

تأثیر مکمل سلنیوم آلی و معدنی بر سطح سرمی هورمون‌های تیروئیدی در اسب‌های دوخون

قاسم سلطانی^۱، سیدسعید عظمایی^{۲*}، مهدی سخا^۳، شهاب‌الدین صافی^۴

۱- دانش‌آموخته دکترای حرفه‌ای دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه علوم درمانگاهی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم درمانگاهی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- دانشیار گروه پاتوبیولوژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات: oz_ozmai@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۶/۵/۲۵ پذیرش نهایی: ۹۷/۱۰/۳۰)

چکیده

سلنیوم نقش مهمی در متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی دارد، زیرا برای تبدیل تیروکسین (T₄) به فرم فعال آن یعنی تری‌یدوتیرونین (T₃) لازم است. برای این تبدیل، سلنوآنزیم‌ها که عمدتاً در کبد و کلیه حضور دارند، ضروری هستند. هدف از انجام این مطالعه، بررسی مقایسه اثر استفاده از سلنیوم معدنی و آلی بر غلظت سرمی هورمون‌های تیروئیدی در اسب‌های دوخون می‌باشد. در این مطالعه ۱۰ رأس اسب دوخون که تقریباً هم‌سن بودند، انتخاب و بر اساس سن (۴ و ۵ ساله) به دو گروه ۵ رأسی تقسیم شدند. اسب‌ها سلنیوم آلی و معدنی را در یک دوره ۱۲ روزه به صورت خوراکی و مخلوط با خوراک روزانه دریافت کردند. اسب‌های گروه اول تیمار، علاوه بر جیره عادی، مکمل حاوی سلنیوم معدنی (NaSeO₃) را به میزان ۱ میلی‌گرم به همراه جیره روزانه دریافت کردند و اسب‌های گروه دوم تیمار علاوه بر جیره عادی، مکمل آلی سلنیوم یا مخمر سلنیوم را به میزان ۱ میلی‌گرم در یک دوره مشابه دریافت کردند. از اسب‌های هر گروه در روز صفر و نیز در روزهای ۳، ۶ و ۱۲ بعد از تجویز مکمل، با استفاده از نوجکت از ورید و داج خون‌گیری به عمل آمد و نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردیدند. میزان هورمون‌های تیروئیدی سرم (تیروکسین و تری‌یدوتیرونین) توسط کیت تجاری و دستگاه اسپکتروفتومتر و همچنین غلظت سرمی سلنیوم با روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. بعد از تجویز سلنیوم آلی و معدنی، سطح سرمی هورمون T₃ افزایش آماری معنی‌داری نسبت به زمان صفر در هر دو گروه داشت ($p < 0/05$)، در حالی که با کاهش سطح هورمون T₄ همراه بود. بر اساس نتایج حاصله، تجویز مقادیر محدودی از سلنیوم می‌تواند سبب بالا رفتن سطح شکل فعال هورمون‌های تیروئیدی شود که افزایش این هورمون‌ها می‌تواند بر کارایی اسب‌ها تأثیر مثبت داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: سلنیوم، هورمون‌های تیروئیدی، اسب.

