اثر منابع مختلف مکمل سلنیوم بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جمعیت باکتری‌های ایلئوم، فراسنجه‌های خونی، آنزیم‌های کبدی، فعالیت هورمونی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در جوجه‌های گوشتی

- **روزبه شعبانی**: گروه علوم دامی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
- **جعفر فخرایی***: گروه علوم دامی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
- **حسین منصوری‌یارمحمدی**: گروه علوم دامی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
- **علیرضا صیداوی**: گروه علوم دامی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۸

چکیده

تاثیر منابع مختلف مکمل سلنیوم بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جمعیت باکتری‌های ایلئوم، فراسنجه‌های خونی، آنزیم‌های کبدی، فعالیت هورمونی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در جوجه‌های گوشتی در آزمایشی با استفاده از تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه نر یک‌روزه از سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط با ۱۰ تیمار ، ۵ تکرار (هر تکرار شامل ۱۰ پرنده) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار ۱) جیره پایه (شاهد)، تیمارهای ۲، ۳ و٤) به‌ترتیب جیره پایه به‌علاوه ۰/۵، ۰/۸ و ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم، تیمارهای ۵، ٦ و ۷) به‌ترتیب جیره پایه به‌علاوه ۰/۵، ۰/۸ و ۱/۲ میلی‌گرم مت‌سلنیوم (Met-selenium) و تیمارهای ۸، ۹ و ۱۰) به‌ترتیب جیره پایه به‌علاوه ٦۵، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و سلنیوم، بودند. نتایج نشان داد که اختلاف وزن بدن، شاخص تولید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گروه حاوی نانوسلنیوم در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). تعداد باکتری‌های کلی‌فرم ایلئوم در جیره‌های حاوی نانوسلنیوم و متسلنیوم نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). آنزیم‌های کبدی و فاکتورهای خونی در گروه حاوی نانوسلنیوم با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). غلظت‌های T3، T4 و نسبت T3 به T4 در تیمار حاوی ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). نتایج نشان می‌دهد که نانوسلنیوم در مقایسه با متسلنیوم و ویتامین E سلنیوم، می‌تواند منجر به بهبود بازده تولید در جوجه‌های گوشتی شود.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، جوجه گوشتی، سلنیوم، عملکرد، لاشه

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: j-fakhraei@iau-arak.ac.ir

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

مقدمه

در دهه‌های اخیر، توجه به پیشرفت در زمینه تغذیه طیور، مقدم بر افزایش راندمان تولید بوده است. از آن‌جایی‌که خوراک، ۶۰ تا ۷۰ درصد هزینه تولید در پرورش طیور را به‌خود اختصاص می‌دهد، بنابراین ارزیابی مداوم منابع جدید و گوناگون مواد خوراکی موجود در جیره، ضروری می‌باشد. پرندگان در صورت دریافت ناکافی مواد مغذی در هر زمان از دوره پرورش خود، به‌ندرت قادر به جبران آن خواهند بود. مواد معدنی ازجمله مواد مغذی مورد نیاز جیره در پرورش طیور می‌باشد که در حفظ سلامتی و رشد آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار بوده و براساس نیاز به دو گروه پر نیاز و کم نیاز طبقه‌بندی می‌شوند. سلنیوم ازجمله مواد معدنی ضروری و کم نیاز است که در سال‌های اخیر به‌طور فزاینده‌ای توجه محققان تغذیه طیور را به خود معطوف کرده است(Surai، ۲۰۰۲).از آن‌جایی‌که پرندگان نسبت به پستانداران داری سرعت متابولیسم بیش‌تر، درجه حرارت بدن بالاتر و غلظت گلوکز خون بیش‌تری بوده و در محیط پر ازدحام و پر تنش نگه‌داری می‌شوند، بنابراین از لحاظ تئوری، مستعد صدمات ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد هستند (Ogburn و همکاران، ۱۹۸۸). رادیکال‌های آزاد سبب صدمه به پروتئین‌ها و چربی‌های درون سلولی می‌شوند که در نهایت به سلول‌ها و بافت‌ها آسیب رسانده و در نتیجه رشد پرنده کاهش می‌یابد و سیستم ایمنی پرنده و سلامت آن به خطر می‌افتد (Fellenberg و Speisky، ۲۰۰۶). ازجمله موادی که در کم کردن آثار رادیکال‌های آزاد مؤثر می‌باشد، سلنیوم است. سلنیوم بخشی از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است که به‌عنوان دومین خط دفاعی بدن عمل کرده و با تخریب پراکسیدهای سلولی، از تشکیل رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کند (Behne و Kyriakopoulos، ۲۰۰۱). سلنیوم از عملکرد طبیعی سیستم‌های ایمنی، تولیدمثلی و عصبی حمایت کرده و از آسیب‌های کبدی جلوگیری می‌کند. به‌علاوه این عنصر، در فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و هورمون‌های تیروئید تاثیرگذار است و اثرات از بین برنده‌ای بر باکتری‌های مضر روده دارد (Dhingra و Bansal، ۲۰۰۶؛ Pappas و همکاران، ۲۰۰۵؛ Lukaszewicz و همکاران، ۲۰۱۱). در گذشته فرم مکمل‌های تغذیه‌ای سلنیوم در طیور به‌صورت معدنی و یا اشکال آلی آن محدود می‌شد که در این میان گزارش‌هایی مبنی بر قابلیت بالاتر جذب برای مکمل آلی سلنیوم داده شده است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳). از طرفی برخی محققین در نتایج خود بیان کردند که اگر سلنیوم معدنی به‌صورت مخلوط با ویتامین E در جیره طیور استفاده شود می‌تواند اثرات مطلوبی از کاربرد سلنیوم معدنی بر عملکرد طیور به‌وجود آورد (Perez و همکاران، ۲۰۱۰). در این زمینه Koyancu و Yerlikaya (۲۰۰۷) و Fitri و همکاران (۲۰۱۲) معتقدند که مخلوط ویتامین E و سلنیوم ارتباط عملکردی بالایی در تغذیه طیور داشته و از راه‌های گوناگونی به زنده نگه‌داشتن یکدیگر در سلول کمک می‌کنند که در این رابطه ویتامین E در محافظت بر ضدپراکسیداسیون و سلنیوم برای مقابله با رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند. اخیراً با پیشرفت‌های موجود در علوم نانو تکنولوژی، فرم جدیدی از سلنیوم با روش‌های شیمیایی و زیستی تولید شده و در صنعت دام و طیور استفاده می‌شود (Peng و همکاران، ۲۰۰۹). برطبق مطالعات صورت گرفته برخی از پژوهشگران اعلام کردند که استفاده از منابع آلی و معدنی سلنیوم تاثیری بر خصوصیات عملکردی‌جوجه‌های‌گوشتی ندارند(Zelenka و Fajmonova، ۲۰۰۵). از طرفی تحقیقات بسیاری نشان دادند که استفاده از فرم نانوسلنیوم کارایی بالاتری نسبت به شکل معدنی و آلی سلنیوم در جیره طیور دارد (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۸). Shabani و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که کاربرد نانو سلنیوم در جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند افزیش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل را بهبود بخشد. هم‌چنین آن‌ها بیان کردند که به‌وسیله مکمل‌سازی خوراک طیور با نانوسلنیوم، می‌توان پرندگانی با عملکرد بالا و سیستم ایمنی قوی در برابر بیماری‌ها تولیدکرد. با توجه به متغییر بودن قدرت جذب هر یک از منابع مختلف سلنیوم، بررسی حاضر با هدف ارزیابی اثر نسبت‌های مختلف منابع سلنیومی (نانوسلنیوم، منبع آلی و معدنی) بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جمعیت باکتری‌های ایلئوم، فراسنجه‌های خونی، آنزیم‌های کبدی، فعالیت هورمونی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه نر یک‌روزه گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و ۵ تکرار (هر تکرار شامل ۱۰ پرنده) و هم‌چنین با سه منبع مختلف مکمل سلنیوم با شکل ظاهری جامد (نانوسلنیوم: ساخت شرکت خارجی US Nano با درجه‌خلوص ۹۸درصد، مت‌سلنیوم: ساخت شرکت ایرانی Vetaque با درجه خلوص ۹۸ درصد و پریمیکس E سلنیوم: ساخت شرکت ایرانی ساینس حاوی مخلوط ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E و ۳۰۰ میلی‌گرم سلنیوم معدنی در هر کیلوگرم با درجه خلوص ۶۷ درصد) در سه سطح از روز ۱۳۹۷/۲/۲۰ الی ۱۳۹۷/۳/۳۰ در شهرستان لاهیجان انجام شد. برای اضافه کردن سلنیوم به جیره، ابتدا مقدار جیره برای هر دوره محاسبه و پس از برآورد مقدار منابع سلنیومی مورد نیاز هر دوره، جیره و سلنیوم به‌خوبی باهم مخلوط شدند.تیمارهای آزمایشی شامل تیمار ۱)جیره پایه (شاهد)، تیمارهای

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

۲، ۳ و ۴) به‌ترتیب جیره پایه به‌علاوه ۰/۵، ۰/۸ و ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم، تیمارهای ۵، ۶ و ۷) به‌ترتیب جیره پایه به‌علاوه ۰/۵، ۰/۸ و ۱/۲ میلی‌گرم مت‌سلنیوم، و تیمارهای ۸، ۹ و ۱۰) به‌ترتیب جیره پایه به‌علاوه ۶۵، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و سلنیوم بودند. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تمامی تیمارها با جیره‌ای یکسان مطابق با احتیاجات غذایی توصیه‌شده توسط راس ۳۰۸ تغذیه شدند (Aviagen، ۲۰۱۴). برای تنظیم جیره‌ها از نرم‌افزار UFFDA استفاده شد.

