Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

The effect of iodine supplementation on growth performance, reproductive parameters, and thyroid hormones of sheep in some areas of Markazi province, Iran

Alireza Talebian Masoudi[1*], Azadeh Mirshamsollahi[2]

[1]Assistant Professor, Department of Animal science, Markazi Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Arak, Iran, Email: armasoudi@gmail.com
[2]PhD in Animal Nutrition, Department of Animal science, Markazi Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Arak, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 04/03/2022
Revised: 06/11/2022
Accepted: 06/15/2022

Keywords:
Iodine deficiency
Reproductive parameters
Serum inorganic iodine
Sheep
Thyroid hormones

ABSTRACT

Background and objectives: Iodine is an essential precursor of thyroid hormones that control the body's metabolism. Subclinical iodine deficiency, which is related to the deficiency of this element in the soil, is likely in most livestock in different parts of the country, especially grazing livestock, and was reported in sheep with plasma inorganic iodine less than 5 micrograms per deciliter in some areas of Markazi province about 10 years ago. The objective of this study was to re-evaluate the iodine status of sheep in Shazand areas and evaluate the effects of using an injectable iodinated oil supplement on thyroid hormone concentrations, blood serum and milk inorganic iodine content, and the production performance of ewes and their lambs.

Material and methods: Seven sheep breeding farms were randomly selected in this region and the ewe's serum inorganic iodine was analyzed. To evaluate the effects of iodine supplementation, the herd with the lowest amount of serum inorganic iodine in which the experiment could be performed was considered the experimental herd. In this herd, 80 Farahani ewes with an average weight of 48.53±7.8 were divided into two groups of 40 as control and experimental groups. The experimental group was supplemented with 1.5 ml iodized oil (Depodine®) intramuscularly three weeks before mating and nine weeks later. Concentrations of thyroid hormones including triiodothyronine and thyroxine on days 60 and 120 from the begining of the experiment, the monthly concentration of inorganic iodine in blood serum until day 180, the concentration of inorganic iodine in milk after lambing, and the productive and reproductive parameters were measured and compared in the experimental groups.

Results: The iodine status of the studied herds indicated that iodine deficiency continued in the study area, and this problem was not resolved. The lowest and highest serum mineral iodine levels of the studied herds were 2.0±0.22 and 4.38±2.08 µg/dl, respectively. Thyroid hormone concentrations were significantly ($P<0.05$) raised in the iodine-supplemented ewes after treatment. Serum inorganic iodine and milk inorganic iodine of ewes also increased from 2.39 and 1.22 µg/dl in the control group to 11.2 and 21.44 µg/dl in the experimental group, respectively ($P<0.01$). The mean birth weight of lambs in the experimental and control groups was 4.33±0.62 and 3.91±0.77 kg, respectively, which had a significant difference ($P<0.05$). Also, the mean weaning weight of lambs in the experimental group increased compared to the control group (17.08±1.16 and 16.6±1.83 kg, respectively), and lamb survival rate up to day 120 increased significantly ($P<0.05$), while the lambing rate and litter

size of ewes didn't affect.
Conclusion: The results indicate that sheep continue to be impacted by the effects of iodine deficiency in the study area based on low serum mineral iodine concentration and the effectiveness of the iodine supplement in preventing the effects of iodine deficiency in sheep and improving their production and reproduction performance.

Cite this article: Tahmasbi, Talebian Masoudi, A.R., Mirshamsollahi, A. (2022). The effect of iodine supplementation on growth performance, reproductive parameters and thyroid hormones of sheep in some areas of Markazi province, Iran. *Journal of Ruminant Research*, 10 (3), 71-86.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJRR.2022.20019.1843
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

اثر تجویز مکمل ید بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های تولیدمثلی و هورمون‌های تیروئیدی گوسفندان داشتی در برخی مناطق استان مرکزی، ایران

علیرضا طالبیان مسعودی[1*]، آزاده میر شمس الهی[2]

۱. استادیار، بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، رایانامه: armasoudi@gmail.com
۲. دکتری تغذیه دام، بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۱۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۳/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۵

واژه‌های کلیدی:
فراسنجه‌های تولیدمثلی
کمبود ید
گوسفند داشتی
هورمون‌های تیروئیدی
ید غیر آلی سرم

چکیده

سابقه و هدف: ید عنصری ضروری برای ساخت هورمون‌های تیروئیدی است که سوخت‌وساز بدن را کنترل می‌کنند. کمبود تحت بالینی عنصر ید که به فقر آن در خاک مربوط می‌شود در دام‌های اکثر نقاط کشور به‌ویژه دام‌های استفاده‌کننده از مرتع، محتمل بوده و حدود ۱۰ سال قبل نیز در گوسفندان برخی مناطق استان مرکزی با ید معدنی پلاسمای کمتر از ۵ میکروگرم در دسی‌لیتر گزارش‌شده است. هدف این تحقیق، بررسی مجدد وضعیت ید در گوسفندان منطقه شازند و ارزیابی اثرات استفاده از یک مکمل روغنی یددار بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی، مقدار ید غیر آلی سرم خون، شیر و عملکرد میش‌ها و بره‌های آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها: تعداد هفت گله گوسفند داشتی در استان مرکزی و منطقه‌ای که قبلاً کمبود ید در گوسفندان آن‌ها گزارش‌شده بود به شکل تصادفی انتخاب و ید غیر آلی سرم خون میش‌ها اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی اثرات مکمل ید، از میان گله‌ها، گله‌ای با پایین‌ترین مقدار ید معدنی سرم که قابلیت اجرای آزمایش را نیز داشت، انتخاب گردید و ۸۰ رأس میش توده نژاد فراهانی با میانگین وزن ۷/۸±۴۸/۵۳ قبل از قوچ اندازی به دو گروه ۴۰ را سی به‌عنوان گروه‌های شاهد و آزمایشی تقسیم شدند. در گروه آزمایشی از مکمل تزریقی ید با نام تجاری دپودین، سه هفته قبل از قوچ اندازی و ۹ هفته بعدازآن به مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر به شکل عضلانی استفاده شد. غلظت هورمون‌های تیروئیدی شامل تری یدوتیرونین و تیروکسین در روز ۶۰ و ۱۲۰ از شروع آزمایش، ید غیر آلی سرم خون هر ماه تا روز ۱۸۰، ید غیر آلی شیر میش‌ها بعد از زایش و فراسنجه‌های تولیدی و تولیدمثلی در دو گروه اندازه‌گیری و مقایسه شد.