مقدمه

سلنیوم از عملکرد طبیعی ایمنی، تولید مثل و سیستم عصبی حمایت و از بیماری‌های متعدد جلوگیری می‌کند و نقش مهمی را در رشد حیوان ایفا می‌کند. به‌علاوه این عنصر در فعالیت هورمون‌های تیروئیدی نیز تاثیرگذار است و اثرات متضادی بر بعضی از فلزات سنگین مانند کادمیوم و کبالت دارد. همچنین سلنیوم کوفاکتور آنزیم گلوکوتیون پراکسیداز می‌باشد که مقداری از رادیکال‌های آزاد حاصل از فعالیت متابولیکی را از بین می‌برد (Rotruck *et al.*, 1973; Lukaszewics *et al.*, 2011). هورمون‌های تیروئیدی نقش اساسی در متابولیسم پایه بدن دارند و کاهش سطح سرمی این هورمون‌ها می‌تواند بر کارایی اسب تأثیر منفی داشته باشد. عوامل مختلفی در کاهش سطح سرمی این هورمون‌ها ممکن است دخیل باشند. عواملی همچون کمبود سلنیوم در جیره غذایی و یا تزریق طولانی مدّت و بی‌رویه داروها و به‌خصوص سلنیوم و ترکیبات آن و داروهای آنتی‌اکسیدان (به‌خصوص ویتامین E و سلنیوم که جهت تقویت قدرت عضلانی اسب‌ها قبل از مسابقات استفاده می‌شود) سبب کاهش سطح سرمی این هورمون‌ها می‌شود. همچنین یکی از وظایف سلنیوم، عمل آن به عنوان یک سلنوآنزیم یعنی یدوتیروکسین دیودیناز است که موجب تسهیل فرآیند یدزدایی از L-تیروکسین به تری یدوتیرونین می‌شود. کمبود سلنیوم باعث اختلال در متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی از طریق مهار سنتز و فعالیت آنزیم یدوتیروکسین دیودیناز می‌شود که در تبدیل تیروکسین به شکل متابولیکی فعال آن یعنی 3,3',5- triiodothyronine (T₃) نقش دارد (Arthur *et al.*, 1992). با وجود استفاده روزافزون از

سلنیوم در باشگاه‌های سوارکاری، تاکنون اطلاعات مقایسه‌ای در زمینه تأثیر سلنیوم آلی (مخمر سلنیوم) در مقایسه با سلنیوم معدنی بر میزان غلظت هورمون‌های تیروئیدی در اسب‌های ورزشی در ایران انجام نشده است. بنابراین، هدف این مطالعه مقایسه اثر استفاده از ترکیبات آلی و معدنی سلنیوم بر غلظت سرمی هورمون‌های تیروئیدی در جیره غذایی اسبان ورزشی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در تابستان ۱۳۹۵ در کلینیک دام‌های بزرگ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران انجام شد. در این مطالعه ۱۰ رأس اسب دوخون که تقریباً هم‌سن بودند، انتخاب و بر اساس سن (۴ و ۵ ساله) به دو گروه ۵ رأسی تقسیم شدند. شرایط نگه‌داری، مدیریتی، محیطی و تغذیه‌ای برای تمام اسب‌ها یکسان بود و همگی سلنیوم آلی و معدنی را در یک دوره ۱۲ روزه به‌صورت خوراکی و مخلوط با خوراک روزانه (آرد گندم) دریافت کردند.

اسب‌های گروه تیمار اول علاوه بر جیره عادی، مکمل حاوی سلنیوم معدنی (NaSeO₃) را به میزان ۱ میلی‌گرم به همراه جیره روزانه دریافت کرده و اسب‌های گروه دوم تیمار علاوه بر جیره عادی، مکمل آلی سلنیوم یا مخمر سلنیوم که از مخمر ساکارومایسس سرویزیه تولید می‌شود را به میزان ۱ میلی‌گرم در یک دوره مشابه دریافت کردند (Mahan *et al.*, 1999). از اسب‌های هر گروه در روز صفر و نیز در روزهای ۳، ۶ و ۱۲ بعد از تجویز مکمل، با استفاده از ونوجکت از ورید وداچ خون‌گیری به‌عمل آمد و نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه دامپزشکی مینا (کرج) منتقل گردیدند. در