جدول ۱: جیره غذایی مورد استفاده در آزمایش و ترکیبات مغذی آن

اجزای جیره (درصد)	آغازین (۱۰-۱ روزگی)	رشد (۲۸-۱۱ روزگی)	پایانی
ذرت	۵۴/۵	۵۸/۵	۶۲/۷
کنجاله سویا	۳۷/۵	۳۳/۵	۲۹/۵
روغن آفتابگردان	۴	۴	۴
کربنات کلسیم	۱/۲	۱/۲	۱/۱
دی-کلسیم فسفات	۱/۶	۱/۶	۱/۵
نمک	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۵
مکمل معدنی[1]	۰/۳	۰/۳	۰/۳
مکمل ویتامینی[2]	۰/۳	۰/۳	۰/۳
بیکربنات سدیم	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱
دی ال- متیونین	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۵
دی ال- لیزین	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱
آنالیز شیمیایی			
انرژی قابل متابولیسم	۳۰۱۰	۳۰۵۰	۳۱۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۱/۰۴	۱۹/۶۰	۱۸/۸۸
لیزین (درصد)	۱/۲۷	۱/۱۰	۰/۹۷
متیونین+سیستئین	۰/۹۴	۰/۸۴	۰/۷۶
متیونین (درصد)	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۳۶
آرژنین (درصد)	۱/۳۱	۱/۱۴	۱/۰۲
تریپتوفان (درصد)	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۶
ترئونین (درصد)	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۷۴
کلسیم (درصد)	۱/۰۵	۰/۹۰	۰/۸۵
فسفر قابل دسترس	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۲
سدیم (درصد)	۲۱/۰۴	۱۹/۶۰	۱۸/۱۸
کلر (درصد)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۶

[1] مخلوط مواد معدنی در یک تن جیره: منگنز: ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم، روی: ۸۵۰۰ میلی‌گرم، آهن: ۵۰۰۰ میلی‌گرم، مس: ۱۰۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم: ۱۰۰ میلی‌گرم و ید: ۱۰۰۰ میلی‌گرم. [2] مخلوط ویتامین‌ها در یک تن جیره: ویتامین A: ۹۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌الملل، ویتامین D3: ۲۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌الملل، ویتامین E: ۱۸۰۰۰ واحد بین‌الملل، ویتامین K3: ۲۰۰۰ واحد بین‌الملل، ویتامین B6: ۳۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B12: ۱۵ میلی‌گرم، تیامین: ۱۸۰۰ میلی‌گرم، ریبوفلاوین: ۶۶۰۰ میلی‌گرم، پنتوتنات: ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم، نیکوتنیک اسید: ۳۰۰۰۰ میلی‌گرم، فولیک اسید: ۱۰۰۰ میلی‌گرم و کولین کلراید: ۴۰۰۰۰۰ میلی‌گرم.

صفات مورد بررسی

عملکرد: شرایط پرورش در طول دوره ۴۲ روز (۱۳۹۷/۲/۲۰ الی ۱۳۹۷/۳/۳۰) برای همه جوجه‌ها یکسان و دسترسی به خوراک به‌صورت آزاد درنظر گرفته شد. خوراک‌های هر تکرار قبل از مصرف، وزن شده و با مشخص کردن وزن خوراک‌های باقی‌مانده در پایان هر هفته، در نهایت مقدار خوراک مصرفی هر تیمار برای پایان هر دوره محاسبه گردید. وزن‌کشی جوجه‌ها به‌صورت هفتگی انجام شد و در پایان هر دوره افزایش وزن و ضریب تبدیل تعیین گردید.

خصوصیات لاشه و تعیین جمعیت باکتری‌های ایلئوم: در پایان دوره آزمایش تعداد سه قطعه جوجه از هر تکرار به‌طور تصادفی (نزدیک به وزن میانگین) انتخاب و پس از کشتار دستگاه گوارش از لاشه خارج شد و درصد اجزای مختلف از قبیل لاشه، سینه، ران، کبد، پانکراس، چربی بطنی، دئودنوم، ژوژنوم، ایلئوم و کلون براساس وزن زنده محاسبه گردید (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۸؛ Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۳). سپس جهت شمارش تعداد باکتری‌های ایکولای، کلی‌فرم و لاکتوباسیل در شرایط کاملاً استریل نمونه محتویات روده از محل ایلئوم برداشته و در ظرف مخصوص نمونه‌گیری قرار گرفتند. در آزمایشگاه ظروف حاوی نمونه توسط ورتکس هم‌زده شدند تا باکتری‌ها از نمونه جدا شده و در محیط مایع آزاد شوند. مقدار مورد نیاز از محیط کشت پس از تهیه، در اتوکلاو استریل و پس از رسیدن دمای محیط کشت به ۵۰ درجه سانتی‌گراد مورد استفاده قرار گرفت. برای کشت باکتری‌های ای‌کولای، کلی‌فرم و لاکتوباسیل به‌ترتیب از محیط کشت‌های(EMB Agar (Merck, 101347، Shigella (Merck, ۷۶۶۷)و(Rogosa Agar (Merck,05413 استفاده شد. رقت‌های ۲-۱۰ تا ۶-۱۰ از نمونه‌ها تهیه‌شده و به‌مدت ۴۸ساعت درانکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شدندو در پایان پس از شمارش باکتری‌ها، تعداد باکتری‌ها به‌دست آمد (Khalaji و همکاران، ۲۰۱۱؛ Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۴).

فراسنجه‌های خونی، آنزیم‌های کبدی، فعالیت هورمونی (تیروئید و کورتیزول) و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون: در روز ۴۲، به‌ازای هر تکرار سه جوجه به‌طور تصادفی انتخاب و خونگیری از سیاهرگ بال آن‌ها انجام شد، سپس سرم خون برای فاکتورهای خونی، آنزیم‌های کبدی، هورمون‌های تیروئید و کورتیزول و پلاسمای خون برای شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، جدا شده و نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. در آزمایشگاه فاکتورهای خونی، آنزیم‌های کبدی، هورمون‌های تیروئید (تری یدوتیرونین و تترایدوتیرونین) و کورتیزول اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

آمینوترانسفراز (ALT) و آلکالین فسفاتاز (ALP) در نمونه‌ها با روش رنگ‌سنجی آنزیماتیک و با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون انجام شد. هم‌چنین غلظت هورمون‌های تری‌یدوتیرونین (T3) و تترایدوتیرونین (T4) سرم با استفاده از کیت شرکت پادتن گستر، توسط دستگاه الایزا ریدر (مدل ELX808، Bio-Tek) اندازه‌گیری شد. فعالیت شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در پلاسما با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون توسط دستگاه الایزا ریدر (مدل ELX800، Bio-Tek) در طول موج ۴۱۲ نانومتر برای گلوتاتیون پراکسیداز و در طول موج ۵۳۴ نانومتر برای مالون‌دی‌آلدهید اندازه‌گیری شدند.

آنالیز آماری: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت و داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و روش مدل‌های خطی عمومی (General Linear Model) آنالیز شدند و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد (P<۰/۰۵) مقایسه شدند. مدل آماری طرح به‌صورت Yij= μ+ Ai+ eij بود. در این مدل Yij: مقدار هر مشاهده برای صفت مورد مطالعه، μ: میانگین مشاهدات، Ai: اثر تیمارهای آزمایشی و eij: اثر خطای آزمایشی می‌باشند.

نتایج

جدول‌های ۲ و ۳ اثر گروه‌های آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهند. وزن بدن در تیمارهای ۲ و ۴ که حاوی مکمل نانوسلنیوم بودند، در کل دوره با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). بیش‌ترین وزن در بین تیمارها مربوط به تیمارهای حاوی نانوسلنیوم بود. مقدار افزایش وزن تیمارهای حاوی مکمل ویتامین E سلنیوم در کل دوره با شاهد کاهش معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). اگرچه در کل دوره در بین تیمارها بالاترین خوراک مصرفی مربوط به گروه حاوی نانو سلنیوم بود، اما با شاهد اختلاف معنی داری نداشت (P>۰/۰۵). در کل دوره بین گروه‌های آزمایشی کم‌ترین ضریب تبدیل مربوط به گروه سلنومتیونین بود.

جدول ۲: اثر منابع مختلف سلنیوم بر وزن بدن، افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

تیمارها	وزن بدن (گرم)	افزایش وزن بدن (گرم/روز)	خوراک مصرفی (گرم/مرغ/روز)	ضریب تبدیل
جیره پایه (شاهد)	۲۹۲۴/۰۰۰^{bc}	۲۶۲۰/۶۲۴^{bc}	۲۹۱۱/۲۲۰^{ab}	۱/۱۱۰^{dc}
جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۹۸۱/۰۰۰^{a}	۲۶۲۰/۸۹۹^{bc}	۲۹۰۸/۴۸۰^{ab}	۱/۱۰۹^{dc}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۹۴۲/۰۰۰^{ab}	۲۶۲۰/۶۲۸^{bc}	۲۹۱۲/۵۰۰^{ab}	۱/۱۱۱^{abc}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۸۸۲/۰۰۰^{c}	۲۶۳۰/۷۷۸^{ab}	۲۹۱۵/۳۶۰^{a}	۱/۱۰۹^{dc}
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۹۱۶/۰۰۰^{bc}	۲۶۳۰/۶۹۲^{ab}	۲۹۰۶/۴۸۰^{bc}	۱/۱۰۶^{de}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۹۴۴/۰۰۰^{ab}	۲۶۲۲/۱۰۶^{bc}	۲۹۰۷/۸۴۰^{abc}	۱/۱۰۶^{de}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۹۵۰/۰۰۰^{ab}	۲۶۵۰/۱۰۲^{a}	۲۹۰۸/۳۲۰^{ab}	۱/۱۰۴^{e}
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۹۲۰/۰۰۰^{bc}	۲۶۰۰/۱۳۵^{bc}	۲۹۰۰/۳۸۳^{c}	۱/۱۱۵^{ab}
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۸۹۸/۰۰۰^{bc}	۲۶۰۰/۴۰۷^{bc}	۲۹۰۷/۷۹۷^{abc}	۱/۱۱۸^{a}
جیره پایه+۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۹۰۲/۰۰۰^{bc}	۲۶۱۰/۳۱۱^{bc}	۲۹۰۶/۱۲۰^{bc}	۱/۱۱۳^{abc}
خطای استاندارد میانگین	۱۶/۱۴۰	۱۳/۱۲۲	۱۵/۱۲۸	۰/۰۲۶
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۴۵	۰/۱۷۶۴

