نشریه علوم درمانگاهی دامپزشکی ایران؛ ۱۴۰۰؛ ۱۵(۲): ۳-۱۶.

# اثرات تجویز خوراکی نانوذره سلنیوم و سلنیت سدیم بر فراسنجه‌های خونی بزهای سانن آبستن کلون و غیرکلون و نتاج آن‌ها

**احمد یوسفی[۱*]، غلامعلی کجوری[۲]، حسین حسن پور[۳]، محمد حسین نصر اصفهانی[۴]**

۱. دستیار تخصصی، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد- ایران.
۲. گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد- ایران.
۳. گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد- ایران.
۴. گروه زیست فناوری حیوانی، مرکز تحقیقات زیست پزشکی تولید مثل، پژوهشگاه زیست فناوری رویان، اصفهان- ایران.

**دریافت:** ۲۴ تیرماه ۱۴۰۰ **پذیرش:** ۴ مهرماه ۱۴۰۰

**چکیده**

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات تجویز خوراکی نانوذرات‌سلنیوم و سلنیت‌سدیم بر فراسنجه‌های خونی در بزهای سانن آبستن کلون و غیرکلون در دوره انتقالی و نتاج کلون و غیرکلون آن‌ها بود. ۲۴ بز سانن آبستن به صورت تصادفی به گروه‌های ۸ تایی (۴ بز کلون و ۴ غیرکلون) نانوسلنیوم، سلنیت‌سدیم و شاهد (آب‌مقطر) تقسیم شدند. مداخله روزانه به مدت ۱۰ روز- از ۲۱ روز پیش از زایمان- با دُز ۰/۰۵ *mg/kg* به صورت خوراکی انجام شد. نمونه‌برداری از خون به منظور ارزیابی فراسنجه‌های خونی و سطح سرمی سلنیوم به صورت هفتگی از دو هفته پیش از زایمان تا دو هفته پس از آن انجام شد. نتایج نشان‌دهنده افزایش بیشتر سطح سلنیوم سلنیوم در بزها و بزغاله‌های متولدشده از آن‌ها، در گروه نانوسلنیوم نسبت به سلنیت‌سدیم بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان هماتوکریت در روز زایمان و WBC، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها در روزهای زایمان و هفتم پس از زایمان در تیمارها افزایش یافتند و نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌دار داشتند ($P<0/05$)، در مقایسه بین تیمارها، افزایش تمامی متغیرها در گروه نانوسلنیوم نسبت به سلنیت‌سدیم معنی‌دار بود ($P<0/05$). در پژوهش حاضر بین میانگین متغیرها در بزهای کلون و غیرکلون اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد؛ بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تجویز خوراکی نانوسلنیوم در دوره انتقالی نسبت به سلنیت سدیم، موجب افزایش مؤثرتر هماتوکریت، WBC، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها در بزهای سانن در حوالی زایمان و در بزغاله‌های متولدشده از آن‌ها در هفته نخست زندگی می‌شود، همچنین کلون‌سازی تغییری در تابلوی خونی بزهای سانن در حوالی زایمان و نتاج آن‌ها ایجاد نمی‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** فراسنجه‌های خونی، بز نژاد سانن، کلون‌سازی، نانوسلنیوم، دوره انتقالی.

## مقدمه

سلنیوم تنها عنصر کمیابی است که متابولیزم آن تحت تأثیر مستقیم کنترل ژنتیکی قرار دارد (۱۹). در سال ۱۹۷۳ آشکار شد که سلنیوم جزئی از گلوتاتیون پراکسیداز یا آنزیمی است که در حذف پراکسید هیدروژن به عنوان کاتالیزور عمل می‌کند. بر این اساس نقش سلنیوم در ارتباط با فعالیت آنتی‌اکسیدانی توضیح داده شد (۵). سلنیوم نقشی انکارناپذیر و ضروری در عملکرد طبیعی سلنوپروتئین‌ها (سلنوسیستئین و سلنومتیونین) دارد که مسئول عملکردهای بیولوژیک مهمی نظیر جلوگیری از آسیب‌های اکسیداتیو، حفظ و نگه‌داری هموستاز هورمون‌های تیروئیدی و افزایش توان سیستم ایمنی بدن هستند (۲۰ و ۲۵). سلنیوم با تحکیم عملکرد گلوتاتیون پراکسیداز که اولین سلنوآنزیم شناخته شده



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ahmad.yousefi.68@gmail.com

محسوب می‌شود، در انهدام پراکسیدازها، هیدروپراکسیدها و پراکسید هیدروژن تولید شده طی متابولیسم بدن و نیز حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها ایفای نقش کرده و با احیای آن‌ها به الکل‌ها از خسارت‌های ناشی از اکسیداسیون غشایی جلوگیری می‌کند (۱ و ۱۷)، از سوی دیگر گلوتاتیون پراکسیداز احیاشده از اکسیداسیون و همولیز گلبول‌های قرمز و سفید خون به وسیله پراکسیدها، جلوگیری می‌کند. استرس‌های فیزیولوژیک نظیر آبستنی، زایمان و شیرواری هم مانند استرس‌های ناشی از بروز بیماری‌های عفونی، استرس دمایی، اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه موجب فعال شدن واکنش‌های اکسیداتیو مخرب می‌شوند (۶)، بنابراین نیاز به سلنیوم در بدن در شرایط متفاوت ناشی از بروز استرس‌ها و میزان آنتی‌اکسیدان‌ها (به‌ویژه ویتامین ای و توکوفرول‌ها) تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۲، ۲۵ و ۳۳)، لذا وجود سلنیوم در جیره غذایی برای عملکرد نرمال سیستم ایمنی بدن ضروری است و نیز این عنصر به عنوان تقویت‌کننده سیستم ایمنی شناخته می‌شود. سلنیت سدیم یکی از رایج‌ترین فرم‌های مکمل سلنیوم قابل استفاده در جیره غذایی نشخوارکنندگان است. با توجه به این که زیست‌فرآهمی (Bioavailability) سلنیت سدیم تحت تأثیر میکروارگانیسم‌های شکمبه قرار می‌گیرد، بخشی از آن به ترکیب‌های نامحلول و غیرقابل جذب تبدیل می‌شود (۲۷ و ۳۱). از این رو سایر فرم‌های مکمل سلنیوم به‌ویژه نانوذرات سلنیوم که سمیت بسیار کمتر نسبت به سایر ترکیب‌های غیرارگانیک سلنیوم مانند سلنیت سدیم دارد، در پژوهش‌های سال‌های اخیر بسیار با استقبال مواجه شده است (۱۱).

در سال ۱۹۹۹ نخستین بز کلون‌شده در جهان از سوی Baguisi و همکاران با روش Somatic cell nuclear transfer (SCNT) و با استفاده از سلول سوماتیک یک جنین چهل روزه تولید شد و بدین ترتیب تولید نخستین بز کلون‌شده پس از نخستین گوسفند، گاو و موش کلون‌شده گزارش شد (۴). در سال ۲۰۱۱ نصر اصفهانی و همکاران برای نخستین بار موفق به تولید بزهای کلون‌شده سالم به روش SCNT و از طریق بلوغ و تکامل اووسیت‌ها تا مرحله بلاستوسیست در شرایط *in vitro* شدند (۲۳). از سال ۲۰۰۸ با تکیه بر پژوهش‌ها و شواهد بین‌المللی در خصوص سلامت و کیفیت تولید حیوانات کلون‌شده، مجوز توسعه تولید حیوانات کلون‌شده با روش SCNT در مزارع کشورهایی نظیر ایالات متحده و نیوزیلند صادر شد (۳ و ۸). علاوه بر این در همین زمان European Food and Safety Authority (EFSA) استفاده از حیوانات کلون‌شده با روش SCNT در صنعت پرورش دام و تولید غذا را تأیید کرد، اما هم‌زمان و به طور واضح اعلام کرد که با توجه به تعداد کم حیوانات کلون‌شده موجود و پژوهش‌های محدودی که روی آن‌ها انجام شده نمی‌توان با قطعیت و دقت بالا در خصوص عملکرد سیستم ایمنی و دفاعی بدن این حیوانات اظهار نظر کرد (۳). علی‌رغم گزارش‌هایی که حاکی از تفاوت‌های اندک در سطوح ژنتیکی از نظر بهداشت و سلامت این حیوانات در مقایسه با حیوانات غیرکلون هستند، یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها در خصوص این نوع از حیوانات به‌ویژه گونه‌های مختلف نشخوارکنندگان آمار مرگ و میر جنین و نوزادان کلون‌شده است که می‌تواند از عملکرد سیستم دفاعی و ایمنی بدن در شرایط مختلف و تحت استرس‌های فیزیولوژیک و پاتولوژیک ناشی شود (۸ و ۱۸).

تابلوی خونی به عنوان یکی از ابزارهای کمک تشخیصی اولیه و مهم به‌ویژه در سطح گله و بالین حیوان بسیار کارآمد است، لذا هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات تجویز خوراکی نانوذرات سلنیوم و سلنیت سدیم روی برخی فراسنجه‌های خونی در بزهای آبستن کلون و غیرکلون نژاد سانن در دوره انتقالی و نتاج کلون و غیرکلون آن‌ها بود.

