصوص غذاهای دریایی، جگر، حبوبات، زرده تخم مرغ، شیر، آب و خاک یافت می‌شود (Brown and Burk, 1973). به طور کلی، منابع معمول سلنیوم در غذا جوانه گندم، گوجه فرنگی، پیاز، گوشت، فرآورده‌های لبنی، کدو، قارچ، گردو، صدف، ماهی، میگو، ماهی تن، و روغن ماهی می‌باشد. یکی از عمده‌ترین منابع سلنیوم را گندم کامل تشکیل می‌دهد. با وجود اینکه نان غذای اصلی مردم ایران است. ۷۰ درصد پروتئین و ۴۰ درصد کالری مورد نیاز را تأمین می‌نماید. لزوم حضور سلنیوم در خاک مراتع به اثبات رسیده است. سلنیوم موجود در صخره‌ها و خاک از طریق هوازدگی و فرسایش وارد محیط‌های آبی می‌شوند. فعالیت‌های انسانی از جمله زهکشی آبهای زیرسطحی، احتراق زغال سنگ و فعالیت‌های معدنی سبب تسریع رهاسازی سلنیم می‌شوند. تخمین زده شده است که سالانه در دنیا ۲۰۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰ تن سلنیم از طریق پدیده هوازدگی طبیعی وارد محیط می شود. شستشوی حوزه‌های دارای مقادیر بالای سلنیم توسط آبهای سطحی نیز ممکن است، بدون دخالت‌های انسانی به حدود خطرناک برسد (Davis *et al.*, 1988). میزان سلنیوم موجود در غذای ماهیان ۴/ میلی در کیلوگرم می باشد. اگر غلظت سلنیوم در حیوانات کمتر از ۴/ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، سبب ایجاد بیماری‌های ماهیچه سفید، عوارض قلبی و کاهش باروری می‌شود. ماهیانی که در معرض استرس‌های فیزیکی قرار دارند، ممکن است از مقادیر سلنیوم ۲-۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بویژه منابع سلنیوم آلی سود ببرند (Rider *et al.*, 2009). سخت‌پوستانی که طعمه آزادماهیان می‌شوند، می‌توانند بیشتر از ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم داشته باشند (Julshamn *et al.*, 1990) که به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر از سطحی

[1] Se-Methyl-selenocysteine

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

است که از طریق جیره‌های کاربردی تأمین می‌شود. Riderو همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که با وجود سطوح بالای سلنیوم در جیره (۴ میلی‌گرم در کیلوگرم)، هیچ نشانه‌ای از سمیت تحت کشنده سلنیوم در ماهیان مشاهده نشد (جدول ۱).

جدول۱: میزان سلنیوم موجود در برخی از مواد غذایی

غذا	میکروگرم	DV
ماهی	۴۰	۵۷
ماهی تن، کنسرو شده در روغن	۷۸	۱۱۱
تخم مرغ	۱۵	۲۱
پنیر	۴	۶
گوشت وجگر گوساله	۴۸	۶۹
نان با گندم کامل	۱۴	۲۰
برنج غنی شده	۱۴	۲۰

*ارزش روزانه اعداد DV اعداد مرجع بر پایه جیره غذایی پیشنهادی (RNA) است. آنها به مصرف کننده کمک می‌کنند تا غذایی شامل یک مقدار زیادی از یک ماده مخصوص باشد. DV برای سلنیوم ۷۰ میکروگرم است.

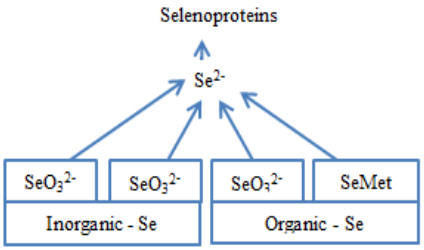
مسیر های جذب سلنیوم در ماهی

عمده‌ترین شیوه دسترسی ماهی به سلنیوم از طریق جیره غذایی می‌باشد. بنابراین، بیشترین میزان جذب در بافت‌های روده و معده اتفاق می‌افتد. فراوان‌ترین شکل سلنیوم (بیش از ۸۰ درصد) ال‌سلنومتیونین[1] می‌باشد که در تمامی سطوح مختلف غذایی یافت شده است (Maher *et al.*, 2010). در ماهی خاویاری سبز[2]جذب سلنومتیونین و متیونین در روده از طریق انتقال‌دهنده‌های غشاء صورت می‌گیرد، اگرچه تاکنون ماهیت و تعداد این انتقال دهنده‌ها مشخص نشده است. بر خلاف پستانداران نرخ جذب سلنومتیونین و متیونین در این ماهی خاویاری با یک شیب افزایشی از قسمت پروکسیمال به سمت دیستال دستگاه گوارش همراه بوده است (Bakke *et al.*, 2010). بخش کوچکی از سلنیوم موجود در بدن ماهی ممکن است ناشی از نوشیدن سلنیوم آلی یا معدنی محلول در آب باشد، پدیده‌ای که بیشتر در ماهیان استخوانی دریایی مشاهده می‌شود.

مسیر اصلی جذب سلنیوم غیر آلی مانند سلنیت، انتشار غیر فعال از روده است و پس از آن ۷۰-۵۰ درصد از کل سلنیوم مصرفی از طریق ادرار دفع می‌شود که این امر ممکن است به دلیل تجمع زیاد سلنیوم در کلیه باشد (Suzuki and Ogra, 2002).

اشکال آلی سلنیوم مانند سلنومتیونین از طریق انتقال فعال از دیواره روده جذب می‌شود و به صورت غیر اختصاصی طی سنتز پروتئین به قسمتی که متیونین قرار دارد متصل می‌شود و به صورت منبع قابل استفاده‌ای از سلنیوم در بافت ذخیره می‌گردد (Schrauzer, 2000). نانوذرات، مانند نانوذرات سلنیوم از طریق انتقال فعال در قسمت ابتدایی روده [3] جذب می‌شوند (Zhang *et al.*, 2001).