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک تیمارهای حاوی نانوسلنیوم و مت‌سلنیوم در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). در بین گروه‌های حاوی سلنیوم و ویتامین E کاهش معنی‌دار افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک نسبت به تیمار شاهد در هر سه دوره مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به خصوصیات لاشه و اجزای حفره شکمی در جدول ۴ نشان داده شده است. براساس این نتایج اگرچه درصد لاشه، سینه و ران در جیره حاوی نانوسلنیوم با شاهد معنی‌دار نشد ولی بیش‌ترین مقدار عددی را در بین تیمارها دارا بودند. از اجزای حفره شکمی، درصد پانکراس، چربی محوطه بطنی، دئودنوم، ژوژنوم و کولون تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی حاوی نانوسلنیوم، قرار گرفتندو با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند(P<۰/۰۵).اختلاف درصد کبد در تیمار ۴ و ۸ به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین اختلاف معنی‌دار را با شاهد داشتند (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به تاثیر منابع مختلف سلنیوم بر تعداد باکتری‌های ای‌کولای، کلی‌فرم و لاکتوباسیل در نمونه محتویات ایلئوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی کشتار شده در جدول ۵ ارائه شده است.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

جدول ۳: اثر منابع مختلف سلنیوم بر افزاش وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در دوره های آغازین، رشد و پایان

تیمارها	آغازین (۱-۱۰ روزگی)			رشد (۱۱-۲۸ روزگی)			پایانی (۲۹-۴۲ روزگی)		
	افزایش وزن بدن(گرم/روز)	خوراک مصرفی (گرم/مرغ/روز)	ضریب تبدیل	افزایش وزن بدن(گرم/روز)	خوراک مصرفی (گرم/مرغ/روز)	ضریب تبدیل	افزایش وزن بدن (گرم/روز)	خوراک مصرفی (گرم/مرغ/روز)	ضریب تبدیل
جیره پایه (شاهد)	۲۵۰/۴۴۰^{a}	۳۰۰/۲۴۰^{a}	۱/۱۹۱^{ab}	۶۲۰/۶۴۰^{a}	۹۲۰/۶۲۰^{a}	۱/۴۷۸۸^{a}	۷۷۰/۶۸۰^{abc}	۱۶۹۰/۳۶۰^{c}	۲/۱۸۱^{b}
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۵۰/۰۸۰^{a}	۲۹۰/۵۴۰^{abc}	۱/۱۴۱^{ab}	۶۲۰/۱۶۰^{a}	۹۲۰/۷۲۰^{a}	۱/۴۹۲۰^{a}	۷۵۰/۸۴۰^{cd}	۱۶۹۰/۲۲۰^{c}	۲/۲۳۱^{ab}
جیره پایه+ ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۵۰/۷۶۰^{a}	۲۹۰/۸۰۰^{ab}	۱/۱۶۰۸^{ab}	۶۲۰/۲۴۰^{a}	۹۱۰/۱۰۰^{a}	۱/۴۶۳^{a}	۷۷۰/۳۸۰^{abc}	۱۶۹۰/۶۰۰^{bc}	۲/۲۳۳^{ab}
جیره پایه+ ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۵۰/۹۸۰^{a}	۲۹۰/۸۸۰^{ab}	۱/۱۵۱^{ab}	۶۲۰/۹۰۰^{a}	۹۱۰/۹۲۰^{a}	۱/۴۶۱^{a}	۷۶۰/۳۶۰^{bcd}	۱۶۹۰/۵۶۰^{bc}	۲/۲۲۰^{b}
جیره پایه+۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۵۰/۱۶۰^{a}	۲۹۰/۴۰۰^{abcd}	۱/۱۷۰^{ab}	۶۱۰/۳۶۰^{a}	۹۲۰/۷۶۰^{a}	۱/۵۱۲^{a}	۷۷۰/۱۸۰^{abc}	۱۷۰۰/۹۰۰^{abc}	۲/۲۱۴^{b}
جیره پایه+۰/۸میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۴۰/۸۶۰^{a}	۳۰۰/۶۰۰^{a}	۱/۲۳۴^{a}	۶۱۰/۷۰۰^{a}	۷۹۰/۹۲۰^{a}	۱/۵۳۴^{a}	۷۸۰/۴۹۴^{ab}	۱۷۰۰/۳۲۰^{abc}	۲/۱۷۰^{b}
جیره پایه+۱/۲میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۴۰/۳۴۰^{a}	۲۹۰/۹۸۰^{ab}	۱/۲۳۲^{a}	۶۲۰/۳۸۰^{a}	۹۱۰/۶۲۰^{a}	۱/۴۶۹^{a}	۷۷۰/۱۶۰^{abc}	۱۷۰۰/۷۲۰^{abc}	۲/۲۱۲^{b}
جیره‌پایه+۸۰میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۴۰/۷۸۰^{a}	۲۸۰/۸۲۰^{bcd}	۱/۱۶۵^{ab}	۵۹۰/۳۶۰^{b}	۹۱۰/۰۶۰^{a}	۱/۲۹۶^{b}	۷۴۰/۱۴۰^{d}	۱۶۵۰/۵۰۰^{d}	۲/۲۳۳^{ab}
جیره‌پایه+۹۰میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۴۰/۷۲۰^{a}	۲۸۰/۵۵۰^{abc}	۱/۱۹۸^{ab}	۵۹۰/۰۰۰^{bc}	۹۲۰/۷۰۰^{a}	۱/۵۷۱^{a}	۷۴۰/۶۲۰^{d}	۱۷۰۰/۵۴۰^{abc}	۲/۲۸۵^{b}
جیره‌پایه+۱۰۰میلی‌گرم(E+سلنیوم)	۲۵۰/۰۰۰^{a}	۲۸۰/۳۴۰^{d}	۱/۱۳۴^{b}	۵۷۰/۸۲۰^{c}	۹۱۰/۳۶۰^{a}	۱/۵۸۱^{a}	۷۹۰/۴۸۰^{a}	۱۷۳۰/۴۲۰^{a}	۲/۱۸۲^{b}
خطای استاندارد میانگین	۰/۵۵۷	۰/۳۷۷	۰/۰۲۸	۰/۴۸۹	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸۴	۰/۷۶۹	۰/۹۷۰	۰/۰۱۹۴
سطح معنی‌داری	۰/۶۲۲۹	۰/۰۰۱۴	۰/۱۷۶۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۸۴

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۴: اثر منابع مختلف سلنیوم بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (درصد براساس وزن زنده)

تیمارها	لاشه (درصد)	سینه (درصد)	ران (درصد)	کبد (درصد)	لوزلمعده (درصد)	چربی بطنی (درصد)
جیره پایه (شاهد)	۷۹/۸۰۵^{a}	۲/۵۲۲^{a}	۲۶/۳۴۹^{a}	۲/۵۷۶^{b}	۱/۸۲۷^{a}	۷/۳۷۰^{a}
جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۷۷/۵۸۵^{a}	۲/۷۵۷^{a}	۲۷/۳۶۷^{a}	۲/۵۵۱^{b}	۱/۲۶۴^{c}	۶/۸۳۳^{a}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۸۰/۰۱۸^{a}	۲/۸۶۶^{a}	۲۶/۸۷۷^{a}	۲/۴۰۵^{b}	۱/۳۴۱^{bc}	۶/۷۴۱^{b}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۸۰/۸۳۰^{a}	۲/۵۶۵^{a}	۲۷/۶۸۲^{a}	۱/۰۹۳^{c}	۱/۰۱۸^{c}	۶/۷۴۳^{b}
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۷۸/۴۰۷^{a}	۲/۶۱۳^{a}	۲۶/۴۷۵^{a}	۲/۸۱۲^{ab}	۱/۷۲۳^{ab}	۷/۲۲۶^{a}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۷۷/۷۸۷^{a}	۲/۷۳۶^{a}	۲۵/۸۳۷^{a}	۲/۵۹۸^{b}	۱/۴۳۲^{abc}	۷/۰۵۹^{a}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۸۰/۴۹۴^{a}	۲/۵۰۳^{a}	۲۶/۲۳۵^{a}	۲/۵۸۷^{b}	۱/۷۲۴^{ab}	۷/۰۹۸^{a}
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۷۰/۸۹۳^{a}	۲/۴۳۲^{a}	۲۵/۶۲۶^{a}	۳/۱۴۵^{a}	۱/۷۲۴^{ab}	۷/۴۳۸^{a}
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۷۷/۲۵۳^{a}	۲/۴۹۶^{a}	۲۶/۸۳۳^{a}	۲/۸۳۳^{ab}	۱/۷۲۹^{ab}	۷/۴۸۱^{a}
جیره پایه + ۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۷۵/۳۳۳^{ab}	۲/۷۱۷^{a}	۲۶/۰۴۳^{a}	۲/۷۴۶^{ab}	۱/۴۱۲^{abc}	۷/۳۷۰^{a}
خطای استاندارد میانگین	۱/۶۸۲	۰/۱۳۶	۰/۹۸۵	۰/۱۵۸	۰/۱۳۵	۰/۲۵۳
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۶	۰/۴۰۸	۰/۹۰۰	۰/۹۲۳	۰/۰۰۱	۰/۳۳۹
تیمارها	**دودنوم (درصد)**	**ژوژنوم (درصد)**	**ایلئوم (درصد)**	**کولون (درصد)**		
جیره پایه (شاهد)	۰/۳۲۸^{c}	۰/۳۷۰^{b}	۰/۳۹۴^{a}	۰/۳۶۶^{d}		
جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۰/۵۱۴^{ab}	۰/۴۷۴^{ab}	۰/۶۰۶^{a}	۰/۵۷۴^{a}		
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۰/۵۳۰^{a}	۰/۴۱۶^{b}	۰/۵۸۶^{a}	۰/۵۰۸^{abc}		
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۰/۵۵۸^{a}	۰/۵۵۰^{a}	۰/۴۷۶^{a}	۰/۵۶۲^{ab}		
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۰/۴۲۰^{abc}	۰/۳۳۰^{b}	۰/۵۹۶^{a}	۰/۴۲۸^{bcd}		
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۰/۴۱۳^{abc}	۰/۳۶۸^{b}	۰/۵۸۴^{a}	۰/۳۸۴^{dc}		
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۰/۴۲۹^{abc}	۰/۳۷۰^{b}	۰/۶۳۶^{a}	۰/۴۵۶^{abcd}		
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۰/۳۵۳^{c}	۰/۳۸۸^{b}	۰/۴۸۸^{a}	۰/۳۹۶^{dc}		
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۰/۳۴۱^{c}	۰/۳۸۴^{b}	۰/۵۷۸^{a}	۰/۴۲۸^{bcd}		
جیره پایه + ۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۰/۳۷۷^{bc}	۰/۳۴۲^{b}	۰/۵۸۴^{a}	۰/۴۳۶**^{bcd}**		
خطای استاندارد میانگین	۰/۰۴۵	۰/۰۴۳	۰/۰۷۲	۰/۰۴۲		
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۴	۰/۰۳۳	۰/۴۰۵	۰/۰۰۹		