یافته‌ها: وضعیت ید گله‌های بررسی‌شده حاکی از ادامه وضعیت کمبود ید در منطقه موردمطالعه و عدم رفع این مشکل بود. کمترین و بیشترین مقدار ید معدنی سرم گله‌ها به‌ترتیب ۰/۲۲±۲/۰ و ۲/۰۸±۴/۳۸ میکروگرم در دسی‌لیتر بود. استفاده از مکمل ید در گله آزمایشی باعث افزایش معنی‌دار غلظت هورمون‌های تیروئیدی گردید (P<۰/۰۵). همچنین ید غیر آلی سرم و شیر میش‌ها به ترتیب از ۲/۳۹ و ۱/۲۲ میکروگرم در دسی‌لیتر در گروه شاهد به ۱۱/۲ و ۲۱/۴۴ میکروگرم در دسی‌لیتر در گروه آزمایشی، افزایش یافت (P<۰/۰۱). میانگین وزن تولد بره‌ها در گروه آزمایشی و شاهد به ترتیب ۰/۶۲±۴/۳۳ و ۰/۷۷±۳/۹۱ کیلوگرم بود که اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). همچنین میانگین وزن از شیرگیری بره‌های گروه آزمایشی در مقایسه با شاهد (به ترتیب ۱/۱۶±۱۷/۰۸ و ۱/۸۳± ۱۶/۶ کیلوگرم) و میزان زنده‌مانی بره‌ها تا ۱۲۰ روزگی افزایش یافت درحالی‌که نرخ زایش و تعداد بره در هر زایش تحت تأثیر مکمل ید قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از ادامه کمبود ید در منطقه مطالعه شده براساس غلظت پایین ید معـدنی سـرم خون و اثربخشی مکمل ید در کاهش عوارض آن در گوسفندان و بهبود عملکرد تولیـدی و تولیـدمثلی آن‌ها می‌باشد.

استناد: طالبیان مسعودی، ع.ر.، میرشمس الهی، آ. (۱٤۰۱). اثر تجویز مکمل ید بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های تولیـدمثلی و هورمون‌هـای تیروئیدی گوسفندان داشتی در برخی مناطق استان مرکزی، ایران. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۰ (۳)، ۸٦-۷۱.

DOI: 10.22069/EJRR.2022.20019.1843

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

ید یک عنصر ضروری کم‌مصرف برای انسان و دام است و یکی از نقش‌های شناخته‌شده آن مشارکت در تولید هورمون‌های تیروئیدی تیروکسین[1] (T4)، تری یدوتیرونین[2] (T3) و پیش‌سازهای یدوتیروزین‌ها است. هر دو این هورمون‌ها وظایف چندگانه‌ای در سوخت‌وساز انرژی سلول‌ها، رشد، انتقال‌دهنده عصبی و عامل مهمی در توسعه مغزی هستند و برای رشد و نمو جنین و بقای بره‌های نوزاد حیاتی می‌باشند (McDowell، ۲۰۰۳؛ Underwood و Suttle، ۲۰۰۱).

کمبود ید، تولید هورمون‌های تیروئیدی را کاهش می‌دهد و باعث تغییر در شکل و عملکرد غده تیروئید و کاهش تشکیل هورمون تیروکسین می‌شود (WHO, UNICEF، ۲۰۰۱). همچنین ید از طریق این هورمون‌ها نقش مهمی در تنظیم دمای بدن از طریق پدیده تولید گرما بدون لرزیدن ایفا می‌نماید که به‌خصوص برای نوزادان در معرض تنش سرمایی، اهمیت زیادی دارد (Schmoelzl و Cowley، ۲۰۱۶). کمبود هورمون‌های تیروئیدی بر بیان برخی ژن‌های مرتبط با سوخت‌وساز در بافت چربی جنین اثر می‌گذارد. برای مثال، غلظت پایین هورمون‌های تیروئیدی باعث کاهش مقدار پروتئین جفت نشده شماره یک[3] و مقدار RNA پیام‌رسان می‌شود و ظرفیت تولید گرمای پروتئین جفت نشده شماره یک را بدون اینکه تغییری در توده بافت چربی چند حفره‌ای ایجاد شود، کاهش می‌دهد (Harris و همکاران، ۲۰۲۰).