## مواد و روش‌کار

در پژوهش حاضر تعداد ۲۴ رأس بز سانن آبستن مستقر در پژوهشکده زیست فناوری رویان اصفهان که در شرایط یکسان نگه‌داری شده بودند، شامل ۱۲ رأس بز سانن آبستن کلون- که با استفاده از منبع تخمک از تخمدان‌های کشتارگاهی و به روش SCNT متولد و جنین آن‌ها نیز به همین روش تولید شده بودند- و ۱۲ رأس بز

سانن آبستن غیرکلون که آبستنی آن‌ها بـه روش طبیعـی بود، پس از بررسی و تأیید وضـعیت سـلامت و نیـز انجـام سونوگرافی بـه منظـور تشـخیص زمـان حـدودی زایمـان، انتخاب و استفاده شدند. بزهای انتخـاب شـده بـه صـورت تصادفی در قالب سه گروه ۸تایی (هـر گـروه تعـداد ۴ بـز کلـون و ۴ بـز غیرکلـون) شـامل گـروه تیمـار یـک (نـانو سلنیوم)، گروه تیمار دو (سلنیت سدیم) و گروه شاهد (آب مقطر) دسته‌بندی شدند.

نانوذرات قرمز رنگ سلنیوم طبق روشـی کـه از سـوی Zhang و همکـاران در سـال ۲۰۰۴ ابـداع و معرفـی شـد، آماده شدند (۳۴). در این پژوهش مواد اولیه شامل اکسـید سلنیوم ($SeO_2$) و آسکوربیک اسـید بـه کـار گرفتـه شـد. محلول آسکوربیک اسید به محلـول آبـی اکسـید سـلنیوم اضافه شد و واکنش اولیـه شـکل گرفـت، پـس از افـزودن آسکوربیک اسید و به دنبال تغییر رنگ محلـول از بی‌رنـگ به رنگ قرمز، نانوذرات قرمز سلنیوم شـکل گرفتنـد. رنـگ قرمز محلول تیمار شده با آسـکوربیک اسـید نشـان‌دهنده وجـود نـانوذرات سـلنیوم در شـکل‌های Amorphous و Monoclinic است. اندازه نانوذرات سلنیوم به دسـت آمـده در ایـن روش از ۸۰ تـا ۱۵۰ نـانومتر متغیـر اسـت (۱۰). مداخله در گروه‌ها از روز ۲۱ پیش از زایمان بـه مـدت ۱۰ روز و به صورت روزانه بـا تجـویز خـوراکی مکمـل نـانوذره سلنیوم به میزان ۰/۰۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلـوگرم وزن بدن (گروه تیمار ۱) و مکمل سلنیت سدیم به میزان ۰/۰۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلـوگرم وزن بـدن (گـروه تیمـار ۲) انجام شد، در همین زمان بزهای آبسـتن گـروه شـاهد آب مقطر دریافت کردند. بزهای آبستن در طول مدت آبسـتنی تا زمان زایمان به صـورت دقیـق از نظـر سـلامت جسـمی پایش شدند. در طـول مـدت انجـام ایـن پـژوهش تمـامی بزهای مطالعه شده با یونجه و جو تغذیه شـدند و میـانگین سـلنیوم موجـود در جیـره اسـتفاده شـده معـادل ۰/۵۴ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک بود.

نمونه‌برداری از خون بزهای مطالعه شده و نتاج آن‌هـا از طریـق وریـد وداج در روزهـای ۱۴- (دو هفتـه پـیش از زایمان)، ۷- (یک هفته پیش از زایمان)، صفر (زایمان)، ۷+ (یـک هفتـه پـس از زایمـان) و ۱۴+ (دو هفتـه پـیش از زایمان) در مادران و در روزهای صـفر (تولـد)، ۷+ (هفـت روزگی) و ۱۴+ (چهارده روزگی) در بزغاله‌های متولد شـده از این بزها انجام شد. در این پژوهش فراسنجه‌های خـونی شـامل هماتوکریـت (PCV) و شـمارش کلـی گلبول‌هـای سفید خون (WBC) با روش‌های متداول سـنجش شـدند؛ به‌گونـه‌ای کـه بـرای انـدازه‌گیری سـطح هماتوکریـت از سـانتریفوژ میکروهماتوکریـت (۱۲ هـزار دور در دقیقـه) استفاده شد و شمارش کلی گلبول‌های سفید خون نیـز بـا روش استاندارد صـورت گرفـت، همچنـین بـرای شـمارش تفریقـی نوتروفیل‌هـا (Neutrophils) و لنفوسـیت‌ها (Lymphocytes) از گسترش‌های خونی رنـگ‌آمیزی شـده به روش معمول گیمسا بهره گرفته شد و پـس از شـمارش دقیق آن‌ها، درصد هر یـک، از شـمارش کلـی گلبول‌هـای سفید تعیین و بررسی آماری شد. سطح سلنیوم در سرم با روش جـذب اتمـی PERKIN ELMER 4100 انـدازه‌گیری شد؛ به این منظور ابتدا ۲ میلی‌لیتر از سـرم جـدا شـده از خون حیوانات مطالعه شده به ۱ میلی‌لیتر محلول ۵ درصد آمونیوم پیرمیدین کاربامـات اضـافه شـده و بـه مـدت ۲۰ دقیقه در شیکر (Shaker) به هم زده شد تا عناصر موجـود در آن بـه شـکل مجموعـه‌های ارگانومتالیـک (Complexes Organometallic) مشاهده شوند، سپس بـه ترکیـب بـه دسـت آمـده ۱ میلی‌لیتـر از محلـول متیـل ایزوبوتیل کتون افزوده شد و پس از گذشت ۱۰ دقیقـه تـا زمانی که عناصر موجود در آن به فاز ارگانیک تبدیل شوند با ۲۵۰۰ دور در دقیقـه (*rpm*) سـانتریفوژ شـدند. پـس از انجام تنظیمـات دسـتگاه‌ها، منحنی‌هـای کالیبراسـیون بـا روش استاندارد و نرم‌افـزار Palladium Matrix Modifier Win Lab 32 به دست آمـد و مقـادیر سـلنیوم موجـود در محلول سنجیده و پس از تبدیل بـه واحـد میکـروگـرم در دسی لیتر سرم (µg/dl) بررسی آماری شد (۱۶).

تحلیل آماری داده‌های به دست آمده بـا بهره‌گیـری از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. در این نرم‌افـزار از روش آنالیز واریانس یک‌متغیره ANOVA و آزمون‌هـای تعقیبی Tukey و Dunnett's برای ارزیابی بین گروه‌هـا در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد و برای ارزیابی میزان هم‌بستگی بین متغیرها در گروه‌ها و روزهای مختلف نیـز از تسـت آمـاری Pearson Correlation در سـطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد. بـه منظـور بررسـی

اختلاف متغیرها در روزهای مختلف و نیز مقایسه بین حیوانات کلون و غیرکلون در متغیرهای بررسی‌شده از تست آماری Repeated Measure و آزمون تکمیلی Bonferroni در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ بهره گرفته شد.

**نتایج**

در جدول ۱ یافته‌های حاصل از ارزیابی فراسنجه‌های خونی شامل هماتوکریت (PCV)، شمارش گلبول‌های سفید خون (WBC)، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها در بزهای آبستن گروه‌های تیمار ۱ (نانوسلنیوم)، تیمار ۲ (سلنیت سدیم) و شاهد، در روزهای مختلف مطالعه نشان داده شده‌اند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، در مقایسه میانگین هماتوکریت در تیمارها و شاهد در روز صفر، بین روزهای مختل اختلاف معنی‌دار وجود داشت، به‌گونه‌ای که در این روز میانگین هماتوکریت در هر سه گروه، از روزهای دیگر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. در مقایسه بین گروه‌ها در این روز، هماتوکریت در تیمار ۱ نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌دار بالاتر بود، ولی بین تیمارها و بین تیمار ۲ و شاهد اختلافی وجود نداشت (P<۰/۰۵).

در مقایسه WBC در گروه تیمار ۱ طی روزهای مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و نتایج آزمون تعقیبی در این گروه نشان داد، میانگین WBC در روزهای صفر و ۷+ در تیمار ۱، به‌طور معنی‌دار بیشتر از روزهای دیگر بود، همچنین این میانگین در روز ۷- نیز به‌طور معنی‌دار از روزهای ۱۴- و ۱۴+ بیشتر بود، اما در گروه تیمار ۲ میانگین WBC در روزهای صفر و ۷+ به‌طور معنی‌دار بیشتر از سایر روزها بود. در مقایسه گروه‌ها با یک‌دیگر، در روز ۷- میانگین WBC در گروه تیمار ۱ از دو گروه دیگر به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، همچنین در روزهای صفر و ۷+ این میانگین در هر دو گروه تیمار از شاهد و بین تیمارها نیز در تیمار ۱ از تیمار ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵)؛ در مقایسه تعداد نوتروفیل‌های خون در بزها، اختلاف بین روزهای مختلف در تمامی گروه‌ها معنی‌دار بود به‌گونه‌ای که در گروه‌های تیمار، به‌خصوص در روزهای صفر و ۷+، میانگین نوتروفیل‌ها به‌طور معنی‌داری از سایر روزها بیشتر بود و در گروه شاهد نیز میانگین نوتروفیل‌ها در روز صفر از روزهای دیگر، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. در مقایسه بین گروه‌ها، در روزهای ۷-، صفر و ۷+، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، به‌گونه‌ای که در روز ۷- میانگین نوتروفیل‌ها در گروه تیمار ۱، از شاهد و تیمار ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، و در روزهای صفر و ۷+، این میانگین در تیمارها به‌طور معنی‌داری از شاهد، و بین تیمارها نیز در تیمار ۱ از تیمار ۲ بیشتر بود (P<۰/۰۵)؛ نهایتاً در مقایسه تعداد لنفوسیت‌های خون در بزها، اختلاف بین روزهای مختلف تنها در گروه تیمار ۱ مشهود بود، به‌گونه‌ای که در روزهای صفر، ۷+ و ۱۴+ به‌طور معنی‌داری از روزهای پیشین بیشتر بود. در مقایسه بین گروه‌ها نیز، میانگین لنفوسیت‌های خون در روزهای صفر و ۷+ در گروه‌های تیمار، به‌طور معنی‌داری از شاهد بیشتر بود.