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

نتایج نشان داد که کاربرد سطوح مختلف سلنیوم معدنی (ویتامین E سلنیوم) به‌طور معنی‌داری باکتری‌های ای‌کولای و لاکتوباسیل موجود در ایلئوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی را در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب افزایش و کاهش داد (P<۰/۰۵). هم‌چنین سطوح مختلف نانوسلنیوم و سلنیوم آلی (متسلنیوم) در جیره باعث کاهش اختلاف معنی‌داری بر روی تعداد کلی فرم موجود در نمونه محتویات ایلئوم روده کوچک نسبت به شاهد گردید (P<۰/۰۵). جدول ۶ اثر گروه‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در روز ۴۲ را نشان می‌دهد. غلظت کلسترول در تیمارهای حاوی نانوسلنیوم، کاهش معنی‌داری را با شاهد داشت (P<۰/۰۵). غلظت تری‌گلیسرید در تیمارهای حاوی نانوسلنیوم و مت‌سلنیوم با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). در تیمارهای ۳ و ۴ برای غلظت LDL با شاهد، اختلاف معنی‌داری دیده شد (P<۰/۰۵). هم‌چنین غلظت‌های HDL در تیمار ۴ و پروتئین کل در تیمارهای ۳ و ۴ افزایش معنی‌داری را با شاهد داشتند (P<۰/۰۵).

جدول ۵: اثر منابع مختلف سلنیوم بر جمعیت باکتری‌های ایلئوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

تیمارها	اشریشیاکلی (واحد تشکیل کلنی)	کلیفرم (واحد تشکیل کلنی)	لاکتوباسیل (واحد تشکیل کلنی)
جیره پایه (شاهد)	۸/۲۶۰^{de}	۹/۰۶۰^{ab}	۹/۲۳۰^{ab}
جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۸/۱۰۰^{e}	۸/۴۶۰^{ef}	۹/۱۳۰^{abc}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۸/۱۷۵ ^{e}	۸/۴۶۰ ^{ef}	۹/۱۶۵^{abc}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۸/۲۰۰^{e}	۸/۳۷۵^{f}	۹/۲۵۵^{a}
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۸/۴۳۰^{cd}	۸/۷۷۰^{d}	۹/۰۳۴^{bc}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۸/۲۲۰ ^{e}	۸/۵۴۰^{e}	۹/۰۳۵^{bc}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۸/۴۳۰ ^{cd}	۸/۵۵۰^{e}	۹/۰۹۰^{abc}
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۸/۶۷۵ ^{b}	۹/۱۹۰^{a}	۸/۸۱۵^{d}
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۸/۸۵۵ ^{a}	۸/۹۷۵^{bc}	۸/۲۹۰^{e}
جیره پایه + ۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۸/۹۶۵ ^{a}	۹/۱۹۰^{a}	۸/۱۸۱^{d}
خطای استاندارد میانگین	۰/۰۵۰	۰/۰۶۰	۰/۰۶۱
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۶: اثر منابع مختلف سلنیوم بر فاکتورهای خونی جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

تیمارها	گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	کلسترول (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	نسبت لیپوپروتئین با چگالی بالا به لیپوپروتئین با چگالی کم	پروتئین کل (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
جیره پایه (شاهد)	۲۳۳/۰۰۰^{ab}	۱۵۱/۶۰۰^{a}	۱۴۸/۰۰۰^{a}	۶۹/۶۶۷^{b}	۴۵/۰۶۷^{a}	۰/۴۰۰^{abcd}	۲/۶۰۰^{c}
جیره پایه+۰/۵میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۲۶/۰۰۰^{ab}	۱۲۵/۰۰۰^{bc}	۵۵/۰۰۰^{d}	۸۴/۰۰۰^{ab}	۳۰/۴۰۰^{abc}	۰/۳۸۰^{abcd}	۳/۱۳۰^{abc}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۲۶/۶۷۰^{ab}	۱۳۱/۰۰۰^{b}	۸۳/۰۰۰^{c}	۸۸/۶۶۷^{a}	۲۶/۴۶۷^{bc}	۰/۲۲۰^{cd}	۳/۴۳۳^{ab}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۲۳۰/۰۰۰^{ab}	۱۱۵/۰۰۰^{c}	۸۲/۲۰۰^{c}	۹۰/۰۰۰^{a}	۱۹/۲۶۷^{c}	۰/۲۲۰^{d}	۳/۵۰۰^{a}
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۳۳/۰۰۰^{ab}	۱۴۸/۰۰۰^{a}	۹۲/۲۰۰^{c}	۷۵/۰۰۰^{ab}	۳۹/۳۳۰^{ab}	۰/۵۲۰^{ab}	۲/۶۳۳^{c}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۲۳۹/۳۳۰^{ab}	۱۴۶/۶۰۰^{a}	۱۲۲/۰۰۰^{b}	۸۱/۳۳۳^{ab}	۱۳/۱۳۰^{abc}	۰/۳۴۰^{bcd}	۲/۷۳۳^{c}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۱۹۲/۶۷۰^{b}	۱۴۳/۶۰۰^{a}	۹۶/۴۰۰^{c}	۸۲/۳۳۳^{ab}	۴۰/۳۳۰^{ab}	۰/۴۵۰^{abc}	۲/۸۰۰^{bc}
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۴۱/۰۰۰^{a}	۱۴۶/۶۰۰^{a}	۱۴۵/۴۰۰^{a}	۷۸/۰۰۰^{ab}	۳۱/۹۳۰^{abc}	۰/۵۸۰^{a}	۲/۶۰۰^{c}
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۵۱/۰۰۰^{a}	۱۴۵/۸۰۰^{a}	۱۴۳/۲۰۰^{a}	۷۹/۳۳۳^{ab}	۳۴/۱۳۰^{abc}	۰/۴۸۰^{abc}	۲/۹۶۶^{abc}
جیره پایه+۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۴۳/۶۷۰^{a}	۱۵۳/۶۰۰^{a}	۱۵۰/۸۰۰^{a}	۷۹/۰۰۰^{ab}	۳۸/۸۰۰^{ab}	۰/۵۰۰^{abc}	۲/۷۶۶^{bc}
خطای استاندارد میانگین	۱۴/۱۲۹	۴/۰۹۴	۵/۴۹۲	۵/۸۵۵	۵/۰۲۹	۰/۰۶۱	۰/۲۱۲
سطح معنی‌داری	۰/۳۲۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۴۲۴	۰/۰۶۲۸	۰/۰۱۶۸	۰/۰۴۳۱

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۷ اثر گروه‌های آزمایشی بر غلظت آنزیم‌های کبدی سرم جوجه‌های گوشتی در روز ۴۲ را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که غلظت آنزیم AST در گروه حاوی نانوسلنیوم با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). هم‌چنین اختلاف غلظت آنزیم ALP در گروه‌های

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

نانوسلنیوم و مت‌سلنیوم با شاهد کاهش معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). جدول ۸ اثر سطوح مختلف نانوسلنیوم، مت‌سلنیوم و ویتامین E+سلنیوم در جیره بر هورمون‌های اندازه‌گیری شده جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی را نشان می‌دهد. مقدار هورمون‌های T3، T4 و نسبت T4 به T3 در پایان دوره تحت تاثیر معنی‌دار سطح ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم به‌کار رفته در جیره جوجه‌های گوشتی نسبت به شاهد، قرار گرفت (P<۰/۰۵). هم‌چنین کاربرد سطوح مختلف منابع سلنیومی در جیره، نتوانست اختلاف معنی‌داری را بر روی غلظت کورتیزول جوجه‌های گوشتی در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد کند (P>۰/۰۵). نتایج بررسی آماری تاثیر منابع مختلف سلنیوم جیره بر میزان فعالیت آنزیم‌های مالون‌دی‌آلدهید و گلوتاتیون پر اکسیداز پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی در جدول ۹ نشان داده شده است. جیره‌های حاوی تمام منابع سلنیومی غلظت مالون‌دی‌آلدهید خون جوجه‌ها را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش دادند(P<۰/۰۵).این کاهش در جیره‌های حاوی منابع نانوسلنیوم و سلنیوم آلی نسبت به منبع حاوی ویتامین E+سلنیوم معدنی کم‌تر مقدار بود. هم‌چنین برطبق نتایج غلظت گلوتاتیون پراکسیداز خون جوجه‌های گوشتی در جیره‌های حاوی ۰/۸ و ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم افزایش معنی‌داری را با شاهد نشان دادند اما در مقابل غلظت گلوتاتیون پراکسیداز خون جوجه‌های گوشتی در جیره‌های حاوی ۹ و ۱۰ میلی‌گرم ویتامین E + سلنیوم معدنی کاهش معنی‌داری را نسبت به شاهد بر جای گذاشتند (P<۰/۰۵).