کمبود ید و اختلال‌های ناشی از کمبود آن در سال ۱۳۶۸ به‌عنوان یکی از اولویت‌های بهداشتی کشور شناخته و تولید، توزیع و مصرف نمک یددار آغاز شد و در سال ۱۳۷۳ اولین قانون در این خصوص در مجلس شورای اسلامی مصوب شد که تمام نمک مورد مصرف خانگی بایستی یددار شود (Azizi، ۲۰۰۲). برنامه پیشگیری از عوارض کمبود ید در کشور و مصرف نمک یددار خانگی موفقیت‌آمیز بود به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۰ میلادی از طرف دفتر منطقه‌ی مدیترانه‌ی شرقی سازمان جهانی بهداشت[4] (WHO) کشور ایران، عاری از کمبود ید[5] (IDD Free) اعلام شد. با وجود این برنامه موفق، نمک مورد مصرف دام‌ها تحت پوشش قانون قرار نگرفت؛ بنابراین، در مناطقی که انسان‌ها مبتلا به کمبود ید هستند، توصیه می‌شود همگام با یدرسانی به انسان‌ها، ید رسانی به دام‌ها نیز انجام شود به این خاطر که کمبود ید در خاک این مناطق باعث کمبود ید در دام نیز می‌شود (Walton و Humphrey، ۱۹۷۹).

در کشور مطالعات کمی درباره وضعیت تغذیه ید یا اثرات مکمل‌دهی ید در دام انجام شده است. کمبود ید در گوسفندان استان مرکزی (Talebian Masoudi و همکاران، ۲۰۱۰)، استان ایلام (Mostafa Tehrani و Jafari، ۲۰۱۶)، گاوهای شیرده استان اصفهان (Rasti Ardakani و همکاران، ۲۰۱۱) و استان هرمزگان (Babaheydari و Ghorbani، ۲۰۱۲) گزارش‌شده است. علاوه بر این، برخی مطالعات نشان داده است که استفاده از مکمل ید در دام‌ها باعث افزایش سطح هورمون‌های تیروئیدی و بهبود عملکرد شده که می‌تواند نشان‌دهنده کمبود ید در دام باشد (Rashnoo و همکاران، ۲۰۲۰؛ Talebian Masoudi، ۲۰۰۹). بروز گواتر و دیگر ضایعات غده تیروئید در گوسفند، بز و گاوهای برخی مناطق کشور نیز گزارش‌شده که بعضی

1. Thyroxine
2. Triiodothyronine
3. Uncoupling protein 1 (UCP1)
4. World Health Organization
5. Iodine deficiency disorders

از آن‌ها به خاطر کمبود ید بوده است (Alipourzamani، ۲۰۱۱). همچنین شیوع بالای ضایعات پاتولوژیک غده تیروئید میش‌ها و جنین آن‌ها در مناطقی که گواتر به شکل بومی در انسان وجود دارد، دیده‌شده است (Darakhshesh و همکاران، ۲۰۱۱).

Talebian Masoudi و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی که سه سال متوالی روی میش‌های داشتی سه منطقه در استان مرکزی انجام شد، گزارش دادند که تفاوت معنی‌داری در وضعیت ید گوسفندان بین مناطق همچنین وابسته به فصل وجود دارد لیکن گوسفندان هر سه منطقه طی تمامی فصول با کمبود ید مواجه بودند. همچنین مطالعه ید معدنی خون در ۵۷ گله گوسفند داشتی در ۱٤ منطقه استان مرکزی طی یک سال، تفاوت معنی‌داری بین فصول و مناطق مختلف در وضعیت این عنصر و ضرورت ید رسانی در برخی مناطق را نشان داد (Walton و Humphrey، ۱۹۷۹).

هدف از این مطالعه، بررسی مجدد وضعیت ید در گوسفندان مناطق کمبود ید در استان مرکزی و امکان پیشگیری از عوارض کمبود این عنصر در گوسفندان مستعد این مناطق به‌وسیله مکمل تزریقی ید روغنی (با نام تجاری دپودین[6]) و اثرات استفاده از آن بر عملکرد میش‌های توده نژاد فراهانی، بره‌های آن‌ها، وضعیت هورمون‌های تیروئیدی و غلظت ید سرم خون و شیر میش‌ها بود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه و سابقه گله آزمایشی: برای تعیین وضعیت ید در گوسفندان، با استفاده از اطلاعات مطالعات قبلی در استان مرکزی، در منطقه‌ای که قبلاً کمترین مقدار ید در سرم خون گوسفندان ثبت‌شده بود (٤٠)، تعداد هفت گله گوسفند داشتی به شکل تصادفی انتخاب و مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. این منطقه در جنوب غربی استان مرکزی بین طول جغرافیایی ٤٩ درجه و ١٢ دقیقه و ٥١ ثانیه تا ٤٩ درجه و ٢٧ دقیقه و ٢٩ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ٣٣ درجه و ٣٩ دقیقه و ١٦ ثانیه تا ٣٤ درجه و ٥ دقیقه و ٤٨ ثانیه شمالی قرار دارد. ارتفاع این منطقه حدود ١٨٠٠ متر بالاتر از سطح دریا و میانگین بارش سالیانه ٤٢٠ میلی‌متر است. قبل از ایام جفت‌گیری در شهریورماه، ٥ رأس میش از هر گله به‌صورت تصادفی انتخاب و غلظت ید سرم آن‌ها اندازه‌گیری شد. این گله‌ها در زمان نمونه‌برداری در شرایط چرا در مرتع بودند و در تغذیه آن‌ها از هیچ نوع مکمل معدنی یا نمک یددار استفاده نمی‌شد. برای بررسی اثرات مکمل دهی در پیشگیری از عوارض کمبود ید، در بین گله‌های مورد آزمون، گله‌ای که گوسفندان کمتر از ٣-٤ میکروگرم در دسی لیتر ید معدنی سرم خون را داشته (٢/١٨ میکروگرم در دسی لیتر در گله انتخاب‌شده) و امکان انجام آزمایش در آن وجود داشت، انتخاب گردید.