جدول ۲ نشان‌دهنده تغییرات هفتگی سطح سلنیوم سرم بزهای سانن در مدت مطالعه است. نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین روزهای مختلف در گروه‌های تیمار ۱ و ۲ است، به‌گونه‌ای میانگین سلنیوم سرم در این دو گروه، در روزهای ۷-، صفر و ۷+ از روزهای دیگر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. در همین روزها، اختلاف معنی‌دار بین میانگین سلنیوم سرم در گروه‌های مختلف مشاهده شد، به‌گونه‌ای که در روز ۷-، این میانگین در گروه‌های تیمار از شاهد به‌طور معنی‌دار بیشتر بود و در روزهای صفر و ۷+ نیز در گروه تیمار۱ از تیمار ۲ و در تیمار ۲ از شاهد به‌طور معنی‌دار بیشتر بود (P<۰/۰۵).

در جدول ۳ به ارتباط بین تغییرات سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های خونی ارزیابی‌شده در بزها، به‌صورت جداگانه در هر گروه طی مدت مطالعه پرداخته شده است. بر اساس نتایج بررسی آماری، در تیمار ۱، تغییرات سلنیوم سرم در طول مطالعه با تغییرات PCV، WBC و نوتروفیل‌ها رابطه معنی‌دار مستقیم داشت و در تیمار ۲ نیز بین تغییرات سلنیوم سرم و تغییرات نوتروفیل‌ها رابطه معنی‌دار مستقیم وجود داشت.

**جدول ۱**- میانگین ± خطای استاندارد (SEM) فراسنجه‌های خونی بزها در گروه‌ها و روزهای مختلف

| متغیر | گروه | روز ۱۴- | روز ۷- | روز صفر (زایمان) | روز ۷+ | روز ۱۴+ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| هماتوکریت (درصد) | تیمار ۱ | ۲۷/۱۴ ± ۰/۵۹$^{a}$ | ۲۷/۷۱ ± ۰/۲۸$^{a}$ | ۳۵/۱۴ ± ۰/۳۴$^{Ab}$ | ۲۸ ± ۰/۳۰$^{a}$ | ۲۷/۲۸ ± ۰/۱۸$^{a}$ |
| | تیمار۲ | ۲۷ ± ۰/۳۶$^{a}$ | ۲۷/۱۶ ± ۰/۳۰$^{a}$ | ۳۲ ± ۰/۳۶$^{ABb}$ | ۲۷/۳۳ ± ۰/۲۱$^{a}$ | ۲۷/۱۶ ± ۰/۳۰$^{a}$ |
| | شاهد | ۲۷/۲ ± ۰/۳۷$^{a}$ | ۲۷ ± ۰/۳۱$^{a}$ | ۳۱ ± ۵۱/۶$^{Bb}$ | ۲۷ ± ۰/۳۱$^{a}$ | ۲۷ ± ۰/۳۱$^{a}$ |
| گلبول‌های سفید خون (*Cells/µl*) | تیمار ۱ | ۷۸۱۴ ± ۵۰/۸$^{a}$ | ۸۶۸۱ ± ۱۴/۵$^{Ab}$ | ۱۱۰/۶ ± ۱۰۰۲۸$^{Ac}$ | ۹۹۹۱ ± ۳۰/۲$^{Ac}$ | ۷۸۸۰ ± ۵۱/۶$^{a}$ |
| | تیمار۲ | ۷۸۱۰ ± ۷۸/۳$^{a}$ | ۷۸۲۰ ± ۲۱/۲$^{Ba}$ | ۸۶۲۳ ± ۴۴/۸$^{Bb}$ | ۸۵۹۸ ± ۴۵/۱$^{Bb}$ | ۸۰۵۸ ± ۳۳/۲$^{a}$ |
| | شاهد | ۷۷۹۸ ± ۳۱/۶$^{a}$ | ۷۷۷۸ ± ۸/۶$^{Ba}$ | ۷۵۴۶ ± ۱۸/۶$^{Cb}$ | ۷۵۵۱ ± ۱۶/۹$^{Cb}$ | ۷۸۰۰ ± ۳۶/۴$^{a}$ |
| نوتروفیل‌ها (*Cells/µl*) | تیمار ۱ | ۲۴۲۳ ± ۳۵/۷$^{a}$ | ۳۱۲۵ ± ۲۴/۴$^{Ab}$ | ۴۸۷۰ ± ۵۹/۴$^{Ac}$ | ۴۸۱۰ ± ۳۴/۵$^{Ac}$ | ۲۹۵۰ ± ۳۸/۱$^{Ab}$ |
| | تیمار۲ | ۲۴۲۰ ± ۳۴/۱$^{a}$ | ۳۰۷۵ ± ۳۰/۸$^{Ab}$ | ۳۴۷۷ ± ۲۵/۸$^{Bc}$ | ۳۴۶۷ ± ۱۳/۳$^{Bc}$ | ۲۹۱۴ ± ۲۶/۶$^{Ab}$ |
| | شاهد | ۲۴۷۹ ± ۲۶/۹$^{a}$ | ۲۳۸۰ ± ۱۹/۶$^{Bb}$ | ۲۶۳۷ ± ۲۹/۶$^{Cc}$ | ۲۴۹۱ ± ۲۰/۱$^{Cad}$ | ۲۶۰۵ ± ۲۸/۳$^{Bcd}$ |
| لنفوسیت‌ها (*Cells/µl*) | تیمار ۱ | ۴۷۷۷ ± ۲۹/۹$^{ac}$ | ۴۷۴۶ ± ۳۰/۵$^{a}$ | ۴۹۵۷ ± ۶۲/۳$^{Ab}$ | ۴۸۳۸ ± ۲۶/۱$^{Abc}$ | ۴۸۹۷ ± ۳۵/۳$^{b}$ |
| | تیمار۲ | ۴۷۷۶ ± ۴۷/۱$^{ab}$ | ۴۶۵۲ ± ۳۸/۳$^{a}$ | ۴۷۷۱ ± ۲۵/۷$^{Aab}$ | ۴۸۵۷ ± ۳۶/۳$^{Ab}$ | ۴۸۰۸ ± ۳۳/۴$^{ab}$ |
| | شاهد | ۴۷۵۶ ± ۲۱/۴$^{a}$ | ۴۷۲۹ ± ۲۰/۱$^{a}$ | ۴۴۷۶ ± ۲۶/۹$^{Bb}$ | ۴۵۴۵ ± ۲۵/۴$^{Bb}$ | ۴۷۸۹ ± ۳۷/۳$^{a}$ |

$^{A,B,C}$ حروف بزرگ در هر ستون از هر متغیر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

$^{a,b,c,d}$ حروف کوچک در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

**جدول ۲**- میانگین ± خطای استاندارد (SEM) سطح سلنیوم سرم بزها (µg/dl) در گروه‌ها و روزهای مختلف

| گروه | روز ۱۴- | روز ۷- | روز صفر (زایمان) | روز ۷+ | روز ۱۴+ |
|---|---|---|---|---|---|
| تیمار ۱ | ۲۱/۲۳ ± ۰/۱۷$^{a}$ | ۴۴/۳۴ ± ۰/۲۰$^{Ab}$ | ۴۳/۱۰ ± ۰/۲۶$^{Ab}$ | ۴۱/۵۶ ± ۰/۲۴$^{Ab}$ | ۱۹/۷۹ ± ۰/۳۶$^{Aa}$ |
| تیمار۲ | ۲۱/۰۹ ± ۰/۱۸$^{a}$ | ۴۴/۱۰ ± ۰/۱۸$^{Ab}$ | ۳۷/۵۵ ± ۰/۰۵$^{Bc}$ | ۳۴/۳۴ ± ۰/۰۵$^{Bc}$ | ۱۸/۴۵ ± ۰/۰۸$^{Ba}$ |
| شاهد | ۱۹/۰۳ ± ۰/۳۷ | ۱۹/۲۳ ± ۰/۷۰$^{B}$ | ۱۷/۸۳ ± ۰/۲۵$^{C}$ | ۱۸/۸۳ ± ۰/۶۸$^{C}$ | ۱۸/۸۳ ± ۰/۴۰$^{B}$ |

$^{A,B,C}$ حروف بزرگ در هر ستون از هر متغیر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

$^{a,b,c,d}$ حروف کوچک در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

**جدول ۳**- ارتباط بین تغییرات سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های خون بزها در گروه‌های مختلف

| متغیرها | تیمار ۱ | تیمار ۲ | شاهد |
|---|---|---|---|
| سلنیوم/ هماتوکریت | r= ۰/۴۷۲<br>P= ۰/۰۰۴۲ | – | – |
| سلنیوم/ گلبول‌های سفید خون | r= ۰/۶۹۱<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | – | – |
| سلنیوم/ نوتروفیل | r= ۰/۷۱۲<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | r= ۰/۶۳۸<br>P= ۰/۰۰۰۱ | – |
| سلنیوم/ لنفوسیت | – | – | – |

در جدول ۴ به ارتباط مابین تغییرات سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های خونی ارزیابی‌شده در بزها، در روزهای مختلف پرداخته شده است؛ بر این اساس در روز ۱۴- رابطه معنی‌داری بین سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های

خونی ارزیابی شده به‌دست نیامد، اما در روز ۷- تغییرات سلنیوم سرم با تغییرات WBC و نوتروفیل‌ها رابطه معنی‌دار مستقیم داشت و در روزهای صفر و ۷+ نیز بین تغییرات سلنیوم سرم و تمامی فراسنجه‌های خونی ارزیابی‌شده، رابطه معنی‌دار مستقیم مشاهده شد.