جدول ۷: اثر منابع مختلف سلنیوم بر آنزیم‌های کبدی جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

تیمارها	آسپارتات آمینوترانسفراز (واحد/لیتر)	آلانین ترانسفراز (واحد/لیتر)	آلکالین فسفاتاز (واحد/لیتر)
جیره پایه (شاهد)	۲۴۱/۶۷۰^{ab}	۵/۳۳۰^{abc}	۲۴۴۸۴^{ab}
جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۱۶۶/۶۷۰^{c}	۴/۰۰۰^{bc}	۱۱۸۰۰^{d}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۱۶۹/۳۳۰^{c}	۳/۶۶۰^{c}	۱۱۸۳۴^{d}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۱۷۶/۰۰۰^{c}	۳/۶۶۰^{c}	۱۲۰۰۰^{d}
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۱۷۵/۳۳۰^{c}	۵/۰۰۰^{abc}	۱۹۰۸۸^{c}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۱۷۹/۶۷۰^{c}	۵/۳۳۰^{abc}	۱۸۶۴۲^{c}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۱۸۱/۰۰۰^{c}	۵/۳۳۰^{abc}	۱۴۲۲۶^{d}
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۱۹۲/۶۷۰^{bc}	۶/۶۶۶^{a}	۲۴۶۰۲^{ab}
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲۷۴/۶۷۰^{a}	۵/۳۳۰^{abc}	۲۴۶۰۰^{ab}
جیره پایه + ۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۱۹۱/۳۳۰^{bc}	۶/۰۰۰^{ab}	۲۶۰۵۸^{a}
خطای استاندارد میانگین	۱۸/۰۰	۰/۶۴۱	۷۹۶۴/۶
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۵۹	۰/۰۵۱۹	۰/۰۸۸۶

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۸: اثر منابع مختلف سلنیوم بر فعالیت هورمونی بدن جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

تیمارها	تری یدوتیرونین (نانومول/لیتر)	تیروکسین (نانومول/لیتر)	نسبت تیروکسین به تری یدوتیرونین	کورتیزول (نانومول/لیتر)
جیره پایه (شاهد)	۰/۸۴۳^{b}	۰/۹۳۳^{a}	۱/۱۰۶^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۰/۸۴۳^{b}	۰/۸۸۳^{a}	۱/۰۴۷^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۰/۸۷۶^{b}	۰/۸۹۳^{a}	۱/۰۱۸^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۱/۳۰۰^{a}	۰/۷۱۳^{b}	۰/۵۴۸^{b}	۰/۱۰۰^{a}
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۰/۸۱۰^{b}	۰/۹۱۰^{a}	۱/۱۲۳^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۰/۸۱۳^{b}	۰/۹۱۰^{a}	۱/۱۱۸^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۰/۸۲۰^{b}	۰/۹۱۰^{a}	۱/۱۱۰^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۰/۶۷۶^{b}	۰/۹۱۱^{a}	۱/۳۴۶^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۰/۶۵۰^{b}	۰/۹۱۰^{a}	۱/۴۰۰^{a}	۰/۱۶۰^{a}
جیره پایه + ۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۰/۶۶۳^{b}	۰/۹۳۸^{a}	۱/۴۱۰^{a}	۰/۱۶۰^{a}
خطای استاندارد میانگین	۰/۳۴۳	۰/۳۴۳	۰/۱۷۶	۰/۰۰۰
سطح معنی‌داری	۰/۰۲۵۱	۰/۴۷۷	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

جدول ۹: اثر منابع مختلف سلنیوم بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

تیمارها	مالون دی آلدهید (میکرومول /لیتر)	گلوتاتیون پراکسیداز (میکرومول /لیتر)
جیره پایه (شاهد)	۲/ ۲۱۳^{a}	۸۴/۳۳۳^{b}
جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۱/۳۰۰^{cd}	۸۷/۳۳۳^{b}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۱/۳۲۳^{cd}	۱۱۹/۰۰۰^{a}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم	۱/۲۳۳^{d}	۱۳۷/۶۶۷^{a}
جیره پایه + ۰/۵میلی‌گرم مت سلنیوم	۱/۵۵۳^{bc}	۸۷/۳۳۳^{b}
جیره پایه + ۰/۸ میلی‌گرم مت سلنیوم	۱/۳۳۳^{cd}	۷۷/۶۶۷^{bc}
جیره پایه + ۱/۲ میلی‌گرم مت سلنیوم	۱/۳۳۰^{cd}	۷۷/۶۶۷^{bc}
جیره پایه + ۸۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۲/۱۹۸^{a}	۷۷/۶۶۷^{bc}
جیره پایه + ۹۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۱/۸۲۱^{b}	۶۱/۰۰۰^{dc}
جیره پایه + ۱۰۰ میلی‌گرم (E+سلنیوم)	۱/۵۹۶^{c}	۵۱/۰۰۰^{d}
خطای استاندارد میانگین	۰/۱۰۸	۶/۵۳
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

بحث

مطالعات گذشته نشان داده است که ترکیبات سلنیوم به‌مقدار ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در جیره می‌تواند نقش مثبتی در رشد وزن جوجه‌های گوشتی و شاخص تولید داشته باشد(Zamani-Moghaddam و همکاران، ۲۰۱۷). در تحقیقات مختلف گزارش شده است که استفاده از نانوسلنیوم در خوراک جوجه‌های گوشتی موجب بهبود عملکرد رشد می‌شود، به‌گونه‌ای که با مصرف نانوسلنیوم افزایش بیش‌تری در وزن روزانه بدن و وزن نهایی بدن جوجه‌ها مشاهده شده است. مکانیسم‌های احتمالی تاثیرات مثبت نانوسلنیوم بر عملکرد می‌تواند ناشی از افزایش انرژی متابولیکی خوراک و افزایش جمعیت میکروبی مفید دستگاه گوارش (عامل موثر بر سلامتی و رشد جوجه‌های گوشتی) باشد (Stolz و همکاران، ۲۰۰۶). در آزمایشات Edens و همکاران (۲۰۰۰) بیان شده است که مصرف خوراک و افزایش وزن در تیمارهای حاوی ویتامین E و سلنیوم در مقایسه با شاهد کم‌تر بود که با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد. برطبق گزارشات Edens و همکاران(۲۰۰۰)و Ryu و همکاران(۲۰۰۵) ویتامین E سلنیوم در جیره جوجه‌های گوشتی به‌دلیل کاهش خوشخوراکی جیره باعث کاهش مصرف خوراک و کاهش وزن می‌شود. هم‌چنین Naylor و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که مکمل ویتامین E سلنیوم به‌مقدار ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در جیره جوجه‌های گوشتی به‌دلیل کاهش مصرف خوراک و کاهش وزن، ضریب تبدیل خوراک را بهبود می‌بخشد. در نتایج محققین به‌خوبی مشخص شده است که قابلیت هضم پروتئین و جذب اسیدهای آمینه در اثر وجود رادیکال‌های آزاد تولید شده در بدن، کاهش می‌یابد و اسیدهای آمینه ضروری (لیزین و آرژنین) که برای رشد ماهیچه‌ها (به ویژه ماهیچه سینه) لازم است، تأمین نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت که وجود نانوسلنیوم به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان با قدرت جذب بالا باعث کاهش خطرات رادیکال‌های آزاد شده و با تاثیر مثبت بر سوخت و ساز جوجه‌ها، موجب رشد بهتر لاشه ناشی از افزایش وزن نسبی سینه و ران‌ها می‌شود (Payne و Southerm، ۲۰۰۶). همان‌طورکه در نتایج دیده شد وزن کبد، پانکراس و چربی محوطه بطنی در جوجه‌های دریافت کننده مکمل نانوسلنیوم کاهش بیش‌تری داشتند. کاهش وزن کبد، پانکراس و چربی محوطه بطنی در جوجه‌هایی که مکمل نانوسلنیوم دریافت کرده بودند را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی و جذب قویتر منبع نانوسلنیوم در بدن در جلوگیری از اثرات مضر رادیکال‌های آزاد و هم‌چنین کاهش تری‌گلیسرید و سنتز اسیدچرب نسبت داد (Heindl و همکاران، ۲۰۱۰؛ Lin و همکاران، ۲۰۰۶). گزارشات نشان می‌دهد که سنتز اسیدهای چرب در کبد باعث هایپرتروفی و افزایش وزن کبدشده وذخیره‌سازی‌انرژی‌به‌صورت چربی حفره شکمی را افزایش می‌دهد. افزایش سنتز اسید چرب در کبد رابطه مستقیمی با مقدار تری‌گلیسرید داشته و از آن‌جایی‌که سلنیوم باعث کاهش تری‌گلیسرید می‌شود بنابراین فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز کاهش یافته و نیز سنتز اسید چرب در کبد کاهش می‌یابد. هم‌چنین هرچه سنتز اسید چرب بیش‌تر باشد کارکرد پانکراس بیش‌تر بوده که در نتیجه موجب فیبری‌شدن و افزایش وزن آن می‌گردد (Cantor و همکاران، ۱۹۸۲). نتایج به‌دست آمده از این مطالعه نشان داد که افزودن نانوسلنیوم به جیره جوجه‌های گوشی باعث افزایش وزن روده‌ها شده است که با نتایج Kasaikina و همکاران