بیشتر سلنیوم موجود در بدن به صورت سلنومتیونین و سلنوسیستئین به پروتئین متصل است (Schrauzer, 2000, Suzuki and Ogra, 2002). سلنات و سلنیت نیز اگرچه بخش زیادی از جذب در ماهی بشمار نمی‌روند، ولی توسط گلوتاتیون به سلنید احیاء می‌شوند و در مراحل بعدی سنتز سلنوپروتئین‌ها استفاده می‌شوند. نظر به اینکه حیوانات توانایی تشخیص سلنومتیونین از متیونین را ندارند، سلنومتیونین موجود در جیره می‌تواند به صورت مستقیم به پروتئین‌ها متصل شود یا پس از تبدیل به سلنید، سلنوپروتئین‌ها را ایجاد کند (شکل ۱) (Suzuki and Ogra, 2002) .



شکل ۱: مسیر تغییر شکل زیستی سلنیوم و ساخت سلنوپروتئین‌ها (Suzuki and Ogra, 2002)

در ماهیان مانند سایر مهره‌داران، نخستین بافتی که سلنیوم در آن تجمع می‌یابد، کبد می‌باشد و این اندام مکان اصلی ساخت سلنوپروتئین‌هاست (Sato *et al.*, 1980). با توجه به اینکه سلنیوم به عنوان سلنومتیونین و سلنوسیستئین در پروتئین‌ها حضور دارد، می‌تواند در تمامی بافت‌ها و عضوها به مقدار متفاوتی تجمع یابد. در ماهیان، عضو و بافتی که به طور اختصاصی سلنیوم در آن تجمع می یابد، در تحقیقی بر

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

اردک‌ماهی[1] بالغ بررسی شد. نتایج نشان داد که کبد و کلیه بیشترین میزان غلظت سلنیوم را دارا بودند و پس از آن در تخمدان (تخم)، عضله و استخوان‌ها بترتیب تجمع بالاتری از سلنیوم در مقایسه با سایر بافت‌ها مشاهده شد (Muscatello *et al.*, 2006).

در سیستم‌های آبزی، تولید کنندگان اولیه مانند جلبک‌ها، گیاهان و باکتری‌های خاصی سلنیوم معدنی را به سلنیوم آلی (دسترسی زیستی بیشتر) تبدیل می‌کنند (Fan *et al.*, 2002). شکل‌های معدنی و آلی سلنیوم می‌توانند به عنوان مکمل‌های غذایی استفاده شوند. سدیم سلنیت به طور معمول در جیره‌های حیوانی استفاده می‌شود (Ahsan *et al.*, 2014). از سویی، سلنیت می‌تواند پیش‌اکسیدانت باشد (Rider *et al.*, 2009). همچنین سلنیوم آلی در بهبود دفاع ایمنی نسبت به سلنیت عملکرد بهتری دارد (Wang *et al.*, 1997). جذب و متابولیسم سلنیوم معدنی مشابه مواد معدنی دیگر می‌باشد، در حالی که بهره‌برداری از سلنیوم آلی (سلنومتیونین، SeMet) مشابه بسیاری از آمینواسیدهاست. جذب سلنیوم آلی آهسته‌تر از شکل‌های معدنی است و مصرف دوزهای بالاتر آن سمی نیست (Ahsan *et al.*, 2014).

در ایمنی ماهیان مولد زینتی میکرومغذی‌هایی مانند ویتامین‌ها و عناصر کمیاب مانند روی، آهن، مس و سلنیوم و نانو ذرات به عنوان کو آنزیم مورد نیاز می‌باشند و برای رشد تخمدان و باروری تخم حیاتی هستند. کمبود این ریزمغذی‌ها می‌تواند سبب تغییر عمده ریخت شناسی و عملکردی مانند کاهش تبدیل غذایی، رشد، کاهش مقاومت و کارایی تولید مثل شود. یکی از مکانیسم‌هایی که تحت تأثیر قرار می‌گیرد، سیستم ایمنی است. بنابراین، درک بسیاری از فعل و انفعالات پیچیده میان رژیم غذایی و حساسیت ابتلا به عفونت‌های بیماری‌زا در مولدین ضروری است (Swain and Nayak, 2009).

امروزه نانوسلنیوم توجه گسترده‌ای را با توجه به سمیت کم و قابلیت دسترسی بالا بخود جلب کرده است (Zhang *et al.*, 2008). Zhou و همکاران (۲۰۰۹)، نشان دادند که نانوسلنیوم در افزایش محتوای سلنیوم عضله در کپور کاراس (*Carassius auratus*) نسبت به سلنومتیونین مؤثرتر می‌باشد. (Ashouri *et al.*, 2015) اضافه کردن ۱ میلی‌گرم نانوذرات سلنیوم در کیلوگرم جیره را جهت بهبود رشد و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی در کپور معمولی توصیه نموده‌اند. همچنین نتایج مطالعه Naderi و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که ترکیب نانوذرات سلنیوم و ویتامین E جیره در بهبود ضریب تبدیل غذا و کاهش سطوح کورتیزول سرم در ماهیان پرورش یافته در شرایط متراکم مؤثرتر از ویتامین E می‌باشد. در مطالعه سیدی و کلباسی (۱۳۹۵)، نانوسلنیوم در غلظت‌های ۰/۵و ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره موجب بهبود شاخص‌های کیفی اسپرم، توسعه گنادی، کیفیت DNA و عملکرد آنتی‌اکسیدانی در ماهی کاراس طلایی (*Carassius auratus gibelio*) گردید. همچنین در مطالعه خاکشور و همکاران (۱۳۹۴)، در تیمار ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم آلی میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل سرم خون مولدین ماهی کاراس طلایی افزایش یافته و میزان MDA نیز کاهش معنی‌داری داشت. همچنین در این تیمار بیشترین سرعت واقعی اسپرم در مسیر طی شده، بهترین میانگین سرعت در مسیر مستقیم و کمترین میزان آسیب DNA اسپرم مشاهده شد. در بافت بیضه مولدین تیمار ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم، مقادیر اسپرماتوزوآ بالغ به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود. بنابراین، سلنیوم جیره موجب بهبود کیفیت اسپرم، توسعه گنادی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد تولید مثلی مانند افزایش درصد لقاح و بازماندگی و کاهش بدشکلی لاروی در ماهی کاراس طلایی شد (خاکشور و همکاران، ۱۳۹۴). سلنیوم از ماهیانی که در معرض استرس‌های فیزیکی قرار گرفته‌اند، در برابر بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو محافظت می‌نماید (Watanabe *et al.*, 1997).