**جدول ۴**- ارتباط مابین تغییرات سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های خون بزها در روزهای مختلف

| متغیرها | روز ۱۴- | روز ۷- | روز صفر (زایمان) | روز ۷+ | روز ۱۴+ |
|---|---|---|---|---|---|
| سلنیوم/ هماتوکریت | – | – | r= ۰/۹۴۸<br>P≤ ۰/۰۰۰۱ | r= ۰/۵۱۹<br>P= ۰/۰۲۷۱ | – |
| سلنیوم/ گلبول‌های سفید خون | – | r= ۰/۵۶<br>P= ۰/۰۱۵۷ | r= ۰/۹۱۱<br>P≤ ۰/۰۰۰۱ | r= ۰/۹۵۰<br>P≤ ۰/۰۰۰۱ | – |
| سلنیوم/ نوتروفیل | – | r= ۰/۹۷۳<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | r= ۰/۸۸۸<br>P≤ ۰/۰۰۰۱ | r= ۰/۹۴۸<br>P≤ ۰/۰۰۰۱ | – |
| سلنیوم/ لنفوسیت | – | – | r= ۰/۸۷۶<br>P= ۰/۰۰۰۱ | r= ۰/۸۳۳<br>P≤ ۰/۰۰۰۱ | – |

در جدول ۵ به مقایسه آماری میانگین فراسنجه‌های خونی شامل هماتوکریت، شمارش گلبول‌های سفید و شمارش تفریقی گلبول‌های سفید شامل تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها، بین بزهای سانن کلون‌شده به روش SCNT و بزهای سانن غیرکلون در روزهای انجام مطالعه پرداخته شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، اختلاف معنی‌داری بین حیوانات کلون و غیرکلون در روزهای مختلف مشاهده نشد.

**جدول ۵**- میانگین ± خطای استاندارد (SEM) فراسنجه‌های خونی بزهای کلون و غیرکلون در روزهای مختلف

| روز | کلون/غیرکلون | هماتوکریت (%) | گلبول‌های سفید (Cells/µl) | نوتروفیل‌ها (Cells/µl) | لنفوسیت‌ها (Cells/µl) |
|---|---|---|---|---|---|
| روز ۱۴- | کلون | ۲۶/۶۶ ± ۰/۳۷۲ | ۷۸۱۱ ± ۴۵/۸۰ | ۲۴۳۰ ± ۲۵/۸۹ | ۴۷۷۳ ± ۲۸/۰۲ |
| | غیرکلون | ۲۷/۴۴ ± ۰/۳۳۷ | ۷۸۰۵ ± ۴۷/۴۶ | ۲۴۴ ± ۳۰/۱۴۹ | ۴۷۶۹ ± ۲۸/۴۸ |
| روز ۷- | کلون | ۲۷/۲۲ ± ۰/۲۲۲ | ۷۹۶۶ ± ۶۶/۸۳ | ۲۹۶۷ ± ۱۰۶/۶۰ | ۴۷۴۲ ± ۱۷/۸۱ |
| | غیرکلون | ۲۷/۴۴ ± ۰/۲۹۳ | ۷۹۱۶ ± ۵۹/۶۷ | ۲۸۳۰ ± ۱۲۱/۱۲۴ | ۴۶۷۸ ± ۳۳/۴۱ |
| روز صفر (زایمان) | کلون | ۳۲/۴۴ ± ۱/۰۹۴ | ۸۹۹۶ ± ۳۶۲/۵۲ | ۳۹۰۴ ± ۳۲۷/۷۷ | ۴۷۸۶ ± ۷۷/۰۷ |
| | غیرکلون | ۳۱/۳۳ ± ۱/۲۰۱ | ۸۷۳۸ ± ۳۶۲/۸۳ | ۳۶۶۷ ± ۳۲۴/۷۶ | ۴۷۳۶ ± ۷۷/۵۴ |
| روز ۷+ | کلون | ۲۷/۵۵ ± ۰/۲۴۲ | ۸۹۷۵ ± ۳۴۹/۵۷ | ۳۸۴۰ ± ۳۳۲/۷۸۸ | ۴۷۷۶ ± ۳۷/۴۱ |
| | غیرکلون | ۲۷/۴۴ ± ۰/۲۹۳ | ۸۷۲۳ ± ۳۵۲/۷۴ | ۳۵۸۸ ± ۳۳۳/۹۳ | ۴۷۵۰ ± ۶۵/۳۷ |
| روز ۱۴+ | کلون | ۲۷/۳۳ ± ۰/۱۶۶ | ۷۹۲۲ ± ۵۲/۶۹ | ۲۸۷۱ ± ۵۷/۲۸ | ۴۸۴۰ ± ۳۱/۰۶ |
| | غیرکلون | ۲۷ ± ۰/۲۳۵ | ۷۹۱۲ ± ۴۸/۴۱ | ۲۸۱۳ ± ۵۷/۷۸ | ۴۸۳۴ ± ۳۴/۴۹ |

نتایج حاصل از ارزیابی فراسنجه‌های خون بزغاله‌های متولد شده از بزهای سانن استفاده شده در این پژوهش، طی روزهای تولد و روزهای ۷ و ۱۴ پس از تولد در جدول ۶ نشان داده شده‌اند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین هماتوکریت در تیمارها، بین روزهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت، به‌گونه‌ای که این میانگین در تیمار ۱ در روز صفر نسبت به روزهای پس از آن به‌طور معنی‌دار بیشتر بود و در تیمار ۲ نیز در روز صفر بیشتر از ۷+ و در روز ۷+ به‌طور معنی‌دار کمتر از روز ۱۴+ بود (P<۰/۰۵).

در بررسی میانگین WBC بین روزهای مختلف در گروه‌های تیمار اختلاف معنی‌دار وجود داشت، به‌گونه‌ای که در تیمار ۱، این میانگین در روزهای صفر و ۷+ از روز ۱۴+ و در تیمار ۲ در روز صفر از روزهای پس از آن به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. در مقایسه بین گروه‌ها، میانگین WBC در روز صفر، در گروه تیمار ۱ از تیمار ۲ و در تیمار ۲ نیز از شاهد، به‌طور معنی‌دار بیشتر بود، همچنین در روز ۷+ میانگین WBC در تیمار ۱ از دو گروه دیگر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود (P<۰/۰۵).

در مقایسه تعداد نوتروفیل‌های خون، بین روزهای مختلف در هر سه گروه، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد به این صورت که در تیمار ۱، میانگین نوتروفیل‌ها در روز صفر از ۷+ و روز ۷+ به‌طور معنی‌دار بیشتر از ۱۴+ بود و در گروه تیمار ۲ نیز در روز صفر از روزهای دیگر بیشتر بود، اما در شاهد، در روزهای صفر و ۷+ از به‌طور معنی‌دار کمتر روز ۱۴+ بود. در مقایسه بین گروه‌ها، میانگین نوتروفیل‌ها در گروه تیمار ۱ به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار ۲ و در تیمار ۲ نیز بیشتر از شاهد بود، همچنین در روز ۷+ میانگین نوتروفیل‌ها در تیمار ۱ از دو گروه دیگر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود (P<۰/۰۵).

در مقایسه میانگین تعداد لنفوسیت‌های خون، بین روزهای مختلف در تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت به‌گونه‌ای که در تیمار ۱، در روز صفر به‌طور معنی‌دار از ۷+ و در روز ۷+ بیشتر از ۱۴+ بود، همچنین در تیمار ۲ در روز صفر از روزهای پس از آن به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. میانگین تعداد لنفوسیت‌ها بین گروه‌های مختلف، تنها در روز صفر دارای اختلاف معنی‌دار بود. در این روز میانگین لنفوسیت در تیمار ۱ و ۲ به‌طور معنی‌دار بیشتر از شاهد بود، ولی بین تیمارها اختلافی مشاهده نشد (P<۰/۰۵).