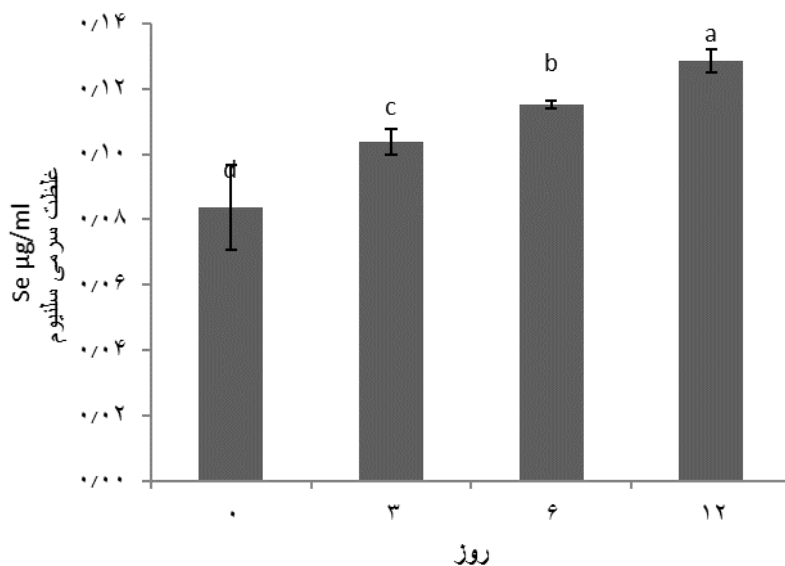
شد. بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش آماری کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov test)، تحلیل آن‌ها به وسیله آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه (one way ANOVA) انجام گرفته و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (Duncan) در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

یافته‌ها

میانگین مقادیر سرمی سلنیوم در گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم معدنی در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ در نمودار ۱ نشان داده شده است. مقایسه میانگین سرمی سلنیوم در روزهای ۳، ۶ و ۱۲ تغییرات آماری معنی‌داری را نسبت به روز صفر نشان داد ($p < 0.05$). بیشترین مقدار سلنیوم در اسب‌های گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم معدنی در روز ۱۲ به میزان $0.128 \pm 0.003 \mu\text{g/ml}$ و کمترین آن در روز صفر همان گروه به میزان $0.0836 \pm 0.013 \mu\text{g/ml}$ مشاهده شد.

آزمایشگاه، سرم توسط ساتتریفیوژ (هتچیج مدل ROTOFIX 32 A، ساخت کشور آلمان) به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ در دقیقه جدا و میزان هورمون‌های تیروئیدی سرم (تیروکسین و تری‌یدوتیرونین) توسط کیت تجاری و دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل HACH DR 6000، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت سرمی سلنیوم با روش جذب اتمی (دستگاه جذب اتمی PG INSTRUMENTS مدل PG990، ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد که بدین منظور نمونه‌ها با نیترات نیکل و اسید نیتریک رقیق گردیدند. همچنین اندازه‌گیری فاکتور سرمی مذکور به وسیله قسمت کوره دستگاه جذب اتمی با پهنای ۱ نانومتر و طول موج ۱۹۶ نانومتر انجام گرفته و نیز آرگون به عنوان گاز بی اثر با جریان ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌لیتر در دقیقه به کار رفت (Rutruck et al., 1973).

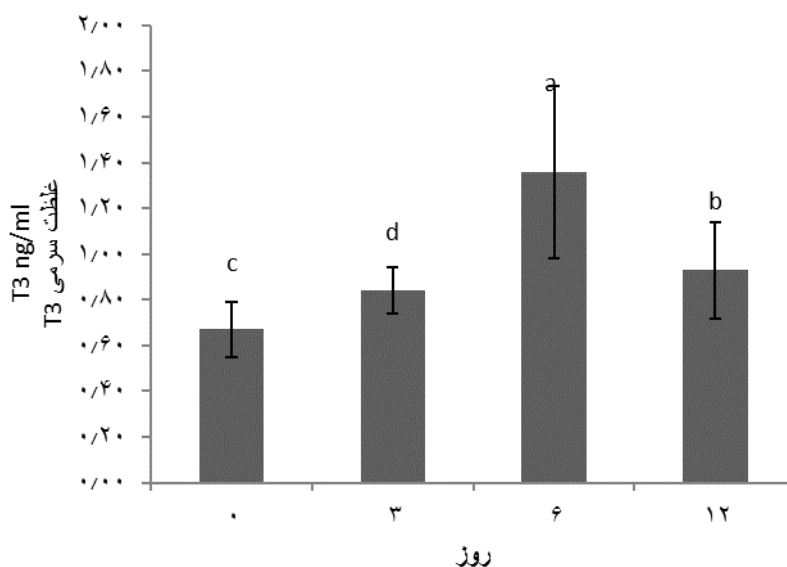
- تحلیل آماری داده‌ها: برای آنالیز داده‌ها و رسم نمودارهای مربوطه از نسخه ۱۶ نرم افزار SPSS استفاده