نقش های بیولوژیک سلنیوم

در فیزیولوژی تولید مثل در ماهیان نقش های متنوعی را به سلنیوم نسبت داده‌اند، در مطالعاتی که بر ماهیان مولد و سایر ماهیان صورت پذیرفته است، افزودن سلنیوم به جیره غذایی اثرات تاثیرگذاری را بر عملکرد تولید مثل در این ماهیان داشته است. فرم فعال بیولوژیک سلنیوم، سلنوپروتئین می‌باشد که از جمله سلنوپروتئین‌ها گلوتاتیون پرواکسیداز است.

[1] *Esox lucius*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

سلنیوم به عنوان جزء سازنده آنزیم‌هایی مانند گلوتاتیون پراکسیدازها و همچنین سلنوپروتئین‌ها، نقش مهمی در فرآیندهای بیولوژیک مختلف شامل دفاع آنتی‌اکسیدانی، باروری نرها و ماده‌ها، متابولیسم تیروئید، عملکرد ایمنی، عملکرد غدد درون‌ریز، بیماری‌های قلبی- عروقی و تکامل و عملکرد ماهیچه ایفاء می‌کند (Ahsan *et al.*, 2014).

سیستم گلوتاتیون

برخی از آنتی‌اکسیدان‌ها به صورت چرخه‌های زیستی متشکل از اجزاء متعددی از جمله آنزیم، کوفاکتور و ویتامین عمل می‌کنند. کوفاکتورها گروهی از مواد هستند که به آنزیم‌ها متصل شده و کار آنها را تسهیل می‌بخشند. مهمترین نمونه این سیستم‌ها، سیستم گلوتاتیون[1] است که از چند مرحله تشکیل شده است و اساسا هیدروژن پراکسید را کاتالیز می‌کند. این سیستم شامل گلوتاتیون، گلوتاتیون-دی‌سولفید-رداکتاز[2] و گلوتاتیون پراکسیداز می‌باشد (Hashida *et al.*, 2000). گلوتاتیون در بیشتر سلول‌ها وجود دارد و از مهمترین مولکول‌های دفاعی درون سلول در برابر آسیب‌های ناشی از گونه‌های اکسیژن فعال است. گلوتاتیون مولکولی است پپتیدی که از سه اسید آمینه گلوتامین، سیستئین و گلایسین تشکیل شده است (Forni and Willson, 1986). گلوتاتیون پراکسیدازها، به عنوان بخشی از سیستم گلوتاتیون در جایگاه فعال خود یک سلنوسیستئین دارند که در آن سلنیوم جایگزین گوگرد شده است. این آنزیم‌ها تجزیه هیدروژن پراکسید را بر عهده دارند. گلوتاتیون پراکسیدازها همچنین باعث کاهش پراکسیدهای آلی به الکل می‌شوند و مسیر دیگری را برای از بین بردن اکسیدان‌های سمی بوجود می‌آورند (Decker and Van Holde, 2010).

Penglase و همکاران (۲۰۱۴b) اثرات سلنیوم بر فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز، بیان mRNA پروتئین‌های کلیدی وابسته به سلنیوم و موفقیت تولید مثلی ماهی گورخری را ارزیابی کردند. ماهیان با جیره دارای کمبود سلنیوم (کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و جیره با سطح بالای سلنیوم (۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) تغذیه شدند. پایین‌ترین فعالیت و سطوح mRNA گلوتاتیون پراکسیداز وقتی که سطح سلنیوم جیره ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود مشاهده شد که نتیجه آن بیشترین میزان رشد ماهی بود. تکمیل جیره با سطح بالای سلنیوم موفقیت تولید مثلی را کاهش داد و نتاج ماهیان گورخری تغذیه شده با سطوح بالاتر از ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم بر کیلوگرم جیره فعالیت حرکتی پایین‌تری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند.

بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سلنیوم یک ریزمغذی ضروری برای ماهیان می‌باشد (Lin and Shiau, 2005, Wang *et al.*, 2007, Monteiro *et al.*, 2009). سلنیوم برای فرایندهای طبیعی موجودات ضروری است و بر رشد، تکامل و عملکردهای ایمنی اثر می‌گذارد (Ellis and Salt, 2003, Beck *et al.*, 2004). سلنیوم یک تقویت کننده تغذیه‌ای قوی برای سیستم ایمنی و آنتی‌اکسیدانی است که موجب افزایش فعالیت فنول اکسیداز، انفجار تنفسی، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز (GPx)، گلوتاتیون رداکتاز (GR) و گلوتاتیون s-ترانسفراز (GST)، فعالیت بیگانه‌خواری و مقاومت در برابر عامل بیماری‌زا می‌گردد (Chiu *et al.*, 2010).