**جدول ۶**- میانگین ± خطای استاندارد (SEM) فراسنجه‌های خونی بزغاله‌ها در گروه‌ها و روزهای مختلف

| متغیر | گروه | روز صفر (تولد) | روز ۷+ | روز ۱۴+ |
|---|---|---|---|---|
| هماتوکریت (درصد) | تیمار ۱ | ۳۴/۱۱ ± ۰/۳$^{Aa}$ | ۲۷/۱۱ ± ۰/۲۶$^{b}$ | ۲۷ ± ۰/۲۸$^{b}$ |
| | تیمار۲ | ۲۹/۶۲ ± ۰/۲۶$^{Ba}$ | ۲۶/۶۲ ± ۰/۳۲$^{b}$ | ۲۹/۵۰ ± ۰/۲۶$^{a}$ |
| | شاهد | ۲۷ ± ۰/۲۵$^{B}$ | ۲۶/۸۳ ± ۰/۳ | ۲۶/۶۶ ± ۰/۲۱ |
| گلبول‌های سفید خون *(Cells/µl)* | تیمار ۱ | ۱۰۹۱۱ ± ۲۷/۳$^{Aa}$ | ۱۰۷۵۰ ± ۴۰/۸$^{Aa}$ | ۸۵۱۳ ± ۲/۷$^{b}$ |
| | تیمار۲ | ۹۴۳۷ ± ۷۵/۴$^{Ba}$ | ۸۵۱۸ ± ۵/۹$^{Bb}$ | ۸۵۱۰ ± ۲/۶$^{b}$ |
| | شاهد | ۸۵۰۵ ± ۹/۵$^{C}$ | ۸۵۰۰ ± ۶/۵$^{B}$ | ۸۵۰۵ ± ۲/۸ |
| نوتروفیل‌ها *(Cells/µl)* | تیمار ۱ | ۵۰۳۱ ± ۳۲/۱$^{Aa}$ | ۴۵۳۹ ± ۵۹/۷$^{Ab}$ | ۲۸۵۶ ± ۳۲/۶$^{c}$ |
| | تیمار۲ | ۳۷۴۰ ± ۵۷/۱$^{Ba}$ | ۲۸۹۶ ± ۲۸/۶$^{Bb}$ | ۲۷۹۷ ± ۲۵/۲$^{b}$ |
| | شاهد | ۲۶۷۹ ± ۱۷/۶$^{Ca}$ | ۲۶۴۹ ± ۲۶/۶$^{Ba}$ | ۲۷۷۶ ± ۲۸/۰$^{b}$ |
| لنفوسیت‌ها *(Cells/µl)* | تیمار ۱ | ۵۴۴۲ ± ۲۹/۱$^{Aa}$ | ۵۳۱۵ ± ۴۹/۹$^{b}$ | ۵۱۹۳ ± ۱۹/۲$^{c}$ |
| | تیمار۲ | ۵۴۳۸ ± ۵۴/۲$^{Aa}$ | ۵۲۱۷ ± ۳۰/۴$^{b}$ | ۵۲۰۱ ± ۲۰/۱$^{b}$ |
| | شاهد | ۵۲۸۷ ± ۲۶/۴$^{B}$ | ۵۲۸۴ ± ۳۲/۵ | ۵۱۹۹ ± ۱۳/۶ |

$^{A,B,C}$ حروف بزرگ در هر ستون از هر متغیر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

$^{a,b,c}$ حروف کوچک در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

بر اساس نتایج درج شده در جدول ۷ که به مقایسه سطح سلنیوم سرم در بزغاله‌های تازه متولد شده در گروه‌ها و روزهای مختلف پرداخته است، در هر سه گروه بین روزهای مختلف مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در تیمار ۱ میانگین سلنیوم سرم در روزهای صفر و ۷+ از روز ۱۴+ به‌طور معنی‌دار بیشتر بود و در تیمار ۲ در روز صفر بیشتر از ۷+ و روز ۷+ بیشتر از ۱۴+ بود، اما در گروه شاهد، برعکس در روز صفر میانگین سلنیوم سرم، از سایر روزها به‌طور معنی‌دار کمتر بود. در مقایسه بین گروه‌ها، در روزهای صفر و ۷+، میانگین سلنیوم در گروه تیمار ۱ از تیمار ۲ و در تیمار ۲ نیز از شاهد، به‌طور معنی‌دار بیشتر بود؛ این در حالی است که در روز ۱۴+ با افت محسوس سطح سلنیوم سرم در بزغاله‌های تیمار ۲، میانگین سلنیوم سرم در این گروه به‌طور معنی‌دار کمتر از گروه‌های تیمار ۱ و شاهد بود.

**جدول ۷**- میانگین ± خطای استاندارد (SEM) سطح سلنیوم سرم بزغاله‌ها (*µg/dl*) در در گروه‌ها و روزهای مختلف

| گروه | روز صفر (تولد) | روز ۷+ | روز ۱۴+ |
|---|---|---|---|
| تیمار ۱ | ۳۰/۴۱ ± ۰/۰۸$^{Aa}$ | ۳۰/۴۵ ± ۰/۰۶$^{Aa}$ | ۱۹/۱۳ ± ۰/۰۲$^{Ab}$ |
| تیمار۲ | ۲۶/۵۸ ± ۰/۰۹$^{Ba}$ | ۲۴/۴۰ ± ۰/۰۴$^{Bb}$ | ۱۸/۴۵ ± ۰/۰۷$^{Bc}$ |
| شاهد | ۱۶/۸۴۷ ± ۰/۱۰$^{Ca}$ | ۱۸/۸۷۳ ± ۰/۰۹$^{Cb}$ | ۱۹/۰۶ ± ۰/۰۵$^{Ab}$ |

$^{A,B,C}$ حروف بزرگ در هر ستون از هر متغیر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).
$^{a,b,c}$ حروف کوچک در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

در جدول ۸ به ارتباط بین تغییرات سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های خونی ارزیابی‌شده در بزغاله‌ها در مدت مطالعه، به‌صورت جداگانه در هر گروه پرداخته شده است. بر اساس نتایج بررسی آماری، در گروه‌های تیمار بین تغییرات سلنیوم سرم و تغییرات هماتوکریت، WBC، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها رابطه معنی‌دار مستقیم وجود داشت.

**جدول ۸**- ارتباط بین تغییرات سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های خون بزغاله‌ها در گروه‌های مختلف

| متغیرها | نانوسلنیوم | سلنیت | شاهد |
|---|---|---|---|
| سلنیوم/ هماتوکریت | r= ۰/۴۹۴<br>P= ۰/۰۰۸۸ | r= ۰/۶۴۱<br>P= ۰/۰۰۰۷ | - |
| سلنیوم/ گلبول‌های سفید خون | r= ۰/۹۹۵<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | r= ۰/۶۸۹<br>P= ۰/۰۰۰۲ | - |
| سلنیوم/ نوتروفیل | r= ۰/۹۶۶<br>P≤ ۰/۰۰۰۱ | r= ۰/۷۴۸<br>P= ۰/۰۰۰۱ | - |
| سلنیوم/ لنفوسیت | r= ۰/۶۰۷<br>P≤ ۰/۰۰۰۸ | r= ۰/۵۵۸<br>P= ۰/۰۰۴۶ | - |

در جدول ۹ نتایج بررسی ارتباط بین تغییرات سطح سلنیوم سرم در روزهای مختلف در بزغاله‌ها نشان داده شده‌اند. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل آماری داده‌ها در روز صفر، بین تغییرات سطح سلنیوم سرم و تمامی فراسنجه‌های خونی مطالعه شده رابطه معنی‌دار مستقیم وجود داشت، همچنین تغییرات سلنیوم سرم در روز ۷+ با تغییرات گلبول‌های سفید خون و نوتروفیل‌ها و در روز

۱۴+ تنها با گلبول‌های سفید خون رابطه معنی‌دار مستقیم داشت.

**جدول ۹**- ارتباط بین تغییرات سطح سلنیوم سرم و فراسنجه‌های خون بزغاله‌ها در روزهای مختلف

| متغیرها | روز صفر (تولد) | روز ۷+ | روز ۱۴+ |
|---|---|---|---|
| سلنیوم/ هماتوکریت | r= ۰/۹۴۲<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | – | – |
| سلنیوم/ گلبول‌های سفید خون | r= ۰/۹۷۰<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | r= ۰/۸۸۶<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | r= ۰/۶۰۷<br>P=۰/۰۰۲۱ |
| سلنیوم/ نوتروفیل | r= ۰/۹۴۲<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | r= ۰/۹۲۱<br>P≤ ۰/۰۰۰۰۱ | – |
| سلنیوم/ لنفوسیت | r= ۰/۵۳۰<br>P≤ ۰/۰۰۹۳۱ | – | – |

در جدول ۱۰ به مقایسه تغییرات میانگین فراسنجه‌های خونی شامل هماتوکریت، شمارش گلبول‌های سفید و شمارش تفریقی گلبول‌های سفید شامل تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها بین بزغاله‌های سانن کلون‌شده به روش SCNT متولدشده از مادران کلون و بزغاله‌های سانن غیرکلون متولدشده از مادران غیرکلون، در روزهای نخست زندگی پرداخته شده است. بر این اساس اختلاف معنی‌داری بین بزغاله‌های کلون و غیرکلون در روزهای مختلف وجود نداشت.

**جدول ۱۰**- میانگین ± خطای استاندارد (SEM) فراسنجه‌های خونی بزغاله‌های کلون و غیرکلون در روزهای مختلف

| روز | کلون/غیرکلون | هماتوکریت (٪) | گلبول‌های سفید (Cells/µl) | نوتروفیل‌ها (Cells/µl) | لنفوسیت‌ها (Cells/µl) |
|---|---|---|---|---|---|
| روز صفر (تولد) | کلون | ۳۰/۷۷ ± ۱/۰۲۴ | ۹۸۸۴ ± ۳۴۷/۴۶ | ۴۰۵۲ ± ۳۳۲/۷۰ | ۵۳۹۸ ± ۳۰/۴۰ |
| | غیرکلون | ۳۰/۶۴ ± ۰/۸۵۵ | ۹۶۹۸ ± ۲۷۴/۲۱ | ۳۹۱۴ ± ۲۶۴/۶۳ | ۵۴۰۲ ± ۳۹/۴۶ |
| روز ۷+ | کلون | ۲۶/۷۷ ± ۰/۲۲۲ | ۹۴۸۹ ± ۳۸۸/۲۶ | ۳۵۵۹ ± ۳۰۲/۰۹ | ۵۲۶۹ ± ۷۰/۹۳ |
| | غیرکلون | ۲۶/۹۳ ± ۰/۲۴۵ | ۹۳۲۱ ± ۳۰۱/۸۷ | ۳۴۱۹ ± ۲۴۱/۳۸ | ۵۲۷۵ ± ۷۷/۹۳ |
| روز ۱۴+ | کلون | ۲۶/۸۸ ± ۰/۲ | ۸۵۰۸ ± ۳/۰۱ | ۲۸۰۷ ± ۳۲/۴۷ | ۵۱۹۹ ± ۱۶/۱۳ |
| | غیرکلون | ۲۶/۶۴ ± ۰/۲۲۵ | ۸۵۰۸ ± ۲/۵۷ | ۲۸۲۰ ± ۲۱/۷۳ | ۵۱۹۶ ± ۱۴/۱۲ |