دام‌ها و گروه‌های آزمایشی: در گله انتخاب‌شده، تعداد ٨٠ رأس میش توده نژاد فراهانی با میانگین وزن ٧/٨ ± ٤٨/٥٣ کیلوگرم که در شرایط خشکی و در شکم دوم تا سوم زایش بودند، به دو گروه ٤٠ را سی تقریباً یکسان از نظر وزن و سن تقسیم شدند و گروه اول به‌عنوان شاهد و گروه دوم به‌عنوان آزمایشی در نظر گرفته شد. سه هفته قبل از قوچ اندازی در گروه آزمایشی، ١/٥ میلی‌لیتر مکمل روغنی یددار (با نام تجارتی دپودین)، حاوی ٢٦ گرم ید در هر ١٠٠ میلی‌لیتر به‌صورت ید متصل به روغن بادام‌زمینی، به‌صورت عضلانی به هر میش تزریق شد. پس از آن هر دو گروه شاهد و آزمایشی به‌صورت گله واحد

6. Depodine®, Alleva Animal Health Ltd, Auckland

طی دوره آزمایش تحت مدیریت معمول دامدار قرار گرفتند. این تزریق در گروه آزمایشی سه ماه بعد نیز تکرار شد. پس از زایش، بره‌ها همراه میش‌های مادر تا ۱۲۰ روزگی نگهداری شدند و وزن تولد و شیرگیری آن‌ها و میزان مرگ‌ومیر بره‌ها ثبت گردید.

نمونه‌برداری و سنجش: نمونه خون برای اندازه‌گیری هورمون‌های تیروئیدی در روز ٦٠ و ۱۲۰ از شروع آزمایش و برای ید معدنی سرم، به‌صورت ماهانه تا شش ماه پس از شروع آزمایش از دام‌ها گرفته شد. نمونه‌برداری از خون با استفاده از لوله‌های تحت خلأ ۹ میلی‌متری بدون ماده ضد انعقاد از ورید وداجی میش‌ها صورت گرفت. سرم خون پس از سانتریفوژ آن در ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه جداسازی شد. نمونه‌گیری شیر به مقدار ۵ تا ۲۰ میلی‌لیتر از شیر اولیه میش‌ها که ممکن است حاوی آغوز باشد نیز بعد از زایش انجام شد. نمونه‌های سرم و شیر در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری و طی ۳٦ ساعت به آزمایشگاه ارسال شد. فراسنجه‌های موردبررسی شامل اندازه‌گیری غلظت هورمون‌های تیروئیدی شامل تری-یدوتیرونین و تیروکسین در روز ٦٠ و ۱۲۰ از شروع آزمایش اندازه‌گیری شد. ید معدنی سرم خون به‌صورت ماهانه تا شش ماه پس از شروع آزمایش و مقدار ید شیر بعد از زایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای محاسبه نرخ زایش، نرخ شیرگیری بره و نرخ زنده‌مانی بره‌ها از روابط زیر استفاده شد:

$$\text{نرخ زایش (٪)} = \frac{\text{تعداد میش زایش کرده}}{\text{تعداد میش تلاقی داده شده}} \times ۱۰۰$$

$$\text{نرخ شیرگیری بره (٪)} = \frac{\text{تعداد بره شیرگیری شده}}{\text{تعداد میش تلاقی داده شده}}$$

$$\text{نرخ دوقلو زایی (٪)} = \frac{\text{تعداد میش دوقلو زا}}{\text{تعداد میش زایمان کرده}} \times ۱۰۰$$

$$\text{نرخ زنده‌مانی (٪)} = \frac{\text{تعداد بره شیرگیری شده}}{\text{تعداد بره متولد شده}}$$

تجزیه آزمایشگاهی: مقدار کل هورمون‌های T_3 و T_4 به‌وسیله روش الایزا با استفاده از کیت شرکت پادتن-گستر اندازه‌گیری شد و مقدار ید در سرم خون و شیر با روش اسپکتوفتومتری بر اساس هضم اسیدی سندل- کالتوف[7] اندازه‌گیری گردید (Bednař و همکاران، ۱۹٦٤).

تجزیه‌های آماری

تجزیه داده‌ها با استفاده از رویه مدل خطی عمومی[8] به‌وسیله نرم‌افزار SAS (۲۰۰٤) انجام شد. غلظت هورمون‌های T_3 و T_4 سرم خون، ید غیر آلی سرم خون و شیر، وزن تولد و شیرگیری بره‌ها با روش مقایسه میانگین حداقل مربعات توسط آزمون t در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شد. به دلیل اینکه برهم کنش بین جنس و نوع تولد (تک یا دوقلو) معنی‌دار نبود، این اثر از مدل حذف گردید:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + B_k + e_{ijkl}$$

که در آن μ میانگین کل، Ti اثر تیمار، Aj اثر جنس بره (نر یا ماده)، Bk اثر نوع تولد بره (تک یا دوقلو) و $eijkl$ اثر خطای آزمایشی می‌باشد. برای مقایسه فراسنجه‌های نرخ بره‌گیری، نرخ شیرگیری بره و تعداد بره در هر زایش بین گروه آزمایشی و شاهد نیز از آزمون غیرپارامتریک مربع کای استفاده شد.

نتایج و بحث

وضعیت ید در منطقه مورد مطالعه: مقدار ید معدنی سرم گوسفندان هفت گله داشتی در منطقه موردمطالعه در جدول ۱ نشان داده‌شده است. گله واقع در روستای اسکان، کمترین مقدار ید معدنی سرم را به مقدار ۰/۲۲± ۲ میکروگرم در دسی لیتر نشان داد و پس‌ازآن گله واقع در روستای مهدی‌آباد کمترین مقدار ید معدنی سرم به میزان ۰/٦۹±۲/۱۸ میکروگرم در دسی لیتر را داشت. بیشترین مقدار ید معدنی سرم نیز متعلق به گله واقع در روستای گزتاف و حک سفلی

7. Sandell-Kolthoff
8. General Linear Model(GLM)

به مقدار به‌ترتیب ۲/۰۸±۴/۳۸ و ۲/۳۰±۴/۲۶ میکروگرم در دسی لیتر بود. بررسی وضعیت ید گوسفندان در منطقه‌ای انجام شد که قبلاً کمبود این عنصر گزارش شده است (Talebian Masoudi و همکاران، ۲۰۱۰) و در تغذیه این دام‌ها از مکمل معدنی یا نمک یددار استفاده نمی‌شود.