نمودار ۱- مقایسه میانگین غلظت سرمی سلنیوم بر حسب میکروگرم در میلی‌لیتر در گروه دریافت‌کننده سلنیوم معدنی در اسب‌های تیمار شده طی روزهای مختلف (abcd: ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند).

سپس کاهش یافت. بیشترین مقدار هورمون در اسب‌های گروه تیمار در روز ۶ به میزان $1/36 \pm 0/376$ و کمترین آن در روز صفر همان گروه به میزان $0/67 \pm 0/123$ ng/ml مشاهده شد.

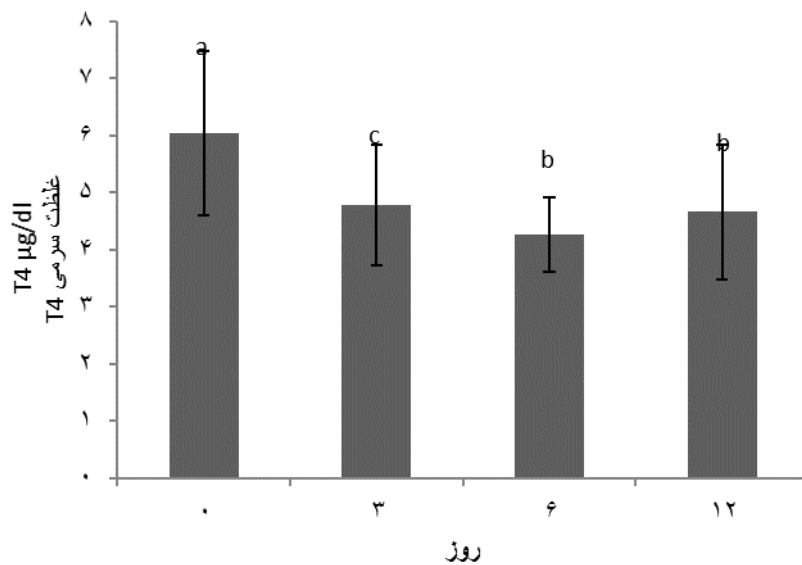
میانگین مقادیر سرمی T_3 در گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم معدنی در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ در نمودار ۲ نشان داده شده است. میزان این هورمون بعد از تجویز سلنیوم معدنی ابتدا افزایش و



نمودار ۲- مقایسه میانگین مقادیر سرمی T_3 در اسب‌های تیمار شده بر حسب نانوگرم در میلی‌لیتر در طی روزهای مختلف (abcd: ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند).

مقایسه میانگین سرمی T₄ گروه تیمار در روزهای ۶ و ۱۲ نسبت به روز صفر تغییرات آماری معنی‌داری نشان داد ($p < 0/05$). درحالی‌که مقایسه میانگین سرمی T₄ در روز ۳ گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم معدنی تغییرات آماری معنی‌داری نسبت به زمان صفر نشان نداد.