**بحث**

نقش مؤثر تغذیه مادر در دوران آبستنی بر سلامت مادر و نوزاد بر کسی پوشیده نیست. در این میان در خصوص نقش سلنیوم در سلامت حیوانات پس از زایمان و شروع دوره شیرواری و نیز رشد نوزادان حیوانات، پژوهش‌های بسیار زیادی انجام شد و نشان داده شده که میزان تقاضای سلنیوم در انتهای دوران آبستنی و دوره انتقالی موجب کاهش سطح آن در بدن مادران می‌شود. از سوی دیگر انتقال میزان کافی سلنیوم از مادر به نوزاد بسیار حائز اهمیت است و عمده‌ترین راه این انتقال پیش از خوردن آغوز، از طریق جفت (Transplacental) است. Kojouri و همکاران در سال ۲۰۲۰ گزارش کردند که تجویز خوراکی

نانوذره سلنیوم به میزان ۰/۱ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در بره‌های نوزاد به مدت هفت روز، وزن‌گیری و رشد بره‌ها در دوران پس از نوزادی (Postnatal) را به شکل معنی‌دار بهبود می‌دهد (۱۶). Ryahi و همکاران در سال ۲۰۱۸، طی پژوهشی روی وضعیت اکسیداتیو بزهای سانن در حوالی زایمان، گزارش کردند که در روز زایمان در بزهای سانن فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در خون نظیر گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز، همراه با میزان برخی ریزمغذی‌ها از جمله عنصر سلنیوم سرم کاهش می‌یابد که نشان می‌دهد بزهای سانن در روز زایمان، استرس اکسیداتیو را به درجاتی تجربه می‌کنند (۲۹). عوامل بسیاری بر نتایج پژوهش‌هایی که روی اثر تجویز فرم‌های مختلف سلنیوم در حیوانات مختلف بررسی انجام می‌دهند، مؤثر هستند که از جمله می‌توان گونه حیوان، نژاد، تغذیه، سن انجام پژوهش، شرایط محیطی از جمله آب و هوا و نیز بومی بودن حیوان در منطقه جغرافیایی انجام پژوهش را نام برد. پژوهش‌های انجام شده روی فرم‌های مختلف سلنیوم نشان می‌دهند که این عنصر در فرم نانوذره علاوه بر سمیت بسیار اندک نسبت به سلنیت سدیم، اثرات آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی‌تری را ایجاد می‌کند (۲۱). پژوهش‌ها برای بررسی اثرات تجویز این عنصر در بزها در سنین مختلف به‌ویژه در دوره انتهای آبستنی بسیار محدود است.

در پژوهش حاضر اثرات حاصل از تجویز خوراکی نانوذره سلنیوم و سلنیت سدیم در بزهای نژاد سانن در دوره انتقالی، بر فراسنجه‌های خونی آن‌ها در قبل و بعد از زایمان و نیز بر فراسنجه‌های خونی نتاج حاصل از آن‌ها پس از تولد بررسی و مقایسه شد، همچنین نتایج حاصل از مداخله در تیمارها با یک گروه شاهد که آب مقطر دریافت کرده بودند نیز بررسی و مقایسه شدند. بر اساس نتایج به دست آمده، سطح هماتوکریت در بزهای مطالعه شده در اثر تجویز خوراکی مکمل سلنیوم در دوره انتقالی، در روز زایمان افزایش یافت. در پژوهشی که Sadeghian و همکاران در سال ۲۰۱۲ روی گوسفند انجام دادند، علی‌رغم افزایش اندک هماتوکریت به دنبال تجویز خوراکی نانوذره سلنیوم و سلنیت سدیم نسبت به شاهد، این افزایش معنی‌دار گزارش نشد، همچنین Alimohamady و همکاران در سال ۲۰۱۳ پژوهشی روی اثر تجویز خوراکی مقادیر مختلف سلنیوم بر فاکتورهای خونی بره های ۴ تا ۵ ماهه انجام دادند که آن‌ها نیز افزایش هماتوکریت در اثر تجویز سلنیوم در فرم‌ها و غلظت‌های مختلف را به شکل غیرمعنی‌دار گزارش کردند. نتایج این دو پژوهش گرچه در راستای نتایج پژوهش حاضر بودند، اما اختلافات آماری موجود را می‌توان به گونه حیوان، سن و نیز استرس‌های محیطی هنگام انجام آزمون مرتبط دانست (۲ و ۳۰). با توجه به ارتباط معنی‌دار افزایش هماتوکریت در روز زایمان در پژوهش حاضر، با افزایش سطح سلنیوم سرم به‌ویژه در گروه دریافت‌کننده نانوذره سلنیوم، می‌توان این یافته را به نقش سلنیوم در افزایش مقاومت گلبول‌های قرمز خون به دنبال اثرات آنتی‌اکسیدانی قوی این عنصر مرتبط دانست (۲۶)، همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهند کمبود سلنیوم فاکتوری مهم برای بروز انواع کم‌خونی به شمار می‌رود (۳۰). اثرگذاری بیشتر نانوذره سلنیوم بر افزایش سطح هماتوکریت بزها نسبت به سلنیت سدیم در روز زایمان و نیز بزغاله‌های حاصل از آن‌ها در روز تولد نیز نشان از عملکرد بهتر نانوذره سلنیوم در افزایش پایدار سطح سلنیوم سرم بزها و انتقال بهتر آن به نوزادان دارد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، تجویز خوراکی مکمل‌های سلنیوم در دوره انتقالی در بزها، موجب بهبود تعداد کل گلبول‌های سفید خون بزها در حوالی زایمان و نیز بزغاله‌ها در روز تولد و هفته نخست زندگی شد، در همین زمان تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها نیز در بزها و بزغاله‌های حاصل از آن‌ها، به‌دنبال تجویز خوراکی مکمل‌های سلنیوم در دوره انتقالی، افزایش یافت، هم‌چنین در مقایسه اثرات فرم‌های مکمل سلنیوم استفاده شده در پژوهش حاضر، نانوذرات سلنیوم نسبت به سلنیت سدیم، اثرات قوی‌تر و پایدارتری بر بهبود شمارش کلی گلبول‌های سفید و نیز تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها نشان داد. در همین راستا، نتایج پژوهش Alimohamady و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان داد که تجویز خوراکی سلنیوم در بره های ۴ تا ۵ ماهه افزایش اندکی در تعداد کل گلبول‌های سفید خون بره‌ها ایجاد می‌کند. آن‌ها

بررسی دقیق‌تری روی رده‌های مختلف گلبول‌های سفید خون انجام ندادند (۲). Sadeghian و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش کردند که تجویز خوراکی نانوسلنیوم در گوسفند موجب افزایش تعداد کل گلبول‌های سفید خون و نیز تعداد نوتروفیل‌های خون می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد، اما در پژوهش ایشان تعداد لنفوسیت‌ها ابتدا رو به کاهش گذارده و سپس افزایش یافت که با نتایج پژوهش حاضر منطبق نیست. او کاهش تعداد لنفوسیت‌ها را ناشی از افزایش تعداد نوتروفیل‌ها و بهبود دفاع ذاتی عنوان کرد. این اختلاف در نتایج شمارش لنفوسیت‌ها بین دو پژوهش، احتمالاً به اختلاف زمان انجام پژوهش و نوع تنش‌های محیطی و فیزیولوژیک واردشده بر حیوانات در مقطع انجام پژوهش مرتبط است (۳۰). Moeini و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کردند که تجویز مکمل ویتامین ایی و سلنیوم در گاوهای آبستن طی دوره انتقالی، موجب افزایش تعداد گلبول‌های سفید و نوتروفیل‌ها در گوساله‌های حاصل در روز تولد و هفت روزگی می‌شود (۲۲) که نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. در تأیید یافته‌های پژوهش حاضر، Yazdi و همکاران در سال ۲۰۱۳ اثرات تجویز خوراکی نانوذرات سلنیوم را در رت‌ها تحت تأثیر تابش اشعه ایکس بررسی و گزارش کردند. نانوسلنیوم موجب افزایش واضح WBC و تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌های خون رت‌های تحت تابش اشعه ایکس و نیز افزایش WBC و تعداد نوتروفیل‌ها در خون رت‌های شاهد که تحت تابش اشعه ایکس نبودند، می‌شود (۳۵). در پژوهشی که Javdani و همکاران در سال ۲۰۱۹ با ایجاد ضایعه‌ای در طناب نخاعی رت به بررسی اثرات نانوسلنیوم بر سلول‌های خونی در این گونه حیوانی پرداختند و گزارش کردند به دنبال تجویز نانوسلنیوم تعداد کل گلبول‌های سفید خون دچار کاهش معنی‌دار شد که آن را ناشی از اثرات حفاظتی نانوذرات سلنیوم بر بافت‌های عصبی دانستند (۱۵).