جدول ۱- میانگین غلظت ید معدنی سرم در گله‌های منطقه شازند

Table 1- Average serum concentration of inorganic iodine of herds in Shazand region

روستا یا منطقه Area		غلظت ید معدنی سرم خون Serum mineral iodine concentration (µg/dl)	SE
گزتاف	Gaztaf	4.38	2.08
حک سفلا	Hake Sofla	4.26	2.30
سورانه	Sorane	3.40	2.72
حسن آباد	Hasan Abad	3.12	0.92
چنارستان	Chenarestan	2.28	0.38
مهدی آباد*	Mehdi Abad	2.18	0.69
اسکان	Eskan	2.00	0.22

*گله انتخاب شده برای آزمایش اثرات استفاده از مکمل ید.

*The herd was selected to test the effects of iodine supplementation.

جدول ۲- اثرات تجویز مکمل ید بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی میش‌ها

Table 2- Effects of iodine supplementation on ewes blood serum thyroid hormones

هورمونهای تیروئیدی Thyroid hormones	دامهای آزمایشی Experimental animals				SEM	سطح معنی‌داری P value		
	شاهد control		مکمل ید Supplemented					
	۶۰ روز 60 days	۱۲۰ روز 120 days	۶۰ روز 60 days	۱۲۰ روز 120 days		مکمل ید Supplementation	زمان time	برهم کنش زمان و مکمل ید Supplementation× time
تری یدو تیرونین (µg/dl) T3	2.50	2.90	2.60	3.50	0.33	*	**	NS
تیروکسین (µg/dl) Thyroxine	4.64	4.58	5.02	6.24	1.01	*	*	NS

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد ($p< 0.05$)، **: معنی داری در سطح یک درصد ($p< 0.01$)، NS: عدم معنی داری.

* significant differences at level 5% ($p< 0.05$), ** significant differences at level 1% ($p< 0.01$), NS: non significant

دو گله‌ای که کمترین مقدار ید معدنی سرم را نشان دادند به فاصله نسبت کمی از یکدیگر در حوزه آبریز رودخانه قره‌چای در منطقه شازند استان مرکزی قرار دارند. دو خصوصیت بارش نزولات نسبت زیاد از یک‌طرف و عملیات کشاورزی و آبیاری زمین‌های حاشیه رودخانه این منطقه می‌تواند بر فقر ید خاک و درنتیجه کمبود ید در گوسفندان تأثیر بگذارد (Bender و Bender، ۱۹۹۵؛ Walton و Humphrey، ۱۹۷۹). نتایج بررسی وضعیت ید در گوسفندان این منطقه، تأییدکننده نتایج قبلی در این خصوص می‌باشد. همچنین نشان می‌دهد که این مشکل همچنان ادامه داشته و اقدام مؤثری جهت پیشگیری از عوارض کمبود ید در دام‌های این مناطق صورت نمی‌گیرد.

اثرات مکمل دهی بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی: میانگین غلظت هورمون‌های T_3 و T_4 در گروه شاهد و آزمایشی در دو مرحله نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان داده‌شده است. غلظت هورمون‌های تیروئیدی طی زمانی که مقارن با پیشرفت آبستنی در دام است، افزایش نشان داد. همچنین مکمل دهی ید باعث افزایش معنی‌دار هورمون‌های تیروئیدی شد، اما برهم‌کنشی بین مکمل دهی و زمان مشاهده نگردید ($P< ۰/۰۵$).

سطح هورمون‌های تیروئیدی در گروه شاهد می‌تواند دلالت بر کمبود حاشیه‌ای ید داشته باشد در حالیکه در گروه دریافت‌کننده مکمل این سطح کافی می‌باشد (Puls، ۱۹۹٤). افزایش مشاهده‌شده سطح هورمون‌های تیروئیدی می‌تواند مربوط به اثرات آبستنی، کمبود ید در گروه شاهد و مکمل دهی در گروه آزمایشی باشد.

طی آبستنی، عملکرد غده تیروئید در ارتباط با تمایل به کمبود ید درون‌زا به دلیل افزایش حذف یدید توسط کلیه‌ها در دوران بارداری، متابولیسم هورمون تیروئید جنینی و تخریب یدوتیرونین‌های مادری توسط آنزیم ۵-دیدیناز نوع سه جفت، افزایش می‌یابد (Skripkin و همکاران، ۲۰۱۹). گزارش‌شده که غلظت هورمون‌های تیروئیدی طی بارداری به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد و تقریباً به ۱/۵ برابر زمان غیر آبستنی می‌رسد (Glinoer، ۱۹۹۷). علاوه بر اثر آبستنی در افزایش سطح هورمون‌های تیروئیدی، کمبود ید در دام نیز می‌تواند دلیلی بر افزایش سطح هورمون T_3 باشد. گزارش شده که کمبود ید باعث افزایش سطح ترشح این هورمون و تبدیل T_4 به T_3 به‌عنوان ابزار سازش طبیعی برای حفظ سطح T_3 است (Preedy و همکاران، ۲۰۰۹).