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

(۲۰۱۱) مطابقت دارد. آن‌ها در آزمایشات خود بیان کردند که کاربرد نانوسلنیوم افزایش معنی‌دار رشد پرزها و لامینا پروپریا روده را موجب می‌شود که این باعث افزایش وزن روده‌ها نیز می‌گردد (Kasaikina و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از سلنیوم به‌مقدار ۲/۲۵ میکروگرم بر گرم جیره می‌تواند بر تعداد باکتری‌های روده تاثیر بگذارد. البته اثر سمی سلنیوم بر روی باکتری‌ها بسته به نوع منبع سلنیوم موجود در جیره دارد (Marina و همکاران، ۲۰۱۱). در نتایج آزمایشات Zhihua و همکاران (۲۰۱۱) و Yang و همکاران (۲۰۰۹) دیده شد که استفاده از نانوسلنیوم و متسلنیوم جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم را کاهش می‌دهند. هم‌چنین آن‌ها بیان کردند که در زمان استفاده از منبع معدنی سلنیوم در جیره، کاهش جمعیت لاکتوباسیل سبب افزایش جمعیت ای‌کولای در روده جوجه‌های گوشتی در مقایسه با گروه‌های دریافت کننده نانوسلنیوم و سلنیوم آلی می‌گردد. زمانی که نانوسلنیوم یا سلنیوم آلی به‌مقدار ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در جیره استفاده می‌شود، این ترکیبات به‌سرعت درون باکتری‌های مضر نفوذ می‌کنند و باعث از بین رفتن باکتری‌های مضر می‌شود و از سوی دیگر باعث تاثیر بر فلور میکروبی مفید هم می‌شوند (Utter back و همکاران، ۲۰۰۵). به‌نظر می‌رسد که باکتری‌های مفید از قبیل لاکتوباسیل‌ها می‌توانند از طریق حذف رقابتی، تعداد باکتری‌های مضر همانند ای‌کولای را در روده کاهش دهند. در واقع اندازه ذرات نانوسلنیوم و قابلیت زیستی بهتر سلنیوم آلی، باعث سمیت کم‌تر و خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری شده و در نتیجه افزایش ایمنی محیط زیست داخلی دستگاه گوارش سبب بهبود فلور میکروبی خواهدشد(Phong و Thomas، ۲۰۱۱).محققان در آزمایشات خود بیان کردند که استفاده از سلنیوم معدنی در جیره جوجه‌های گوشتی، باعث ایجاد التهاب دستگاه گوارش شده و محیط نامناسب موجود سبب افزایش فعالیت باکتری‌های مضر و کاهش میکرواورگانیسم‌های مفید در روده کوچک می‌گردد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد (سهیرات طرفی و همکاران، ۱۳۹۵). برطبق نتایج ، اثرات نانوسلنیوم بر فاکتورهای خونی نسبت به دو گروه دیگر بهتر بود. در این‌خصوص Dhingra و Bansal (۲۰۰۶) نشان دادند که استفاده ۱ میلی‌گرم از سلنیوم در جیره غذایی موش‌ها غلظت کلسترول و LDL سرم خون را کاهش و غلظت HDL را افزایش داد که با نتایج آزمایش حاضر یکسان می‌باشد. برطبق گزارشات Tanaka و همکاران (۲۰۰۱) این نتیجه به‌دست آمد که کمبود سلنیوم در جیره غذایی موش‌ها باعث افزایش کلسترول خون شده و استفاده از نانوسلنیوم سبب کاهش غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL و افزایش غلظت HDL سرم خون می‌شود. در گزارش آزمایشات Ahmadipour و همکاران (۲۰۱۵) این نتیجه اعلام شد که سلنیوم در جیره به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان، می‌تواند با افزایش جذب تری‌گلیسرید و کاهش فعالیت آنزیم تری‌استیل گلیسرول لیپاز سبب کاهش غلظت تری‌گلیسرید خون شود که این کاهش بستگی به نوع من منبع سلنیوم در جیره دارد. از آن‌جایی‌که نانو سلنیوم و منابع آلی سلنیومی قدرت جذب بالاتری نسبت به منابع معدنی دارند بنابراین کاهش تری‌گلیسرید بیش‌تری را باعث می‌شوند که با نتایج مطالعه حاضر یکسان می‌باشد. محقیقن گزارش کردند که نانوسلنیوم به‌دلیل کارایی بالاتر منجر به افزایش بیش‌تر میزان گلوتاتیون پراکسیداز و HDL-C پلاسما شده که موجب کاهش تشکیل اجسام پلاکتی و بهبود اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌شود. کمبود سلنیوم باعث تولید LDL-C اکسید، می‌شود که آنزیم سنتز کننده گلوتاتیون را از طریق افزایش گاما گلوتامیل سیستئین سنتتاز محدود کرده و با سرعت بالایی گلوتاتیون را از بین خواهد برد. LDL-C اکسید شده باعث افزایش لیپید هیدروپراکسیدها و تولید آلدئید می‌شود که سبب صدمه به لیپیدها می‌گردد. LDL-C منجر به افزایش گاما گلوتامیل سیستئین سنتتاز شده و در نتیجه میزان غلظت گلوتاتیون افزایش یافته و سبب فعال‌سازی فرایند گلوتاتیون اکسیداز می‌شود (Shen و Sevanian، ۲۰۰۱). در نتایج Dhingra و Bansal (۲۰۰۶) بیان شد که غلظت سلنیوم خون ارتباط مستقیمی با بیان گیرنده‌های LDL-C دارد به‌طوری‌که، تغذیه موش‌ها با جیره‌های با مقدار سلنیوم کافی و قدرت جذب بالا باعث افزایش فعالیت گیرنده‌های LDL-C و mRNAهای مربوطه شده که در نتیجه موجب کاهش کلسترول و LDL-C می‌شود. همان‌طورکه در نتایج دیده شد غلظت پروتئین کل سرم در پرندگانی که از غلظت‌های نانوسلنیوم بالای ۰/۵ میلی‌گرم استفاده کرده بودند، بیش‌تر بود. در این زمینه Mallah و همکاران (۲۰۱۱) این گونه تفسیر کردند که سلنیوم به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان فرایند اکسیداسیون سلولی را کاهش می‌دهد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد نانوسلنیوم به‌دلیل قابلیت دسترسی بهتر و با کاهش اکسیداسیون سلولی بیش‌تر، افزایش مقادیر پروتئین کل را موجب شده باشد. برطبق نتایج حاضر استفاده از نانوسلنیوم منجر به کاهش بیش‌تر آنزیم‌های آسپارتات آمینو ترانسفراز و آلکالین فسفاتاز در نمونه سرم جوجه‌های گوشتی شد. از نظر متابولیکی کبد اندام اصلی بدن بوده که دارای نقش حفاظتی سایر اندام‌های بدن در مقابل مواد سمی می‌باشد. این ارگان نسبت به رادیکال‌های آزاد و آسیب‌های اکسیداتیو بسیار حساس می‌باشد (Mos، ۱۹۸۲). افزایش آنزیم‌های کبدی تاییدکننده آسیب کبدی می‌باشد. در نتایج تحقیقات Chun و همکاران (۲۰۰۹) نشان داده شده است که افزایش آنزیم‌های کبدی می‌تواند با پراکسیداسیون چربی‌ها و آزاد شدن رادیکال‌های آزاد در بدن در ارتباط باشد. در آزمایشات Lin و همکاران (۲۰۰۶) اعلام شد که سلنیوم موجود در