نقش آنتی‌اکسیدانی نانو ذرات سلنیوم در عملکرد تولید مثلی

سلنیوم در نگهداری وضعیت اکسیداتیو و ایمنی نقشی حیاتی ایفا می‌کند و برای حفظ سلامت مطلوب ضروری می‌باشد (Rayman, 2000, Brown and Arthur, 2001).

نقش اصلی سلنیوم محافظت از ترکیبات بیولوژیک مانند DNA، پروتئین‌ها و چربی‌ها در برابر حمله رادیکال‌های آزاد تولید شده طی متابولیسم طبیعی می‌باشد. نگهداری وضعیت اکسیداتیو سلولی از طریق سلنیوم به طور عمده به وسیله آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و تیوردوکسین رداکتاز (Trx-R) صورت می‌گیرد (Rider *et al.*, 2009). ماهیان و به ویژه آزادماهیان ممکن است برای محافظت از سطوح بالای اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) خود که مستعد پراکسیداسیون هستند، به طور نسبی نیاز بالایی به خواص آنتی‌اکسیدانی سلنیوم داشته باشند (Rider *et al.*, 2009).

غشاء پلاسمایی اسپرم برای نگهداشتن اندامک‌ها و اجزای داخل سلولی، آن را احاطه کرده است و با ویژگی‌های نیمه تراوایی خود گرادیان شیمیایی یون‌ها و سایر اجزای محلول را حفظ می‌کند. اگر غشاء پلاسمایی اسپرم آسیب ببیند، باید آن

[1] GSH system
[2] Glutathione-disulfide-reductase

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

را مرده در نظر گرفت و قادر به باروری نمی‌باشد. سیستم آنتی‌اکسیدانی جنین و لارو تازه هچ شده شامل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌اکسیدان‌های محلول در آب و چربی و سلنیوم می‌باشد. افزایش سلنیوم در جیره مادری موجب افزایش غلظت سلنیوم در بافت جنین در حال تکامل شده و حساسیت آن را نسبت به پراکسیداسیون چربی کاهش می‌دهد. سطوح بالای آنتی‌اکسیدان‌های داخلی در تخم و بافت‌های جنین برای محافظت از بافت طی استرس اکسیداتیو در زمان تفریخ یک مکانیسم سازگاری مهم می‌باشد (Surai *et al.*, 2016). تغذیه مولدین عملکرد و سلامت نتاج را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بطوریکه تکمیل جیره والدین با سلنیوم سیستم آنتی‌اکسیدانی مؤثری را در زمان تولد فراهم می‌کند (Pappas *et al.*, 2008).

در مطالعه خاکشور و همکاران (۱۳۹۴)، تأثیر استفاده از سطوح مختلف سلنیوم آلی بر مولدین ماهی کاراس طلایی ارزیابی شد. تعداد ۲۰۰ قطعه ماهی کاراس طلایی بالغ به مدت ۸ هفته با سطوح صفر، ۰/۵، ۲/۵ و ۵ میلی‌گرم سلنیوم آلی (Sel-plex) در کیلوگرم غذا مورد تغذیه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در تیمار ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل سرم خون مولدین افزایش یافته و میزان MDA نیز کاهش معنی‌داری داشت. همچنین در این تیمار به طور معنی‌داری بیشترین سرعت واقعی اسپرم در مسیر طی شده، بهترین میانگین سرعت در مسیر مستقیم و کمترین میزان آسیب DNA اسپرم مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و همچنین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در پلاسمای سمینال مولدین نر دیده نشد. در بافت بیضه مولدین تیمار ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم، مقادیر اسپرماتوزوآ بالغ به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود و در بافت تخمدان مولدین، رسیدگی جنسی در گروه شاهد در مرحله ۲ و در گروه ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم در مرحله ۵ بود. بنابراین جیره حاوی ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم آلی در مولدین ماهی کاراس طلایی موجب بهبود شاخص‌های کیفی اسپرم، توسعه گنادی، کیفیت DNA اسپرم، عملکرد آنتی‌اکسیدانی و تولید مثل مانند افزایش درصد لقاح و بازماندگی و کاهش بدشکلی لاروی شد.

نانوذرات سلنیوم و تاثیرآن بر عملکرد کبدی

از نظر تغذیه‌ای، سلنومتیونین و سلنوسیستئین جذب شده از جیره غذایی از طریق سیستم باب کبدی[1] به کبد منتقل می‌شود. ساخت سلنوپروتئین‌ها پس از تغییر ایجاد شده در سلنومتیونین و سلنوسیستئین و تبدیل آنها به ترکیبات حد واسط مانند سلنید (Se^{2-}) اتفاق می‌افتد (Suzuki and Ogra, 2002). تغییر کوچکی در سطوح مطلوب سلنیوم می‌تواند اثرات شدیدی داشته باشد (Ahsan *et al.*, 2014). در آزادماهیان کمبود سلنیوم منجر به ناهماهنگی حرکتی، تحلیل عضلانی، پراکسیداسیون چربی و کاهش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز پلاسما و کبد می‌شود (Hodson and Hilton, 1983, Bell *et al.*, 1985, Bell *et al.*, 1986, Bell *et al.*, 1987). اگرچه سلنیوم جهت حفظ هومئوستاز فیزیولوژیک مورد نیاز است، وقتی مازاد بر سطوح تغذیه‌ای توصیه شده مصرف شود، موجب سمیت و از کار افتادن سیستم کبدی می‌گردد. در مطالعه Thomas و Janz (۲۰۱۴) دوز بالای سلنومتیونین انتقال یافته از مولدین موجب افزایش مرگ و میر لاروی در ماهی گورخری (*Danio rerio*) گردید.