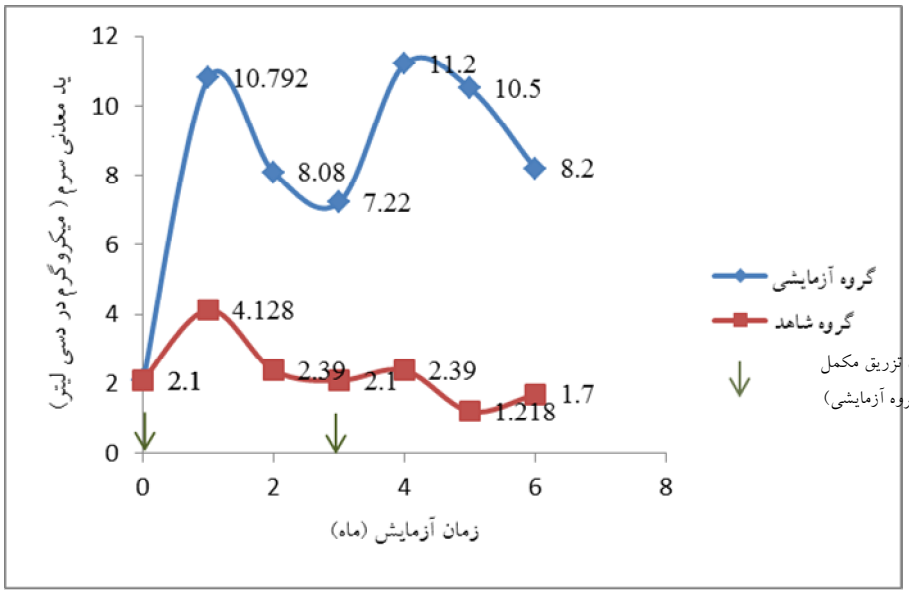
اثرات مختلفی از مکمل ید بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی گزارش‌شده است. همچنین گزارش‌شده که زمان نمونه‌برداری پس از تزریق مکمل می‌تواند بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی تأثیر داشته باشد و افزایش این زمان بهتر بتواند اثر مکمل دهی را برافزایش احتمالی سطح این هورمون‌ها نشان دهد (Sargison و همکاران، ۱۹۹۷). مکمل ید می‌تواند باعث افزایش سطح این هورمون‌ها شود (Donald و همکاران،۱۹۹۳؛ Grace و Waghorn،۲۰۰۵؛ WHO، ۲۰۰۷). مشابه نتایج این آزمایش، گزارش‌شده که فعالیت غده تیروئید و ترشح هورمون‌های آن می‌تواند در بزها و بزغاله‌های آن‌ها به‌وسیله ید رسانی قبل از زایش افزایش یابد و غلظت T3 و T_4 سرم در بزهای مادر و بزغاله‌های آن‌ها که مادرانشان روزانه ۰/٤ میلی‌گرم ید را به شکل بلوس ید آهسته رهش داخل شکمبه‌ای دریافت کرده بودند، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (Rashnoo و همکاران، ۲۰۲۰). در گزارش دیگری، تزریق یک میلی‌لیتر مکمل ید روغنی[9] حاوی ٤۸۰ میلی‌گرم ید به میش‌ها باعث افزایش معنی‌دار غلظت هورمون‌های تیروئیدی، شش ماه پس از تزریق در مقایسه با گروه شاهد گردید (Ferri و همکاران، ۲۰۰۳) و در مطالعه دیگر گزارش‌شده که تزریق ید روغنی به گوسفندان نژاد رامنی، سه هفته قبل از جفت‌گیری، باعث افزایش سطح غلظت هورمون تیروکسین، ۱۱۳ روز پس از تزریق‌شده لیکن بر غلظت هورمون T3 اثری نداشته است (Parker و Mc Cutcheon، ۱۹۸۹). در مقابل، گزارش‌شده که تزریق ید روغنی ۵ هفته قبل از قوچ اندازی، علیرغم افزایش سطح ید سرم برای مدت حداقل ۲۱۰ روز، اثر ثابتی بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی نداشته است (Grace و همکاران، ۲۰۰۱).

اگرچه غلظت هورمون‌های تیروئیدی عموماً به‌عنوان شاخص سوخت‌وساز عنصر ید مورداستفاده قرار می‌گیرد لیکن تفسیر نتایج آن‌ها با دشواری‌هایی

1. Lipiodol

همراه بوده و این نتایج اغلب نمی‌تواند در آزمایش‌های استفاده از مکمل ید، بین وضعیت کافی و کمبود حاشیه‌ای ید در گوسفندان چرا کننده در مرتع تمایز نشان دهد و علت آن احتمالاً سیستم‌های پیچیده سازگاری و حفظ هموستازی این هورمون‌ها به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های مهم رشد سلولی و سرعت متابولیسم است (Knowles و Grace، ۲۰۱۵).

ید غیر آلی سرم خون و شیر: تغییرات غلظت ید معدنی سرم خون گروه شاهد و آزمایشی در شکل ۱ نشان داده‌شده است. مکمل دهی ید به شکل معنی‌داری باعث افزایش غلظت ید معدنی سرم به میزان به ترتیب ۱۰/۸ و ۱۱/۲ میکروگرم در دسی لیتر بعد از تزریق اول و دوم در گروه آزمایشی شد. غلظت ید معدنی سرم حدود یک ماه پس از هر بار مصرف مکمل با شیب نسبتاً تند افزایش یافت و سپس به‌تدریج کاهش یافت. تزریق داخل عضلانی ۱/۵ میلی‌لیتر مکمل (حاوی ۳۹۰ میلی‌گرم ید) به‌صورت عضلانی غلظت ید معدنی سرم را حداقل برای سه ماه بالا نگه داشت، درحالی‌که طی این دوره، در گروه کنترل کاهش تدریجی ید معدنی سرم از قبل از جفت‌گیری تا زایمان مشاهده گردید.