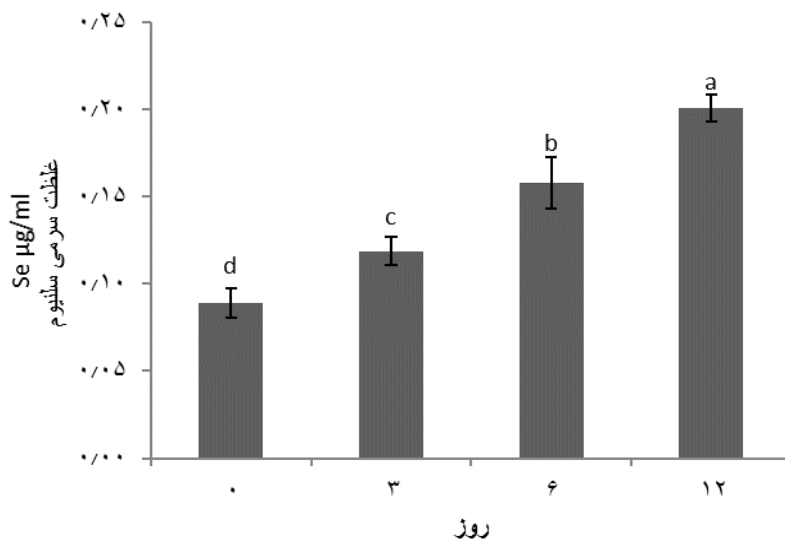
میانگین مقادیر سرمی T₄ در گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم معدنی در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ در نمودار ۳ نشان داده شده است. میزان این هورمون بعد از تجویز سلنیوم معدنی در روزهای ۳، ۶، ۱۲ و ۱۲ نسبت به زمان صفر کاهش یافت به طوری‌که



نمودار ۳- مقایسه میانگین مقادیر سرمی T₄ در اسب‌های تیمار شده بر حسب میکروگرم در دسی‌لیتر در طی روزهای مختلف (abcd: ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند).

بعد از تجویز سلنیوم در روزهای ۳، ۶ و ۱۲ افزایش یافت، به طوری‌که بیشترین مقدار سلنیوم در اسب‌های گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم آلی در روز ۱۲ به میزان $0/2 \pm 0/007 \mu\text{g/ml}$ و کمترین آن در روز صفر همان گروه به میزان $0/089 \pm 0/008 \mu\text{g/ml}$ مشاهده شد.

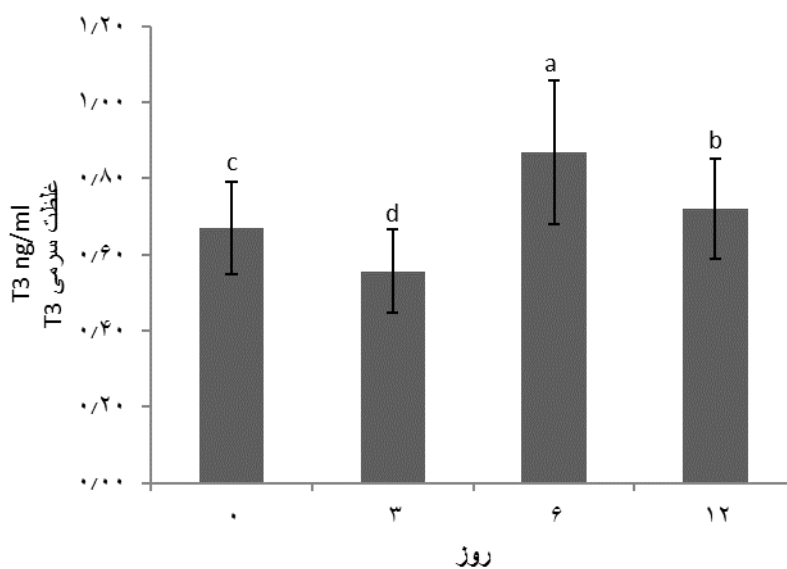
میانگین مقادیر سرمی سلنیوم در گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم آلی در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ در نمودار ۴ نشان داده شده است. مقایسه میانگین سرمی سلنیوم در روزهای ۳، ۶ و ۱۲ تغییرات آماری معنی‌داری را نسبت به روز صفر نشان داد ($p < 0/05$). میزان سلنیوم در گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم آلی،



نمودار ۴- مقایسه میانگین غلظت سرمی سلنیوم در گروه دریافت‌کننده سلنیوم آلی در اسب‌های تیمار شده طی روزهای مختلف (abcd: ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند).

بیشترین مقدار هورمون در اسب‌های گروه تیمار در روز ۶ به میزان 0.188 ± 0.087 ng/ml و کمترین آن در روز ۳ 0.108 ± 0.055 ng/ml نسبت به زمان صفر به میزان مشاهده شد.