یوسفی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که مخمر غنی شده با سلنیوم به سبب دارا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و قابلیت مهار رادیکال‌های آزاد اکسیژن، می‌تواند موجب افزایش لقاح و توان باروری در رت‌های نر بالغ شود. استرس بی‌حرکتی به شکل معنی‌داری سبب کاهش درصد زیگوت، جنین‌های دو سلولی، بلاستوسیست و هچ شده و افزایش سطح مالون دی آلدئید (MDA) در رت‌ها شد.

انتقال سلنیوم از مولدین به تخم مسیر اصلی قرار گرفتن ماهیان در معرض سلنیوم در مراحل اولیه زندگی می‌باشد. در گونه‌های تخم‌گذار مانند ماهیان، مسمومیت سلنیوم می‌تواند وقتی که غلظت آن در جیره بیشتر از ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک باشد رخ دهد که تنها ۳۰-۷ برابر بیشتر از سطوح تغذیه‌ای مورد نیاز می‌باشد (Janz *et al.*, 2010).

[1] L-Selenomethionine
[2] *Acipenser medirostris*
[3] Duodenum
[4] Liver BP System

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

نقش سلنیوم در عملکرد تولید مثلی جنس نر

سلنیوم و سلنوپروتئین‌ها دارای اهمیت زیادی در تولید مثل جنس نر هستند. سلنیوم در عملکرد اسپرماتوژنز موثر می‌باشد و کمبود آن یکی از عوامل مؤثر در ایجاد ناباروری یا کم باروری مردان است (عیدی و همکاران، ۱۳۸۶). در مطالعاتی که ژن‌های سلنوپروتئین‌ها را از بین می‌برند، نشان داده شده است که فقدان این ژن‌ها طی اسپرم‌زایی منجر به تولید اسپرماتوزوآ غیرطبیعی می‌شود که همسو با تغییرات کیفیت منی و باروری (لقاح) می‌باشد (Ahsan *et al*., 2014). سلنوپروتئین گلوتاتیون پراکسیداز ۴ میتوکندریایی در غشاهای درون سلولی بویژه بیضه‌ها به عنوان آنتی‌اکسیدان درون سلولی عمل می‌نماید (Ahsan *et al*., 2014) و یک پراکسیداز اختصاصی برای هیدروپراکسیدهای فسفولیپید و یک جزء ساختاری در قطعه میانی اسپرم می‌باشد که عدم عملکرد مناسب آن در بیضه‌ها مرتبط با ناباروری جنس نر است (Turanov *et al*., 2011).

در مطالعه محسنی کوچصفهانی و همکاران (۱۳۹۴)، اثر قارچ‌کش پروپیکونازول بر بافت بیضه و نیز اثر حفاظتی احتمالی سلنیوم در موش صحرایی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ۴۰ موش صحرایی به ۱۰ گروه ۴ تایی شامل کنترل، شم دریافت کننده حلال پروپیکونازول، آب مقطر دریافت کننده نرمال سالین و هفت گروه تجربی تقسیم شدند: گروه ۱ دوز صفر میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم، گروه ۲، ۳ و ۴ بترتیب دوزهای ۱۰، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم پروپیکونازول و گروه‌های ۵، ۶ و ۷ که بترتیب دوزهای ۱۰،۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم پروپیکونازول به همراه ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم دریافت کردند. بعد از تعیین سطوح سه هورمون لوتئینی کننده، محرک فولیکولی و تستوسترون، شمارش اسپرم با لام هموسیتومتر انجام شد. اختلاف معنی‌داری در سطوح هورمون‌ها در گروه‌های تجربی ۲ تا ۷ در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد، اما سلول‌های سرتولی، اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه، اسپرماتید و اسپرم در گروه‌های تجربی ۷-۲ در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشتند. کاهش تعداد اسپرم‌های شمارش شده و سلول‌های پیش ساز آن بیانگر نقش اختلالی پروپیکونازول در روند تولید این سلول‌ها و عدم تاثیر حفاظتی سلنیوم بوده است.

سلنیوم بر عملکرد تولید مثلی شامل ریخت‌شناسی و عملکرد بافت تولید مثلی، اسپرم‌زایی، باروری، خصوصیات منی و رفتارهای تولید مثلی در جنس نر اثرگذار است (Ahsan *et al*., 2014).

Khalafalla و همکاران (۲۰۱۱) اثرات سطوح مختلف سلنیوم را بر عملکرد تخم‌ریزی و تولید مثل تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) بررسی نمودند. ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی سلنیوم تولید تخم بالاتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره پایه داشتند و گروه نانوسلنیوم (۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بالاترین مقدار تولید تخم را داشت. تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل و سایر گروه‌ها در غلظت تستوسترون مشاهده نشد. نتایج این مطالعه نشان داد که جیره تکمیل شده با ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوسلنیوم رشد، بازماندگی و تولید مثل تیلاپیای نیل را بهبود بخشید. علاوه بر این، به دلیل کاهش هزینه غذا مناسب‌تر از سایر جیره‌ها می‌باشد.

بیش از ۲۵ سلنوپروتئین شناسایی شده است که در سیستم تولید مثلی نر نقش دارند (Ahsan *et al*., 2014) (جدول ۲).