شکل ۱- غلظت ماهانه ید غیر آلی سرم میش‌ها در گروه شاهد و آزمایشی در طول زمان آزمایش

Figure 1. Monthly serum inorganic iodine concentrations in the control and experimental groups

گزارش‌های متعددی از افزایش غلظت ید خون به دلیل مصرف مکمل ید شامل تجویز روغن یددار وجود دارد که نشان می‌دهد سطح ید خون پس از مصرف مکمل افزایش می‌یابد و برای چند هفته بیشتر از سطح قبل از مصرف مکمل باقی می‌ماند (Herzig و همکاران، ۲۰۰۱؛ Knowles و Grace، ۲۰۰۷؛ Knowles و Grace، ۲۰۱۵؛ Randhawa و همکاران، ۲۰۱٤). همچنین گزارش‌شده که پاسخ مقدار ید در خون به تجویز روغن یددار متناسب با دوز مصرفی و شکل تجویز (خوراکی یا تزریقی) است (Delange و همکاران، ۲۰۱۳؛ Kaneshige و همکاران، ۲۰۱۵).

استفاده از مکمل ید در گروه آزمایشی همچنین به‌طور معنی‌داری غلظت ید شیر را افزایش داد (P<۰/۰۱). غلظت ید شیر در میش‌های گروه شاهد و آزمایشی به‌ترتیب ۱/۲۲ و ۲۱/٤٤ میکروگرم در دسی

لیتر بود. میزان بسیار کم ید شیر در میش‌های گروه شاهد، مؤید کمبود تغذیه‌ای ید آن‌ها است. اگر میش‌ها به‌اندازه کافی با ید تغذیه شوند، میزان ید شیر آن‌ها باید بیش از ۸۰ میکروگرم در لیتر (۸ میکروگرم در دسی لیتر) باشد (Mason، ۱۹۷٦).

یکی از اثرات شناخته‌شده و نسبت ثابت مکمل ید در حیوانات شیرده، افزایش ید شیر است (Flachowsky و همکاران، ۲۰۱٤.، Grace و Waghorn، ۲۰۰۵.،Nudda و همکاران، ۲۰۰۹). این اثر به حدی مؤثر است که به‌عنوان یکی از راه‌های افزایش ید شیر به‌منظور تأمین ید برای انسان (از طریق مصرف شیر) به ویژه برای کودکان توصیه‌شده است (Grace و Waghorn، ۲۰۰۵). مشابه نتایج این مطالعه، گزارش‌شده است که استفاده از روغن یددار در گوسفند سه ماه قبل از زایمان می‌تواند میزان ید شیر را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد (Knowles و Grace، ۲۰۰۷).

فراسنجه‌های تولیدی و تولیدمثلی: فراسنجه‌های تولیدی و تولیدمثلی موردمطالعه در جدول ۳ نشان داده‌شده است. وزن تولد، وزن از شیرگیری و نرخ زنده‌مانی بره‌ها تا ۹۰ روزگی تحت تأثیر مکمل قرار گرفت درحالی‌که نرخ بره زایی، نرخ شیرگیری بره‌ها و تعداد نتاج در زایش اختلاف معنی‌داری را بین گروه شاهد و آزمایشی نشان نداد.

جدول ۳- میانگین فراسنجه‌های تولیدی و تولید مثلی میش‌ها

Table 3- Avwrage production and reproduction parameters of ewes

سطح معنی‌داری P value	دام‌های آزمایشی Experimental animals: مکمل دهی شده Supplemented	شاهد Control	فراسنجه‌ها Parameters
0.02	4.33	3.91	وزن تولد بره (کیلوگرم) Birth weight (Kg)
0.04	17.08	16.60	وزن از شیرگیری بره‌ها (کیلوگرم) Weaning weight (Kg)
0.03	100.00 (39/39)	88.57 (31/35)	نرخ زنده مانی بره‌ها تا ۹۰ روزگی (درصد) Lamb survival rate to 90 days (%)
0.36	87.50 (35/40)	80.00 (32/40)	نرخ زایش بره (درصد) Lambing rate (%)
0.09	97.05 (39/40)	87.50 (35/40)	نرخ از شیرگیری بره (درصد) Lamb weaning rate (%)
0.90	11.42 (4/35)	9.37 (3/32)	دوقلوزایی (درصد) Twins (%)

میانگین وزن تولد بره‌ها در گروه آزمایشی و شاهد به ترتیب ٤/۳۳ و ۳/۹۱ کیلوگرم بود که اختلاف معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵). همچنین اختلاف بین وزن شیرگیری بره‌ها گروه آزمایشی و شاهد معنی‌دار بود (به ترتیب ۱۷/۸۷ و ۱٦/٤ کیلوگرم). نرخ زنده‌مانی بره‌ها تا ۹۰ روزگی نیز در گروه آزمایشی به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیشتر از گروه شاهد بود (به‌ترتیب ۱۰۰ و ۸۸/۵۷ درصد).

اثرات مثبت مکمل ید بر باروری حیوانات در نتیجه کاهش سقط‌جنین یا افزایش دوقلو زایی یا هر دو با هم گزارش‌شده است. گزارش‌شده که مصرف مکمل ید در میش‌های مادر باعث کاهش مرگ‌ومیر بره‌ها در بدو تولد می‌شود و اهمیت کمبود ید در عملکرد تولیدمثلی گوسفند به‌اندازه‌ای است که باید در لیست تشخیص‌های افتراقی عملکرد تولیدمثلی ضعیف در میش‌ها و میزان تلفات بالای بره‌ها در زمان تولد قرار گیرد (Sargison و همکاران، ۱۹۹۷).