این نتایج با توجه به ارتباط معنی‌دار افزایش گلبول‌های سفید خون از جمله نوتروفیل با افزایش سطح سلنیوم سرم در بزهای مطالعه‌شده و بزغاله‌های متولد شده از آن‌ها به اثرات مثبت سلنیوم به خصوص در فرم نانوذره نسبت به فرم سلنیت سدیم، به‌دلیل افزایش مؤثرتر و پایدارتر سطح سلنیوم سرم، اشاره می‌کند. سلنیوم به‌عنوان از بین‌برنده رادیکال‌های آزاد در غشای سلولی، اثرات حفاظتی بسیار مؤثری در برابر آسیب‌های ناشی از استرس‌های اکسیداتیو دارد؛ لذا یافته‌های پژوهش حاضر احتمالاً با اثر آنتی‌اکسیدانی قوی نانوذرات سلنیوم و حفاظت از غشای سلولی و اندامک‌های داخل سلول توسط سلنیوم و متعاقباً افزایش طول عمر (Lifespan) گلبول‌های سفید خون به‌ویژه نوتروفیل‌ها مرتبط است (۱۴ و ۲۲). پژوهش‌ها نشان می دهند کمبود سلنیوم، موجب کاهش توانایی تولیدمثل لنفوسیت‌ها، به دلیل کاهش تعداد گیرنده‌های ترانسفرین به عنوان عاملی مهم در تولیدمثل لنفوسیت‌ها، می‌شود (۲۴). لنفوسیت‌ها در ایمنی سلولی نقش مهمی بر عهده دارند و برای بهبود سیستم دفاعی بدن در برابر عفونت‌های فرصت‌طلب، بسیار حائز اهمیت هستند (۳۵).

پژوهش حاضر برای نخستین بار به ارزیابی و مقایسه تغییرات فراسنجه‌های خونی بزهای نژاد سانن آبستن که با روش SCNT با استفاده از منبع تخمک حاصل از تخمدان‌های کشتارگاهی کلون‌شده‌اند و جنین‌شان نیز به همین روش تولید شده است، با بزهای سانن آبستن غیرکلون و نتاج غیرکلون آن‌ها در دوره انتقالی در بزها و روزهای ابتدایی زندگی در بزغاله‌ها پرداخته است. فناوری کلون‌سازی حیوانات از جنبه‌های مختلفی سودمند است، به خصوص برای بهبود عملکرد ژنتیکی به منظور بازدهی بیشتر حیوانات مزرعه، کاستن از بروز برخی بیماری‌های با زمینه ژنتیکی در این حیوانات و نیز برای مقاصد درمانی در انسان مانند تولید پروتئین‌های درمانی برای استفاده انسان و دست‌یابی به فناوری پیوند بافت و اعضا برای انسان (۳۳)، اما یکی از مهم‌ترین مشکلات این فناوری درصد موفقیت پایین فنون رایج انجام آن است. از دست رفتن جنین‌ها و تلفات پیرازایشی (Perinatal) به‌ویژه در گوسفندان و گاوهای کلون‌شده نیز بسیار زیاد گزارش شده است (۱۳ و ۲۸). یکی از دغدغه‌هایی که در راستای پیشرفت این فناوری وجود دارد، وضعیت ایمنی حیوانات کلون‌شده در زمان‌های مختلف زندگی از دوران جنینی تا بلوغ و نیز مراحل تولید است که اخیراً توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. همان‌طورکه پیش‌تر نیز اشاره شد فراسنجه‌های خونی یکی از

شاخص‌های کاربردی و درمانگاهی مناسب به منظور ارزیابی پاسخ‌های ایمنی بدن حیوان تحت شرایط بیماری‌های عفونی و استرس‌هایی نظیر آبستنی، زایمان و شیرواری است. بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش هیچ اختلاف معنی‌داری در مقایسه فراسنجه‌های خونی شامل هماتوکریت، شمارش کامل گلبول‌های سفید و شمارش تفریقی نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها، بین بزهای کلون‌شده SCNT و بزهای غیرکلون و نیز بین بزغاله‌های کلون‌شده حاصل از بزهای SCNT و بزغاله‌های غیرکلون حاصل از مادران غیرکلون وجود نداشت. Blash و همکاران طی مقاله‌ای در سال ۲۰۱۲ از سلامت سه بز کلون‌شده در سال ۱۹۹۹ خبر دادند و گزارش دادند آن‌ها از زمان تولد تا سن ۱۳ سالگی از هیچ مشکل خاصی نسبت به بزهای غیرکلون رنج نبرده و دوره‌های تولید طبیعی را گذرانده‌اند (۷). گزارش آن‌ها تأیید کرد که شرایط ایمنی بدن این حیوانات طبیعی بود که نتایج حاصل از پژوهش حاضر نیز به صورت اولیه و تا حدودی این یافته را تقویت می‌کند. Rutigliano و همکاران در سال ۲۰۱۷ به ارزیابی و مقایسه تلفات جنینی در گوسفندان و بزهای کلون‌شده به روش SCNT پرداختند. اساس پژوهش آن‌ها بررسی بیان ژن‌های مرتبط با ایمنی در جفت بود و نتایج نشان داد میزان مرگ و میر جنین به طور آشکاری در گوسفندان کلون‌شده نسبت به بزها بیشتر است. آن‌ها با تکیه بر اطلاعات به دست آمده، این نتیجه را ناشی از فقدان عملکرد مناسب روندهای مرتبط با ایمنی در گوسفندان دانستند که جنین را در برابر پاسخ‌های ایمنی مادری به درستی محافظت نکرده است (۲۸). Chavatte-Palmer و همکاران در سال ۲۰۰۹ پژوهشی با هدف بررسی وضعیت ایمنی در گاوهای کلون‌شده با ارزیابی کامل گلبول‌های سفید خون و پاسخ‌های ایمنی هومورال و سلول‌های T انجام دادند. بر اساس گزارش پژوهش وی، در شمارش کلی گلبول‌های سفید خون و شمارش تفریقی نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری بین گاوهای کلون‌شده و غیرکلون وجود نداشت که مشابه با نتایج پژوهش حاضر در گونه بز است. آن‌ها با تحلیل نتایج تأیید کردند که عملکرد سیستم ایمنی گاوها تحت تأثیر کلون-سازی تغییر نمی‌کند (۹).

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌توان اذعان کرد که تجویز نانوذرات سلنیوم در دوره انتقالی در بزهای نژاد سانن به‌طور مؤثرتر و پایدارتری نسبت به سلنیت سدیم، سطح سلنیوم سرم را در حوالی زایمان افزایش می‌دهد؛ علاوه بر این متعاقب انتقال مناسب‌تر سلنیوم از مادر به جنین در زمان تجویز نانوذرات سلنیوم به بزها در دوره انتقالی، نسبت به سلنیت سدیم، سطح سلنیوم سرم در بزغاله‌ها در هفته نخست زندگی سطح بالاتر و پایدارتری نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر بهبود سطح سلنیوم- به‌ویژه در فرم نانوذره که سمیت بسیار کمتری نیز نسبت به سلنیت سدیم دارد- موجب افزایش WBC و تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌های خون در بزها در حوالی زایمان و نیز در نتاج آن‌ها در هفته نخست زندگی می‌شود. این افزایش به‌ویژه در تعداد نوتروفیل‌ها که نخستین سد دفاعی بدن در برابر عوامل بیگانه محسوب می‌شود، می‌تواند به بهبود مقابله بدن در برابر عوامل بیماری‌زا و سلامت بیشتر بزغاله‌های نوزاد کمک کند. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که، کلون‌سازی در بزهای نژاد سانن تأثیری روی تغییرات هماتوکریت، WBC، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌های خون در هنگام تولد و نیز حوالی زایمان ندارد، لذا برای اظهارنظر قطعی در خصوص وضعیت ایمنی این حیوانات، نیاز به انجام پژوهش‌های آتی به صورت گسترده و با هدف ارزیابی کامل عملکردهای سیستم ایمنی و پاسخ‌های ایمنی سلولی سیستم دفاعی این حیوانات به‌ویژه در سطوح ملکولی است.

## منابع

1- Ahsan, U; Kamran, Z; Raza, I; Ahmad, S; Babar, W; Riaz, M and Iqbal, Z; Role of selenium in male reproduction—A review. Anim. Reprod; 2014;146(1-2):55-62.
2- Alimohamady, R; Aliarabi, H; Bahari, A. and Dezfoulian, A.H; Influence of different amounts and sources of selenium supplementation on performance, some blood parameters, and nutrient digestibility in lambs. Biol. Trace Elem. Res; 2013;154(1):45-54.
3- Authority, EFS; Food safety, animal health and welfare and environmental impact of animals derived from cloning by somatic cell nucleus