نتیجه‌گیری کلی

در مطالعه حاضر نانوذرات سلنیوم موجب بهبود کیفیت اسپرم و عملکرد تولید مثلی در ماهیان گردید. بررسی و گردآوری تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین خاصیت استفاده از نانوذرات سلنیوم در جیره های حاوی نانو ذرات سلنیوم می‌باشد. در مطالعاتی که بروی آزاد ماهیان و قزل آلای رنگین کمان و همچنین ماهیان زینتی صورت گرفته، جیره‌های غنی شده با سلنیوم موجب بهبود کیفیت اسپرم و افزایش میزان حجم اسپرم، مدت زمان تحرک اسپرم و تراکم اسپرم و در نهایت باعث بهبود عملکرد تولید مثلی در ماهیان شد.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

جدول ۲ : علامت اختصاری، نام، موقعیت و عملکرد سلنوپروتئین‌های مرتبط با تولید مثل جنس نر

علامت اختصاری	نام سلنوپروتئین	موقعیت	عملکرد
GPx4 (PHGPx)	Phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase	غشاهای درون سلولی، به ویژه بیضه‌ها	آنتی‌اکسیدان درون سلولی
snGPx4	Sperm nucleus GPx4	هسته اسپرم	متراکم کردن کروماتین طی اسپرم‌زایی
mGPx4	Mitochondrial GPx4	کپسول میتوکندریایی در قطعه میانی	دفاع آنتی‌اکسیدانی طی اسپرم‌زایی، جزء ساختاری اسپرماتوزوآی بالغ
cGPx4	Cytosolic GPx4	بیضه‌ها، اپیتلیوم اپی‌دیدیم	آنتی‌اکسیدان
GPx5	Secreted enzyme (GPx)	مجرای اپی‌دیدیم	از بین برنده پراکسید هیدروژن
GPx3	Cytosolic GPx	سلول‌های اپیتلیوم اپی‌دیدیم	محافظت از اپیتلیوم
GPx1	Cytosolic GPx	اپیتلیوم اپی‌دیدیم	ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی
Selenoprotein P	Plasma selenoprotein P	خون	انتقال سلنیوم به بیضه‌ها
ApoER2	Apolipoprotein E receptor-2	سلول‌های سرتولی بیضه‌ها	در بیضه‌ها Pجذب سلنوپروتئین در داخل سلول‌های سرتولی

در این تحقیق، تکمیل جیره ماهیان با نانوذرات سلنیوم به منظور بررسی انتقال سلنیوم جیره به نتاج و اثرات آن بر لارو ماهیان انجام مطالعات بیشتری مورد نیاز است.

در مورد اثرات سلنیوم جیره بر کیفیت گامت (اسپرم) و عملکرد تولید مثل در ماهیان گزارش‌های کمی وجود دارد. بنابراین، برای نشان دادن اینکه نانوذرات سلنیوم جیره چگونه کیفیت گامت و نتاج را در عملکرد تولید مثلی ماهیان تحت تأثیر قرار می‌دهد، انجام مطالعات بیشتری ضروری بنظر می‌رسد.

پیشنهادها

- توصیه می‌شود در آینده مطالعات بیشتری در زمینه عوامل کمی و کیفی اسپرم مد نظر قرار گیرد تا بتوان در خصوص تاثیر سلنیوم بر اسپرم به نتیجه‌گیری بهتری دست یافت و مکانیسم اثرگذاری سلنیوم بر عوامل اسپرم را مشخص نمود.
- اینکه آیا سایر موادنانو ذرات بر اسپرم تاثیر مثبت دارد، نیاز به تحقیقات بیشتری دارد و باید در پژوهش‌های بعدی بررسی گردد.

منابع

خاکشور، ع.، کلباسی،م.ر.، شاهوردی، ع.، ۱۳۹۴. ارزیابی تأثیر سلنیوم آلی جیره بر شاخص‌های کیفی گامت های نر و ماده و کیفیت تکثیر ماهی طلایی (*Carassius auratus gibelio*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی.

عیدی، م.، پویان، ا.، عیدی، ا.، فضائلی، ر.، دادگر، م.، شاه‌محمدی، پ.، سعیدی، ح.، بهار، م. (۱۳۸۶). بررسی میزان تأثیر غلظت سلنیوم پلاسمای سمینال بر پارامترهای اسپرم انسان. مجله علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، دوره ۱۷، شماره ۲، ۸۱- ۸۶.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

یوسفی، س.، نجفی، غ.، نجاتی، و.، توکمه‌چی، ا. (۱۳۹۴). مطالعه اثر محافظتی دیواره سلولی مخمر ساکارومایسس سرویزیه(*Saccharomycescerevisiae*) غنی‌شده با سلنیوم بر روی توان باروری آزمایشگاهی در رت‌های نر بالغ تحت استرس بی حرکتی مزمن. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، شماره ۱۳۳، ۱۸۳-۱۹۵.

سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۳-۱۳۹۲. سازمان شیلات ایران. ۳۳ صفحه.

سیدی، ج.، کلباسی، م.ر.، ۱۳۹۵. تاثیر سطوح و زمانهای مختلف تیمار نانو سلنیوم بر آسیبDNA، تغییرات آنزیمی پلاسمای سمینال و شاخصهای کیفی اسپرم ماهی طلایی (*Carassius auratus gibelio*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی.

محسنی کوچصفهانی، ه.، انگجی، ع.، رشیدی پویا، س.، عبدالهی، پ.، گواهی، ت.، ۱۳۹۴. تغییرات آسیب القا شده به وسیله قارچ کش پروپیکونازول بر بافت بیضه و فرآیند اسپرماتوژنز و اثرات حفاظتی سلنیوم در موش صحرایی، ماهنامه ارمغان دانش، شماره ۹۶، ۱۹-۳۰.

Ahsan, U., Kamran, Z., Raza, I., Ahmad, S., Babar, W., Riaz, M.H. and Iqbal, Z., 2014. Role of selenium in male reproduction-A review. *Animal Reproduction Science*, 146, 55-62.

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.

Bakke, A., Tashjian, D., Wang, C., Lee, S., Bai, S. and Hung, S., 2010. Competition between selenomethionine and methionine absorption in the intestinal tract of green sturgeon (*Acipenser medirostris*). Aquatic toxicology 96, 62-69.