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

جیره جوجه‌های گوشتی موجب ابقاء بیش‌تر ویتامین E در پلاسما شده و از شکل‌گیری هیدروپراکسیداز اسیدهای چرب ممانعت می‌کند که‌در نتیجه کاهش غلظت پراکسید یا محصولات تولیدکننده پراکسید در بافت‌ها را باعث می‌گردد. در نتایج Cai و همکاران (۲۰۱۲) اعلام شده است که اگرچه منبع سلنیوم آلی موجود در جیره می‌تواند باعث کاهش آنزیم‌های کبدی گردد ولی نانوسلنیوم براساس تکنولوژی نانو، سمیت کم‌تر و تاثیر بیوشیمیایی بیش‌تری نسبت به سایر منابع سلنیومی داشته و در نتیجه عملکرد و تاثیر آن بر کبد بهبود بیش‌تری را به‌دنبال دارد. همان‌طوری‌که در نتایج دیده شد تیمار دریافت‌کننده ۱/۲ میلی‌گرم مکمل نانوسلنیوم نسبت به تیمار شاهد، غلظت بالاتری از لحاظ T3 و غلظت کم‌تری از لحاظ T4 و نسبت T4 به T3 داشتند. مشابه با نتایج تحقیق حاضر، Edens(۲۰۰۱) گزارش دادند در پرندگانی که سلنیوم را به‌صورت نانو دریافت کرده‌بودند، افزایش قابل ملاحظه‌ای در غلظت T3 و کاهش در T4 دیده شد. سلنیوم نه تنها نقش خود را در ارتباط با فعالیت پراکسیدازها در حفاظت از غده تیروئید و سنتز هورمون‌های تیروئید، ایفا می‌کند، بلکه با فعالیت دیودینازها که سلنوآنزیم‌های مرتبط با تبدیل T4 به شکل فعال متابولیکی آن یعنی T3، در ارتباط می‌باشد (Abd ElGhany Hefnawy و Tortora-Perez، ۲۰۱۰). بنابراین می‌توان دریافت که مکمل نانوسلنیوم به‌دلیل پتانسیل بالا برای تبدیل بیش‌تر T4 به T3 سرم موثرتر می‌باشد. در مطالعات محققین دیده شد که اثر منابع نانوسلنیوم و سلنیوم آلی به‌مقدار ۳ درصد در جیره بر مالون‌دی‌آلدهید و گلوتاتیون پراکسیداز نسبت به منبع ویتامین E + سلنیوم معدنی بهتر می‌باشد که مشابه با نتایج آزماش حاصل است (Saleh، ۲۰۱۴؛ Altan و همکاران، ۲۰۰۳). گلوتاتیون پراکسیداز از سلنوآنزیم‌های اصلی هستند که به‌واسطه دارا بودن سلنیوم و اثرات قوی آنتی‌اکسیدانی موجب کاهش هیدروژن پراکسیداز و لیپید پراکسیداز شده و آن‌ها را به فرم هیدروکسیداز غیر مضر تبدیل می‌کند (Arthur و همکاران، ۲۰۰۳). هم‌چنین مالون‌دی آلدهید یکی از محصولات فرایندهای اکسیداتیو می‌باشد که ارتباط مستقیمی با آسیب سلول‌ها به‌وسیله رادیکال‌های آزاد دارد و به‌عنوان معیاری از پراکسیداسیون قرار می‌گیرد. هرچه میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بیش‌تر باشد، میزان مالون‌دی‌آلدهید به‌دلیل خنثی‌سازی فعالیت‌های اکسیداتیوی کاهش پیدا خواهد کرد (Nissen و همکاران، ۲۰۰۸). سلنیوم به‌خاطر خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ساخت سلنوسیستئین، به‌عنوان مرکز فعال گلوتاتیون پراکسیداز نقش موثری را می‌تواند ایفا کند و از آن‌جایی که جذب منابع نانوسلنیوم و سلنیوم آلی که به‌طور فعال از دیواره روده صورت می‌گیرند، می‌توانند کارایی بالاتری را نسبت به سلنیوم معدنی که از طریق انتشار جذب می‌شود، داشته باشند (Zhang و همکاران، ۲۰۰۱). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که افزودن نانوسلنیوم به جیره جوجه‌های گوشتی تاثیر مثبتی بر عملکرد دارد و سبب بهبود خصوصیات لاشه می‌شود. هم‌چنین نانو سلنیوم افزایش معنی‌دار گلوتاتیون پراکسیداز، پروتئین کل و LDL و از طرفی کاهش معنی‌دار جمعیت باکتری‌های مضر، کلسترول، تری‌گلیسرید، آنزیم‌های کبدی و T4 را نسبت به تیمار شاهد موجب می‌شود. اگرچه افزودن مت‌سلنیوم در جیره جوجه‌های گوشتی براختلاف جمعیت باکتری‌های مضر، تری‌گلیسرید، ALP و مالون‌دی‌آلدهید نسبت به شاهد تاثیر معنی‌داری دارد ولی نسبت به گروه آزمایشی نانوسلنیوم بازدهی کم‌تری داشت. هم‌چنین در مقایسه اثرات ویتامین E سلنیوم با منابع نانوسلنیوم و مت‌سلنیوم، مشاهده شد که حتی اضافه کردن ویتامین E به منبع معدنی سلنیوم نمی‌تواند اثرات مثبتی را از خود بر جای بگذارد. بنابراین مکمل‌سازی خوراک طیور با منبع نانوسلنیوم می‌تواند بهتر از منابع آلی و معدنی سلنیوم در برآورد احتیاجات واقعی پرنده عمل نماید.

منابع

۱. **سهیرات‌طرفی، م.؛ میرزاده، خ.؛ طباطبائی‌وکیلی، ص. و چاجی، م.، ۱۳۹۵.** اثرات سطوح مختلف نانوسلنیوم محلول در آب بر عملکرد، جمعیت باکتریایی ایلئوم، خصوصیات استخوان درشتنی، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و کیفیت بستر در جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های علوم دامی. دوره ۲۶، شماره ۴، صفحات ۱۸۹ تا ۲۱۱.

۲. **یوسفی، م.؛ قابل، م.ر. و قاضی‌خانی‌شاد، ع.، ۱۳۹۳.** تاثیر مکمل سلنیوم آلی و غیرآلی بر عملکرد، تولیدمثل، برخی فراسنجه‌های خونی و سیستم ایمنی مرغ‌های مادر گوشتی. پژوهش و سازندگی. شماره ۲، صفحات ۱۲ تا ۱۹.

۳. **Abd ElGhany, H. and Tortora-Perez, J.L., 2010.** The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. Small Ruminant Research. Vol. 89, pp: 185-192.

۴. **Ahmadi, M.; Ahmadian, A.; Poorghasemi, M.; Makovicky, P. and Seidavi, A., 2018.** Nano-selenium affects on duodenum, jejunum, ileum and colon characteristics in chicks: An animal model. International Journal of Nano Dimension. Vol. 10, No. 2, pp: 225-229.

۵. **Ahmadipour, B.; Hassanpour, H.; Asadi, E.; Khajali, F.; Rafiei, F. and Khajali, F., 2015.** Kelussia odoratissima Mozzaf–A promising medicinal herb to prevent pulmonary hypertension in broiler chickens reared at high altitude. Journal of Ethnopharmacology. Vol. 159, pp: 49-54.

۶. **Altan, O.; Pabuccuoglu, A.; Altan, A.; Konyalioglu, S. and Bayraktar, H., 2003.** Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broiler. British Poultry Science. Vol. 44, pp: 545-550.

۷. **Arthur, J.R.; Mc Kenzie, R.C. and Beckett, G.J., 2003.** Selenium in the immune system. Nutrition Journal. Vol. 133, pp: 1457-1459.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

۸. **Aviagen. 2014.** Ross 308: Broiler Nutrition Specification. Aviagen Ltd., Newbridge, UK.

۹. **Behne, D. and Kyriakopoulos, A., 2001.** Mammalian selenium-containing proteins. Annual Review of Nutrition. Vol. 21, pp: 453-473.

۱۰. **Biswastt, A.; Mohan, J. and Sastry, K.V.H., 2006.** Effect of higher levels of dietary selenium on production performance and immune responses in growing japanesen quail. British Poultry Science. Vol. 47, pp: 511-515.

۱۱. **Cai, S.; Wu, C.; Gong, L.M.; Song, T.; Wu, H. and Zhang, L.Y., 2012.** Effects of nano-selenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance and tissue selenium content in broilers. Poultry Science. Vol. 91, No. 10, pp: 2532-2539.

۱۲. **Cantor, A.H.; Moorhead, P.D. and Musser, M.A., 1982.** Comparative effects of sodium selenite and selenomethionine upon nutritional muscular dystrophy, selenium-dependent glutathione peroxidase, and tissue selenium concentrations of turkey poults. Poultry Science. Vol. 61, pp: 478-484.

۱۳. **Chun, F.; Bing, Y. and Damien, C., 2009.** Effects of different sources and levels of selenium on performance, thyroid function and antioxidant status in stressed broiler chickens. International Journal of Poultry Science. Vol. 8, No. 6, pp: 583-587.

۱۴. **Dhingra, S. and Bansal, M.P., 2006.** Attenuation of LDL receptor gene expression by selenium deficiency during hypercholesterolemia. Molecular and Cellular Biochemistry. Vol. 282, pp: 75-82.

۱۵. **Edens, F.W., 2001.** Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. Edited by Science and technology in the feed industry. Nottingham University Press, United Kingdom. pp: 349-376.

۱۶. **Edens, F.W.; Carter, T.A.; Parkhurst, C.R. and Sefton, A.E., 2000.** Effect of selenium source and litter type on broiler feathering. Journal of Applied Poultry Research. Vol. 9, pp: 407-413.

۱۷. **Fellenberg, M.A. and Speisky, H., 2006.** Antioxidants: Their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. World's Poultry Science Journal. Vol. 62, pp: 53-70.

۱۸. **Fitri, N.L.; Piliang, W.G. and Tuty, L.Y., 2012.** Effect of supplementation of organic selenium and vitamin E in commercial diets on quails reproduction. Biological Trace Element Research. Vol. 45, pp: 343-350.

۱۹. **Heindl, J.; Ledvinka, Z.; Englmaierova, M.; Zita, L. and Tumova, E., 2010.** The effect of dietary selenium sources and levels on performance, selenium content in muscle and glutathione peroxidase activity in broiler chickens. Czech Journal of Animal Science. Vol. 55, pp: 572-578.

۲۰. **Kasaikina, M.V.; Kravtsova, M.A.; Lee, B.C.; Seravalli, J.; Peterson, D.A.; Walter, J.; Legge, R.; Benson, A.K.; Hatfield, D.L. and Gladyshev, V.N., 2011.** Dietary selenium affects host selenoproteome expression by influencing the gut microbiota. FASEB Journal. Vol. 25, No. 7, pp: 2492-2499.

۲۱. **Khalaji, S.; zaghari, M.; Hatami, K.H.; Hedari-dastjerdi, S.; lotfi, L. and Nazarian, H., 2011.** Blak cumin seed, artemisia Lear as larder misia Siberia and C amellial. Plant extract as phytogenic product in broiler diets and their effects on performance, blood constituents immunity and cecal microbial population. Poultry Science. Vol. 90, pp: 2500-2510.

۲۲. **Kose, K.; Dogan, P.; Kardas, Y. and Saraymen, R., 1996.** Plasma selenium levels in rheumatoid arthritis. Biological Trace Element Research. Vol. 53, pp: 51-56.

۲۳. **Koyancu, M. and Yerlikaya, H., 2007.** Effect of selenium vitamin E injections of ewes on reproduction and growth of their lambs. South African Journal of Animal Science. Vol. 37, pp: 233-236.