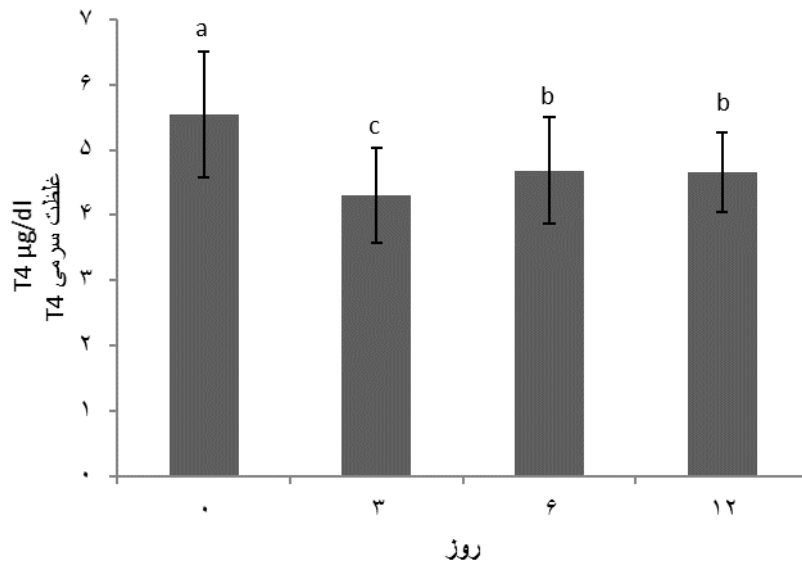
میانگین مقادیر سرمی T_3 در گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم آلی در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ در نمودار ۵ نشان داده شده است. میزان این هورمون بعد از تجویز سلنیوم ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت.



نمودار ۵- مقایسه میانگین مقادیر سرمی T_3 در اسب‌های تیمار شده با سلنیوم آلی بر حسب نانوگرم در میلی لیتر در طی روزهای مختلف (abcd: ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند).

۱۲ را نسبت به زمان صفر نشان داد ($p < 0/05$). میزان این هورمون بعد از تجویز سلنیوم آلی در روز ۳ نسبت به زمان صفر کاهش یافت، سپس در روزهای ۶ و ۱۲ افزایش نشان داد.

میانگین مقادیر سرمی T_4 در گروه تیمار دریافت‌کننده سلنیوم آلی در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ در نمودار ۶ نشان داده شده است. مقایسه میانگین سرمی T_4 تغییرات آماری معنی‌داری در روزهای ۳، ۶ و



نمودار ۶- مقایسه میانگین مقادیر سرمی T_4 در اسب‌های تیمار شده بر حسب میکروگرم در دسی‌لیتر در طی روزهای مختلف (abcd: ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند).

به‌صورت غیرفعال در بدن جذب می‌شود و مقادیر اضافی آن دفع می‌گردد (Surai, 2002).

مطالعات نشان داده است که کمبود سلنیوم باعث اختلال در متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی و مهار سنتز و فعالیت آنزیم یدوتیروکسین‌دی‌ویدیناز می‌شود که در تبدیل شدن تیروکسین به شکل متابولیکی فعال آن یعنی T_3 (3,3',5'-triiodothyronine) نقش مهمی دارد (Arthur et al., 1992). از طرف دیگر در مطالعه صورت‌گرفته توسط ماهان همکاران در سال ۱۹۹۶، نقش سلنیوم در بافت‌های مختلف بدن خوک بررسی شد و نقش منفی آن در صورت مصرف طولانی‌مدت،

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه مشخص شد بعد از تجویز سلنیوم آلی و معدنی، سطح سرمی سلنیوم افزایش آماری معنی‌داری نسبت به زمان صفر در هر دو گروه داشت که این افزایش در گروه دریافت‌کننده سلنیوم آلی در مقایسه با گروه دریافت‌کننده سلنیوم معدنی بیشتر بود. دلیل این افزایش در گروه دریافت‌کننده سلنیوم آلی به‌خاطر وجود سلنومتیونین است. منابع آلی سلنیوم (سلنومتیونین) به‌طور فعال جذب روده شده که به‌واسطه فرایندی مشابه جذب متیونین از روده می‌باشد. این در حالی است که منابع غیرآلی سلنیوم (سلنیت سدیم)