4- transfer (SCNT) and their offspring and products obtained from those animals. EFSA J; 2008;6(7):767.
5- Baguisi, A; Behboodi, E; Melican, D.T; Pollock, J.S; Destrempes, M.M; Cammuso, C; Williams, J.L; Nims, S.D; Porter, C.A; Midura, P. and Palacios, M.J; Production of goats by somatic cell nuclear transfer. Nat. Biotechnol; 1999;17(5):456-61.
6- Behne, D; Höfer, T; von Berswordt-Wallrabe, R. and Elger, W; Selenium in the testis of the rat: studies on its regulation and its importance for the organism. Nutr. J; 1982;112(9):1682-7.
7- Behne, D. and Kyriakopoulos, A; Mammalian selenium-containing proteins. Annu. Rev. Nutr; 2001;21(1):453-73.
8- Blash, S; Schofield, M; Echelard, Y. and Gavin, W; Update on the first cloned goats. Nat. Biotechnol; 2012;30(3):229-30.
9- Chavatte-Palmer, P; Remy, D; Cordonnier, N; Richard, C; Issenman, H; Laigre, P; Heyman, Y. and Mialot, J.P; Health status of cloned cattle at different ages. Clon. Stem. Cells; 2004;6(2):94-100.
10- Chavatte-Palmer, P.M; Heyman, Y; Richard, C; Urien, C; Renard. J.P. and Schwartz-Cornil, I; The immune status of bovine somatic clones. Clon. Stem. Cells; 2009;11(2):309-18.
11- Esmaeeli-Najafabadi, H; Kojouri, G. and Ahadi, A; Effects of selenium nanoparticles on stearoyl-CoA desaturase gene transcription rate in adipose tissue of prepubertal male lambs. Vet. Clin. Pathol; 2020;14(53).
12- Forootanfar, H; Adeli-Sardou, M; Nikkhoo, M; Mehrabani, M; Amir-Heidari, B; Shahverdi, A.R. and Shakibaie, M; Antioxidant and cytotoxic effect of biologically synthesized selenium nanoparticles in comparison to selenium dioxide. J. Trace. Elem. Med. Biol; 2014;28(1):75-9.
13- Hartikainen, H; Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. J. Trace. Elem. Med. Biol; 2005;18(4):309-18.
14- Hill, J.R; Roussel, A; Cibelli, J; Edwards, J; Hooper, N; Miller, M; Thompson, J.A.; Looney, C.R; Westhusin, M.E; Robl, J.M. and Stice, S.L; Clinical and pathologic features of cloned transgenic calves and fetuses (13 case studies). Theriogenology; 1999;51(8):1451-65.
15- Iwase, T; Sangai, T; Sakakibara, M; Sakakibara, J; Ishigami, E; Hayama, S; Nakagawa, A; Masuda, T; Tabe, S. and Nagashima, T; An increased neutrophil-to-lymphocyte ratio predicts poorer survival following recurrence for patients with breast cancer. Mol. Clin. Oncol; 2017;6(2):266-70.
16- Javdani, M; Habibi, A; Shirian, S; Kojouri, G.A. and Hosseini, F; Effect of selenium nanoparticle supplementation on tissue inflammation, blood cell count, and IGF-1 levels in spinal cord injury-induced rats. Biol. Trace Elem. Res; 2019;187(1):202.
17- Kojouri, G; Arbabi, F. and Mohebbi, A; The effects of selenium nanoparticles (SeNPs) on oxidant and antioxidant activities and neonatal lamb weight gain pattern. Comp. Clin. Path; 2020;29(2):369-74.
18- Kojouri, G. and Shirazi, A; Serum concentrations of Cu, Zn, Fe, Mo and Co in newborn lambs following systemic administration of vitamin E and selenium to the pregnant ewes. Small Rumin. Res; 2007;70(2-3):136-9.
19- Kubo, M; Pathology of diseases in calves cloned by nuclear transfer. Clon. Stem. Cells; 2002;4:281.
20- Kvicala, J; Selenium and the organism. Cas. Lek. Ces; 1999 Feb 1;138(4):99-106.
21- Manat, T.D; Chaudhary, S.S; Singh, V.K; Patel, S.B. and Puri, G; Hematobiochemical profile in Surti goats during post-partum period. Vet. World; 2016;9(1):19.
22- Messarah, M; Klibet, F; Boumendjel, A; Abdennour, C; Bouzerna, N; Boulakoud, M.S. and El-Feki, A; Hepatoprotective role and antioxidant capacity of selenium on arsenic-induced liver injury in rats. Exp. Toxicol. Pathol; 2012;64(3):167-74.
23- Moeini, M.M; Kiani, A; Mikaeili, E. and Shabankareh, H.K; Effect of prepartum supplementation of selenium and vitamin E on serum Se, IgG concentrations and colostrum of heifers and on hematology, passive immunity and Se status of their offspring. Biol. Trace Elem. Res; 2011 Dec;144(1):529-37.
24- Nasr-Esfahani, M; Hosseini, S; Hajian, M; Forouzanfar, M; Ostadhosseini, S; Abedi, P; Khazaie, Y; Dormiani, K; Ghaedi, K; Forozanfar, M. and Gourabi, H; Development of an optimized zona-free method of somatic cell nuclear transfer in the goat. Cell. Reprogramming (Formerly" Clon. Stem. Cells.); 2011;13(2):157-70.
25- Pighetti, G.M; Eskew, M.L; Reddy, C.C. and Sordillo, L.M; Selenium and vitamin E deficiency impair transferrin receptor internalization but not IL-2, IL-2 receptor, or transferrin receptor expression. J. Leukoc. Biol; 1998;63(1):131-7.
26- Qin, F; Shi, M; Yuan, H; Yuan, L; Lu, W;

Zhang, J; Tong, J. and Song, X; Dietary nano-selenium relieves hypoxia stress and, improves immunity and disease resistance in the Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis). Fish. Shellfish. Immunol; 2016;54:481-8.

27- Radostits, O.M; Gay, C.C; Hinchcliff, K.W. and Constable, P.D; A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. Vet. Med; 2007;10:2045-50.

28- Rock, M; Kincaid, R. and Carstens, G; Effects of prenatal source and level of dietary selenium on passive immunity and thermometabolism of newborn lambs. Small. Rumin. Res; 2001;40(2):129-38.

29- Rutigliano, H.M; Wilhelm, A; Hall, J; Shi, B; Meng, Q; Stott, R; Bunch, T.D; White, K.L; Davies, C.J. and Polejaeva, I.A; Cytokine gene expression at the maternal–fetal interface after somatic cell nuclear transfer pregnancies in small ruminants. Reprod. Fertil. Dev; 2017;29(4):646-57.

30- Ryahi, S; Aslani, M.R. and Mohebi, A.N; The evaluation of stress oxidative status, some serum biochemical parameters and trace elements of Saanen goats during peripartal period. Iran. J. of Vet. Clin. Sci; 2018;12(1).

31- Sadeghian, S; Kojouri, G.A. and Mohebbi, A; Nanoparticles of selenium as species with stronger physiological effects in sheep in comparison with sodium selenite. Biol. Trace Elem. Res; 2012;146(3):302-8.

32- Spears, J.W; Trace mineral bioavailability in ruminants. Nutr. J; 2003;133(5):1506S-9S.

33- Suttle, N.F; Mineral nutrition of livestock: Cabi; 2010.

34- Tsunoda, Y. and Kato, Y; The recent progress on nuclear transfer in mammals. Zool. Sci; 2000;17(9):1177-84.

35- Zhang, S.Y; Zhang, J; Wang, H.Y. and Chen, H.Y; Synthesis of selenium nanoparticles in the presence of polysaccharides. Mater. Lett; 2004;58(21):2590-4.

36- Yazdi, M.H; Masoudifar, M; Varastehmoradi, B; Mohammadi, E; Kheradmand, E; Homayouni, S. and Shahverdi, A.R; Effect of oral supplementation of biogenic selenium nanoparticles on white blood cell profile of BALB/c mice and mice exposed to X-ray radiation. Avicenna J. Med. Biotechnol; 2013 Jul;5(3):158.

Vol.15/No.2
Fall-Winter 2022

*Iran. J. Vet. Clin. Sci.; 2022; 15(2): 3-16.*

# Effects of Oral Administration of Selenium Nanoparticles (SeNPs) and Sodium Selenite (NaSe) on Hematological Parameters and in SCNT Cloned and Non-cloned Pregnant Saanen Goats and their Offspring

**Ahmad Yousefi[1*]; Gholam Ali Kojouri[2]; Hossein Hassanpour [3]; Mohammad Hossein Nasr-Esfahani[4]**

1. Resident, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord- Iran.
2. Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord- Iran.
3. Department of Basic Science, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord- Iran.
4. Department of Animal Biotechnology, Reproductive Biomedicine Research Center, Royan Institute for Biotechnology, ACECR, Isfahan- Iran.

***Received:*** 15 July 2021 ***Accepted:*** 26 September 2021

**Summary**

The aim of the present study was to evaluate the effects of oral administration of selenium nanoparticle (SeNPs) and sodium selenite (NaSe) in cloned (using SCNT) and non-cloned Saanen pregnant goats in transition period on hematological parameters of goats and their SCNT and non-cloned offspring, including PCV, WBC, neutrophils and lymphocytes. 24 pregnant Saanen goats were randomly divided into 3 groups (n=8 in each group; 4 SCNT and 4 non-cloned) as follows: SeNPs, NaSe and control. Intervention (dosage: 0.05 mg/kg daily) commenced for 10 days, about 3 weeks before parturition. Blood samples were collected in goats: on days 14 and 7 before parturition, the day of parturition and on days 7 and 14 after parturition, and in kids: on the day of birth and 7 and 14 days after birth. The results revealed that SeNPs group had a higher increase in serum selenium level than NaSe and control groups. According to hematological parameters evaluations, on days 0 and +7, there was a significant increase in WBC, neutrophil and lymphocytes population, as well as a significant increase in PCV on day 0, in treatments compared with control, and in SeNPs compared with NaSe ($P<0.05$). Moreover, there was a significant correlation between changes in serum selenium levels and hematological parameters ($P<0.05$). In the current study, there were no significant difference between the cloned and non-cloned goats' parameters. Therefore, it can be inferred that oral prescription of Nano selenium in transition period can positively influence hematological parameters including PCV, WBC, neutrophils and lymphocytes of both Sannen goats at the time of parturition and their offspring, more effectively than oral prescription of Sodium selenite. Also, it may be concluded that cloning does not alter the hematological parameters of Sannen goats around parturition and their offspring.

**Keywords:** Hematological parameters, Saanen goats, SCNT cloning, Selenium nanoparticles, Transition

***Corresponding Author**: ahmad.yousefi.68@gmail.com