Beck, Y., Pecasse, F. and Richards, G., 2004. Kruppel-homolog is essential for the coordination of regulatory gene hierarchies in early Drosophila development. *Dev. Biol*., 268(1): 64--75.

Bell, J., Cowey, C., Adron, J. and Shanks, A.M., 1985. Some effects of vitamin E and selenium deprivation on tissue enzyme levels and indices of tissue peroxidation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *British Journal of Nutrition*, 53, 149-157.

Bell, J., Pirie, B., Adron, J. and Cowey, C., 1986. Some effects of selenium deficiency on glutathione peroxidase (EC 1.11. 1.9) activity and tissue pathology in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *British Journal of Nutrition*, 55, 305-311.

Bell, J., Cowey, C., Adron, J. and Pirie, B., 1987. Some effects of selenium deficiency on enzyme activities and indices of tissue peroxidation in Atlantic salmon parr (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 65, 43-54.

Brown, K. and Arthur, J., 2001. Selenium, selenoproteins and human health: a review. *Public Health Nutrition*, 4, 593-599.

Cabrita, E., Martínez-Páramo, S., Gavaia, P.J., Riesco, M., Valcarce, D., Sarasquete, C., Herráez, M. and Robles, V., 2014. Factors enhancing fish sperm quality and emerging tools for sperm analysis. *Aquaculture*, 432, 389-401.

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.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

Combs Jr, G. and Combs, S., 1984. The nutritional biochemistry of selenium. Annual review of nutrition 4, 257-280.

Davis E.A., Maier, K.J. and Knight, A.W., 1988.The biological consequences of selenium in aquatic ecosystems. *Calif Agr*, 1988;42:18 – 20, 29.

Decker, H. and Van Holde, K.E., 2010. Oxygen and the Evolution of Life. Springer Science and Business Media.

Ellis, D.R. and Salt, D.E., 2003. Plants, selenium and human health. Current opinion in plant biology 6, 273-279.

Fan, T.W.M., Teh, S.J., Hinton, D.E. and Higashi, R.M., 2002. Selenium biotransformations into proteinaceous forms by foodweb organisms of selenium-laden drainage waters in California. *Aquatic Toxicology*, 57, 65-84.

Forni, L.G. and Willson, R.L., 1986. Thiyl and phenoxyl free radicals and NADH Direct observation of one-electron oxidation. *Biochemical Journal*, 240, 897-903.

Hashida, K. and Sasaki, K., Makino, N., 2000. Interactions of nitric oxide and oxygen in cytotoxicity: proliferation and antioxidant enzyme activities of endothelial cells in culture. Free adical research, 33, 147-156.

Hedaoo, M., Khllare, K., Meshram, M., Sahatpure, S. and Patil, M., 2008. Study of some serum trace minerals in cyclic and non-cyclic surti buffaloes. Vet. World 1, 71-72.

Hill, A.J., Teraoka, H., Heideman, W. and Peterson, R.E. 2005. Zebra fish as a model vertebrate for investigating chemical toxicity and reproductive performance. *Toxicological Sciences*, 86(1): 6-19.

Hilton, J., Hodson, P., Slinger, S., 1983. The requirement and toxicity of selenium in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). The Journal of nutrition 110, 2527-2535.

Janz, D.M., DeForest, D.K., Brooks, M.L., Chapman, P.M., Gilron, G., Hoff, D., Hopkins, W.A., McIntyre, D.O., Mebane, C.A. and Palace, V.P., 2010. Selenium toxicity to aquatic organisms. Ecological ssessment of selenium in the aquatic environment, 141-231.

Julshamn, K., Sandnes, K. Lie, Ø. and Waagbø, R., 1990. Effects of dietary selenium supplementation on growth, blood chemistry and trace element levels in serum and liver of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). Fiskeridirektoratets Skrifter. *Serie Ernæring*, 3, 47-58.

Khalafalla, M., Eweedah, N., Salem, M. and Sallam, A., 2011. Effects of different levels of selenium supplementation on growth performance, feed utilization, spawning performance and reproduction of the Nile tilapia (*Oreochromisniloticus*), Proceedings of the 4th Global Fisheries and Aquaculture Research Conference, the Egyptian International Center for Agriculture, Giza, Egypt, 3-5 October 2011. Massive Conferences and Trade Fairs, 75-91.

Köprücü, K., Yonar, M.E. and Özcan, S., 2015. Effect of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids on antioxidant defense and sperm quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

regular stripping conditions. *Animal Reproduction Science*, 163, 135-143.

Kumar, S., 2003. Management of infertility due to mineral deficiency in dairy animals. Proceedings of ICAR summer school on "Advance diagnostic techniques and therapeutic approaches to metabolic and deficiency diseases in dairy animals". Held at IVRI, Izatnagar, UP (15th July to 4th Aug.), 128-137.

Lin, Y.H. and Shiau, S.Y., 2005. Dietary selenium requirements of juvenile grouper, Epinephelus malabaricus. *Aquaculture*, 250, 356-363.

Maher, W., Roach, A., Doblin, M., Fan, T., Foster, S., Garrett, R., M√∂ ller, G., Oram, L., Wallschl√ § ger, D., 2010. Environmental sources, speciation, and partitioning of selenium, Ecological Assessment of Selenium in the Aquatic Environment. CRC Press, 47-92.

Monteiro, D.A., Rantin, F.T. and Kalinin, A.L., 2009. The effects of selenium on oxidative stress biomarkers in the freshwater characid fish matrinxã (*Brycon cephalus*) exposed to organophosphate insecticide Folisuper 600 BR®(methyl parathion). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*, 149, 40-49.