۲۴. **Lin, H.; Sui, S.J.; Jiao, H.C.; Buyse, J. and Decuypere, E., 2006.** Impaired development of broiler chickens by stress mimicked by corticosterone exposure. Comparative Biochemistry and Physiology. Vol. 143, pp: 400-405.

۲۵. **Lukaszewicz, E.; Kowalczyk, K. and Jerysz, A., 2011.** The effect of sex and feed supplementation with organic selenium and vitamin E on the growth rate and zoometrical body measurements of oat-fattened White Koluda® geese. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. Vol. 35, pp: 435-442.

۲۶. **Mallah, G.M.; Yassein, S.A.; Magda, M.; Abdel, F. and Ghamry, A.A., 2011.** Improving performance and some metabolic response by using some antioxidants in laying diets during summer season. Journal of American Science. Vol. 7, No. 4, pp: 217-224.

۲۷. **Marina, V.; Kasaikina, M.A.; Kravtsova, B.L.; Javier, S.; Daniel, A.; Peterson, J.W.; Ryan-Ledge, A.K.; Benson, D.H. and Vadim, N.G., 2011.** Dietary selenium effects host selenoproteome expression by influencing the gut microbiota. FASEB Journal. Vol. 25, No. 7, pp: 2492-2499.

۲۸. **Moss, D.W., 1982.** Alkalin phosphatase isoenzymes. Clinical Chemistry. Vol. 28, No. 10, pp: 2007-2016.

۲۹. **Naylor, A.J.; Choc, T.M. and Jacques, K.A., 2000.** Effects of selenium source and level on performance and meat quality in male broilers. Poultry Science. Vol. 79, No. 1, pp: 117-123.

۳۰. **Nissen, S.; Tuzcu, E.; Schoenhagen, P.; Brown, B.; Ganz, P.; Vogel, R.; Crowe, T.; Howard, G.; Cooper, C.J.; Brodie, B.; Grines, C.L. and DeMaria, A.N., 2004.** Effect of intensive compared with moderate lipidlowering therapy on progression of coronary atherosclerosis: a randomized controlled trial. Journal of the American Medical Association. Vol. 291, pp: 1071-1080.

۳۱. **Ogburn, C.E.; Austad, S.N.; Holmes, D.J.; Kiklevich, J.V.; Gollahon, K.; Rabinovitch, P.S. and Martin, G.M., 1998.** Cultured renal epithelial cells from birds and mice: Enhanced resistance of avian cells to oxidative stress and DNA damage. Journals of Gerontology. Vol. 53, No. 2, pp: 287-292.

۳۲. **Pappas, A.C.; Acamovic, T.; Sparks, N. H.C.; Surai, P.F. and Mc Devitt, R.M., 2005.** Effects of supplementing broiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on egg quality during storage. Poultry Science. Vol. 84, pp: 865-874.

۳۳. **Payne, R.L. and Southerm, L.L., 2005.** Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. Poultry Science. Vol. 84, pp: 898-902.

۳۴. **Peng, X.; Cui, Y.; Cui, W.; Deng, J.L. and Cui, H.M., 2009.** The decrease of relative weight, lesions, and apoptosis of bursa of fabricius induced by excess dietary selenium in chickens. Biological Trace Element Research. Vol. 131, pp: 33-42.

۳۵. **Perez, T.I.; Zuidhof, M.J.; Renema, R.A.; Curtis, J.M.; Ren, Y. and Betti, M., 2010.** Effects of vitamin E and organic selenium on oxidative stability of ω-3 enriched dark chicken meat during cooking. Journal of Food Science. Vol. 75, pp: 25-34.

۳۶. **Phong, A.T. and Thomas, J.W., 2011.** Selenium nanoparticles inhibit Staphylococcus aureus growth. International Journal of Nanomedicine. Vol. 6, pp: 1553-1558.

۳۷. **Poorghasemi, M.; Seidavi, A.R. and Qotbi, A.A.A., 2013.** Investigation on fat source effects on broiler chickens

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

performance. Research Journal of BioTechnology. Vol. 8, No. 1, pp: 78-82.

۳۸. **Poorghasemi, M.; Seidavi, A.R. and Mohammadi, M., 2014.** Effect of inclusion of lemon balm (*Melissa officinalis*) extract into drinking water on ileum microflora of broilers. International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Science. Vol. 3, No. 8, pp: 1920-1925.

۳۹. **Ryu, Y.C.; Rhee, M.S.; Lee, K.M. and Kim, B.C., 2005.** Effects of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broiler chicks. Poultry Science. Vol. 84, No. 5, pp: 809-815.

۴۰. **Sadeghian, S.; Kojouri, G.A. and Mohebbi, A., 2012.** Nanoparticles of selenium as species with stronger physiological effects in sheep in comparison with sodium selenite. Biological Trace Element Research. Vol. 146, No. 3, pp: 302-308.

۴۱. **Saleh, A.A., 2014.** Effect of dietary mixture of Aspergillus probiotic and selenium nano particles on growth, nutrient digestibilities, selected blood parameters and muscle fatty acid profile in broiler chickens. Animal Science. Vol. 32, No. 1, pp: 65-79.

۴۲. **Shabani, R.; Fakhraei, J.; Mansoori Yarahmadi, H. and Seidavi, A.R., 2019.** Effect of different sources of selenium on performance and characteristics of immune system of broiler chickens. Revista Brasileira de Zootecnia. Accepted January 2019, pp: 1-10.

۴۳. **Shen, L. and Sevanian, A., 2001.** Ox-LDL induces macrophage gamma-GCS-HS protein expression: A role for ox-LDL-associated lipid hydroproxide in GSH synthesis. Journal of Lipid Research, Vol. 42, pp: 813-823.

۴۴. **Stolz, J.F.; Basu, P.; Santini, J.M. and Oremland, R.S., 2006.** Arsenic and selenium in microbial metabolism. Annual Review of Microbiology. Vol. 60, pp: 107-130.

۴۵. **Surai, P.F., 2002.** Selenium in poultry nutrition. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. World's Poultry Science Journal. Vol. 58, pp: 333-347.

۴۶. **Tanaka, Y.; Sakurai, E. and Lizuka, Y., 2001.** Effect of selenium on serum, hepatic and lipoprotein lipids concentration in rats fed on a high-cholesterol diet. Yakugaku Zasshi. Vol. 121, pp: 93-96.

۴۷. **Utter back, P.L.; Parsons, C.M.; Yoon, I. and Butler, J., 2005.** Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. Poultry Science. Vol. 84, pp: 1900-1901.

۴۸. **Yang, J.; Huang, K.; Qin, S.; Wu, X.; Zhao, Z. and Chen, F., 2009.** Antibacterial action of selenium-enriched probiotics against pathogenic *Escherichia coli*. Digestive Diseases and Sciences. Vol. 54, No. 2, pp: 246-254.

۴۹. **Zelenka, J. and Fajmonova, E., 2005.** Effect of age on utilization of selenium by chicken. Poultry Science. Vol. 84, pp: 543-546.

۵۰. **Zamani-Moghaddam, A.K.; Mehraei-Hamzekolaei, M.H.; Khajali, F. and Hassanpour, H., 2017.** Role of selenium from different sources in prevention of pulmonary arterial hypertension syndrome in broiler chickens. Biological Trace Element Research. Vol. 180, pp: 164-170.

۵۱. **Zhang, J.S.; Gao, X.Y.; Zhang, L.D. and Bao, Y.P., 2001.** Biological effects of a nano red elemental selenium. BioFactors. Vol. 15, pp: 27-38.

۵۲. **Zhihua, R.; Zhiping, Z.; Yangquan, W. and Kehe, H., 2011.** Preparation of selenium/zinc-enriched probiotics and their effect on blood selenium and zinc concentrations, antioxidant capacities and intestinal micro flora in canine. Biological Trace Element Research. Vol. 141, pp: 170-183.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.110689

The effects of various sources of selenium supplements on performance, carcass characteristics, the population of ileum bacteria, blood parameters, liver enzymes, hormonal activities, and antioxidant activities of blood plasma in broiler chickens

- **Roozbeh Shabani:** Department of Animal Science, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
- **Jafar Fakhraei*:** Department of Animal Science, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
- **Hossein Mansoori Yarahmadi:** Department of Animal Science, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
- **Alireza Seidavi:** Department of Animal Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Received: September 2019 Accepted: December 2019

Key words: Antioxidant, Broiler chicken, Selenium, Performance, Carcass

Abstract

The effects of various sources of selenium supplements on performance, carcass characteristics, population of ileum bacteria, blood parameters, liver enzymes, hormonal activities, and antioxidant activities of blood plasma in broiler chickens were investigated in an experiment based on a complete random design with 500 one-day-old male chickens of Ross 308 commercial line using 10 treatments with 4 replicates (each replicate including 10 chickens). Treatment diets included (1) basal diet (control), and (2), (3), and (4) with 0.5, 0.8, and 1.2 mg nano selenium+basal diet, respectively and (5), (6), and (7) with 0.5, 0.8, and 1.2 mg met selenium+basal diet, respectively, and also (8), (9), and (10) with 65, 80, and 100 mg Vitamin E+selenium and basal diets, respectively. Findings suggested a significant increase in carcass weights, production index and antioxidant activity of the group treated with nano-selenium compared to the control ($P\leq0.05$). Also, total ileum bacteria count in the diets including nano-selenium and met-selenium showed a significant decrease compared to the control ($P\leq0.05$). A significant difference was also observed in Liver enzymes and blood parameters contents of the nano-selenium groups compared with the control ($P\leq0.05$). Furthermore, the concentrations of T3 and T4 and also the ratio of T3 to T4 in the treatment including 1.2 mg nano-selenium showed a significant difference compared to the control group ($P\leq0.05$). The findings suggest that nano-selenium can result in higher yield of broiler chickens

* Corresponding Author's email: j-fakhraei@iau-arak.ac.ir