اختلاف معنی‌دار نبود (Symmonds, 1995). دنیلا و همکاران در سال ۲۰۰۱، تاثیر ویتامین E را بر سطح هورمون‌های تیروئیدی در جوجه‌ها مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که سطح هورمون‌های T_3 و T_4 در اوایل دوره تزریقات افزایش و در اواخر دوره کاهش می‌یابد (Daniela et al., 2001). گاتر و همکاران نیز در سال ۲۰۰۳، با مطالعه در مورد نقش سلنیوم مشخص نمودند که مصرف طولانی‌مدت آن سبب کاهش سطح سرمی T_3 می‌گردد (Gunter et al., 2003).

در این مطالعه سطح سرمی هورمون T_3 در گروه دریافت‌کننده سلنیوم معدنی در مقایسه با گروه دریافت‌کننده سلنیوم آلی بالاتر بود که می‌تواند به این دلیل باشد که سلنیوم معدنی تقریباً به طور انحصاری در ساخت آنزیم‌های اختصاصی سلنو (seleno-specific enzymes) استفاده می‌شود. این درحالی است که سلنومتیونین علاوه بر این که می‌تواند در ساخت این آنزیم‌ها استفاده شود، همچنین می‌تواند به عنوان پروتئینی که حاوی متیونین است مورد استفاده قرار گیرد (Edens, 2001).

تامسون و همکاران در سال ۲۰۰۲ اظهار داشته‌اند که T_4 پلازما در انسان پس از تجویز سلنیوم کاهش یافته، اگرچه این تغییرات معنی‌دار نبوده است (Thomson and Duncan, 2002). همچنین اولیوری و همکاران در سال ۱۹۹۵ بیان نموده‌اند که استفاده از مکمل‌های سلنیومی سبب کاهش سطح T_4 پلازما می‌شود، در صورتی که تاثیری بر غلظت پلاسمایی T_3 و TSH نداشته‌است (Olivieri et al., 1995). در مطالعه حاضر سطح سرمی هورمون T_4 بعد از تجویز مکمل‌های

روی هورمون‌های تیروئیدی تأیید شد (Mahan et al., 1999).

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، غلظت سرمی هورمون T_3 بعد از تجویز مکمل‌های سلنیوم معدنی و آلی افزایش یافت که این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار بود. این نتایج همسو با یافته‌های تحقیق لوكازویكس و همكاران در سال ۲۰۱۱ می‌باشد که تغییرات معنی‌داری را در سطح سرمی T_3 به دنبال تجویز سلنیوم گزارش کرده‌اند (Lukaszewics et al., 2011). همچنین لاولاتا و همکاران در سال ۲۰۰۴، افزایش سطح T_3 سرم را بعد از تزریق عضلانی ویتامین E و سلنیوم در گاو بیان کردند (Lavlata et al., 2004). این تغییرات می‌تواند به دلیل نقش سلنیوم در آنزیم دیودیناز باشد. تبدیل T_4 به T_3 توسط سلنیوم کبدی وابسته به آنزیم ۵-یدوتیرونین دیودیناز انجام می‌شود (Edens, 2001). نتایج مذکور در پژوهش حاضر به طور کامل در تضاد با یافته‌های عظیم‌پور و همکاران در سال ۲۰۱۳ می‌باشد که تغییرات معنی‌داری را در سطح سرمی هورمون‌های تیروئیدی متعاقب تجویز سلنیوم معدنی گزارش نکردند (Azimpour et al., 2013). همچنین نظیراوغلو و همکاران در سال ۱۹۹۸، عدم تاثیر ویتامین E و سلنیوم را بر هورمون‌های تیروئیدی در بره‌ها گزارش کردند (Naziroglu and Çay, 1998). علت این امر می‌تواند تجویز طولانی‌مدت مکمل سلنیوم باشد که در کاهش سطح سرمی هورمون‌های تیروئیدی نقش دارد (Azimpour et al., 2013). در مطالعه انجام شده توسط سیموند در سال ۱۹۹۵، سطح سرمی هورمون T_4 از روز ۱۰ بعد از تجویز مکمل سلنیوم کاهش معنی‌داری را نشان داد، در صورتی که در مورد T_3 این

سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات به‌خاطر تأمین هزینه اجرای این تحقیق قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در این مطالعه هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

آلی و معدنی سلنیوم کاهش یافت که این تغییرات به لحاظ آماری معنی‌دار بود.

نتیجه نهایی این‌که تجویز اشکال آلی و غیرآلی سلنیوم با دز تعیین شده مفید بوده و بر سطح سرمی هورمون‌های تیروئیدی تاثیر مثبت دارد و از آنجا که سلنیوم بخشی از آنزیم دی‌یودیناز بوده و با توجه به تاثیرات سلنیوم بر مقادیر سرمی هورمون‌های تیروئیدی، توصیه می‌شود مقادیر سرمی TSH (thyroid-stimulating hormone) و TRH (thyrotropin-releasing hormone) نیز ارزیابی شود.

منابع

- Arthur, J.R., Nicol, F. and Beckett, G.J. (1992). The role of selenium in thyroid hormone metabolism and effects of selenium deficiency on thyroid hormone and iodine metabolism. *Biological Trace Element Research*, 34(3): 321-325.
- Azimpour, S., Gholamhoseini, B., Faedmalaki, F. and Noori aleagha, S. (2013). The effects of high dose of sodium selenite injection on thyroid hormones in horses. *Global Veterinaria*, 10(2): 144-147.
- Daniela, E., Gerhard, F., Ingrid, H. and Hans, P.S. (2001). Effects of feeding high dosages of vitamin E to laying hens on thyroid hormone concentrations of hatching chicks. *Journal of Experimental Zoology*, 290(1): 41-48.
- Edens, F.W. (2001). Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. In: *Science and Technology in the Feed Industry*. (Lyons TP and Jacques KA). Nottingham University Press. 17th Alltech Annual Symposium, 17: 349-376.
- Gunter, S.A., Beck, P.A. and Phillips, J.K. (2003). Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves. *Journal of Animal Science*, 81(4): 856-864.
- Lavlata, P., Podhorsk, A., Pechova, A. and Dvoakr, F. (2004): Influence of parenteral administration of selenium and vitamin E during pregnancy on selected metabolic parameters and colostrums quality in dairy cows at parturition. *Veterinari Medicina*, 49(5): 149-155.
- Lukaszewics, E., Kowalczyk, A. and Jerysz, A. (2011). The effect of sex and feed supplementation with organic selenium and vitamin E on the growth rate and zoometrical body measurement of oat-fattened White Koluda geese. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 35(6): 435-442.
- Mahan, D.C., Cline, T.R. and Richert, B. (1999). Effects of dietary levels of selenium- enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxides activity, carcass characteristics, and loin quality. *Journal of Animal Sciences*, 77(8): 2172-2179.
- Naziroglu, M. and Çay, M. (1998) Effects of selenium and vitamin E supplementation on concentrations of plasma thyroid hormones in lambs. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 22: 157-160.

-
- Olivieri, O., Girelli D. and Azzini M. (1995). Low selenium status in the elderly influences thyroid hormones. *Clinical Science*. 89(6): 637-642.
 - 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(4073): 588-590.
 - Surai, P.F. (2002). Selenium in poultry nutrition, Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World's Poultry Science Journal*, 58: 333-347.
 - Symmonds, M.E. (1995). Thyroid hormones and nutrient supplementations in pregnancy. *Equine Veterinary Education*, 7(5): 246-248.
 - Thomson, W.C. and Duncan, H.D. (2000). *Special Veterinary Pathology*. 3rd ed., Mosby, Elsevier, pp: 260-265.