Muscatello, J.R., Bennett, P.M., Himbeault, K.T., Belknap, A.M. and Janz, D.M., 2006. Larval deformities associated with selenium accumulation in northern pike (*Esox lucius*) exposed to metal mining effluent. *Environmental Science and Technology*, 40, 6506-6512.

Naderi, M., Keyvanshokooh, S., Salati, A.P. and Ghaedi, A., 2017. Combined or individual effects of dietary vitamin E and selenium nanoparticles on humoral immune status and serum parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under high stocking density. *Aquaculture*, 474, 40-47.

Pappas, A., Zoidis, E., Surai, P. and Zervas, G., 2008. Selenoproteins and maternal nutrition. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 151, 361-372.

Penglase, S., Hamre, K., Rasinger, J.D. and Ellingsen, S., 2014b. Selenium status affects selenoprotein expression, reproduction, and F 1 generation locomotor activity in zebrafish (*Danio rerio*). *British Journal of Nutrition*, 111, 1918-1931.

Rayman, M.P., 2000. The importance of selenium to human health. The lancet 356, 233-241.

Rezvanfar, M.A., 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.

Rider, S.A., Davies, S.J., Jha, A.N., Fisher, A.A., Knight, J. and Sweetman, J.W., 2009. Supra-nutritional dietary intake of selenite and selenium yeast in normal and stressed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): implications on selenium status and health responses. *Aquaculture*, 295, 282-291.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

Rotruck, J.T., Pope, A.L., Ganther, H.E., Swanson, A.B., Hafeman, D.G. and Hoekstra, W.G., 1973. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science*, 179: 588–590.

Sato, T., Ose, Y. and Sakai, T., 1980. Toxicological effect of selenium on fish. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*, 21, 217-224.

Schrauzer, G.N., 2000. Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. *The Journal of Nutrition*, 130, 1653-1656.

Stewart, R., Grosell, M., Buchwalter, D.B., Fisher, N.S., Luoma, S.N., Mathews, T., Orr, P. and Wang, W., 2010. Bioaccumulation and trophic transfer of selenium, Ecological assessment of selenium in the aquatic environment.

Surai, P.F., Fisinin, V.I. and Karadas, F., 2016. Antioxidant systems in chick embryo development. Part 1. Vitamin E, carotenoids and selenium. *Animal Nutrition*, 2, 1-11.

Suzuki, K. and Ogra, Y., 2002. Metabolic pathway for selenium in the body: speciation by HPLC-ICP MS with enriched Se. *Food Additives and Contaminants*, 19, 974-983.

Swain, P. and Nayak, S., 2009. Role of maternally derived immunity in fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 27(2), 89-99.

Thomas, J.K. and Janz, D.M., 2014. In ovo exposure to selenomethionine via maternal transfer increases developmental toxicities and impairs swim performance in F1 generation zebrafish (*Danio rerio*). *Aquatic Toxicology* ,152, 20-29.

Turanov, A.A., Malinouski, M. and Gladyshev, V.N., 2011. Selenium and male reproduction, Selenium. Springer, 409-417.

Wang, Y., Han, J., Li, W. and Xu, Z., 2007. Effect of different selenium source on growth performances, glutathione peroxidase activities, muscle composition and selenium concentration of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Animal Feed Science and Technology*, 134, 243-251.

Watanabe, T., Kiron, V. and Satoh, S., 1997. Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 151, 185-207.

Zhang, J., Wang, X. and Xu, T., 2008. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with se-methylselenocysteine in mice. *Toxicological sciences*, 101, 22-31.

Zhang, J.S., Gao, X.Y., Zhang, L.D. and Bao, Y.P., 2001. Biological effects of a nano red elemental selenium. *Biofactors*, 15, 27-38.

Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q. and Li, W., 2009. Effects of different dietary selenium sources (*selenium nanoparticle* and *seleno methionine*) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture*, 291, 78-81.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]

The role of selenium nanoparticles in reproductive performance of fish

Mahdave jehan abad J.[1]*, Rasteyannasab A.H.[1], Mahmodi R.[1], Kazemi E[1], Meisam Salahi M.[1]
Gandomkar H[1]
*mahdavejavad60@yahoo.com

1- Shahid Motahary Cold water Fishes Genetic and breeding Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Yasouj, Iran

Abstract

In this study, the effects of selenium nanoparticles on sperm quality and reproductive performance of fish were investigated. Today, given the growing world population, providing healthy and adequate food is one of the critical issues in many countries in the world, especially in developing countries. In addition, the role of nanoparticles has been effective in reducing the infection caused by Aeromonas bacteria in ornamental fish, especially in the Danio rerio fish. Aquatic animals can play a vital role in providing the nutrients needed by the community. Fish reproduction control is a key issue in aquaculture. Fish quality is one of the factors limiting the reproductive success. In addition, the quality of gamet fish can be very variable and affected by a large number of external factors. The presence of minerals in the diet is essential, even minor changes in levels of these substances have significant effects on reproductive health and reproductive performance. Selenium is a negligible mineral that, as a component of enzymes such as glutathione peroxidases, as well as selenoproteins, plays an important role in various biological processes including antioxidant defense, male and female fertility, thyroid metabolism, immune function, endotracheal function, and muscle development and function Also acts as a catalytic center in the active site of the antioxidant enzyme glutathione peroxidase. Fish, and in particular free fish, may have relatively high levels of antioxidant properties in selenium to protect themselves from high levels of highly unsaturated fatty acids (PUFAs) that are susceptible to peroxidation. Selenium and selenoproteins, therefore, guarantee the survival of spermatozoa and protect against reactive oxygen species (ROS), and reproductive performance may also be increased through selenium.

Keywords: Ornamental fish، Selenium، Nanoparticles، Biotechnology، Glutathione Peroxidase، Danio rerio fish

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1397.5.3.1.8]