گزارش شده است تزریق یک میلی‌لیتر روغن یددار با نام تجاری لیپیودول به شکل زیر جلدی در میش‌ها باروری آن‌ها را به شکل معنی‌داری از ۳۷ درصد در گروه شاهد تا ۱۰۰ درصد در گروه مکمل دهی شده افزایش داده است (Ferri و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه دیگری گزارش‌شده که درصد زایش در میش‌های مادری که با ید مکمل دهی شده بودند افزایش‌یافته است (۱۴۳ درصد در مقایسه با ۱۲۱ درصد) (Knowles و Grace، ۲۰۰۷). به‌طور مشابه نرخ آبستنی در گاوهای شیرده‌ای که قبل از تلقیح و زایش با ید روغنی (با نام تجاری فلکسیدین[10]) مکمل دهی شده بودند، افزایش یافت (Anderson، ۲۰۰۷).

به هرحال بهبود عملکرد تولیدمثلی به دنبال مکمل دهی با ید در دام‌ها در بعضی آزمایشات مشاهده نشده است (Grace و همکاران، ۲۰۰۱) و بیان‌شده فقدان شواهد دقیق و قطعی احتیاجات مواد معدنی کم‌مصرف نظیر ید طی آبستنی، دلالت بر نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه دارد (Schmoelzl و Cowley، ۲۰۱۶). در یکی از این دسته مطالعات، دلیل عدم اختلاف در عملکرد تولیدمثلی بین گروه شاهد و آزمایشی، دسترسی دام‌های گروه شاهد به ید از طریق خوردن خاک و مواد گیاهی ذکرشده است (Parker و Mc Cutcheon، ۱۹۸۹). این موضوع توسط محققان قبلی نیز گزارش شده است (Healy و همکاران، ۱۹۷۲). در این مطالعه میش‌ها تمام مدت آزمایش در آغل نگهداری شدند و دسترسی به خاک نداشتند.

افزایش وزن تولد بره‌ها به‌واسطه مکمل دهی ید به میش‌های مادر به‌دلیل وابستگی رشد و نمو جنین به هورمون تیروکسین مادر در اوایل آبستنی است (Sargison و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین ۵۰ روز بعد از شروع آبستنی، محور هیپوتالاموس- هیپوفیز در جنین توسعه می‌یابد و هورمون‌های تیروئیدی با استفاده از ذخایر ید مادری که از طریق جفت به شکل انتقال مستقیم یا ید زدایی تیروکسین توسط جفت تأمین‌شده، ساخته می‌شود (Fisher، ۱۹۹۷). مشابه این اثر در گوساله‌های بوفالو که مادران آن‌ها با ید مکمل دهی شده بودند، گزارش‌شده است (Zeedan و همکارن، ۲۰۱۰). چندین نقش برای ید در افزایش زنده‌مانی بره‌ها و کاهش تلفات آن‌ها بیان‌شده که شامل بهبود فرآیند شناختی (بره- میش مادر)، بهبود سیستم ایمنی و پدیده تولید گرما بدون لرزیدن[11] است (Schmoelzl و Cowley، ۲۰۱۶).

اثرات مثبت مکمل ید بر تولید بره، وزن تولد بره‌ها وزنده‌مانی آن‌ها می‌تواند به نقش اساسی ید در رشد و نقش تغذیه مادری بر رشد جنین و بهبود سرزندگی بره‌ها و عملکرد شناختی آن‌ها که فرآیندی کلیدی در ارتباط مادر و نوزاد است، مربوط باشد. بهبود زنده‌مانی بره‌ها می‌تواند مستقل از وزن تولد آن‌ها باشد و کمبود مواد مغذی خاص نظیر ید، روی، سلنیم، ویتامین E و مس ممکن است به‌طور مستقیم نتیجه بارداری را به خطر بیندازند یا توانایی میش و بره را در مواجهه با استرس‌های فیزیکی و محیطی کاهش دهند. برای مثال کمبود ید توانایی بدن برای تولید گرما را کاهش داده و حساسیت به تنش سرمایی را افزایش می‌دهد (Caple و همکاران، ۱۹۸۵) و گزارش‌شده که بره‌های زاییده شده از میش‌های مکمل دهی شده با ید، میانگین دمای مقعدی بیشتری طی تنش سرمایی داشته‌اند (Donald و همکاران، ۱۹۹۴).

با این حال، مکمل ید در میش‌های مادری که در معرض کمبود ید بوده‌اند، همیشه منجر به افزایش وزن تولد بره‌ها یا بهبود بقای آن‌ها نشده است. به‌عنوان مثال گزارش‌شده است که پدیده تولید گرما در بره‌ها در پاسخ به دوره‌های کوتاه تنش سرما تحت

10. Flexidine

11. Non-shivering thermogenesis

تأثیر مکمل دهی میش‌ها با عنصر ید قرار نگرفته است (Kerslake و همکاران، ۲۰۱۰) و هنگامی‌که مکمل‌های ید و سلنیم با هم مصرف می‌شوند، تمایل به افزایش دارد (Donald، ۱۹۹۳). گزارش‌ها حاکی از پیچیدگی این اثر و نقش عوامل دیگر در آن، به ویژه وضعیت تغذیه‌ای سلنیم یا تأمین ید موردنیاز میش مادر در دوران بارداری با خوردن خاک است (Grace و همکاران، ۲۰۰۱؛ Voudouri و همکاران، ۲۰۰۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به کمتر بودن مقدار ید معدنی سرم خون گوسفندان از حد طبیعی که حاکی از مصرف ید ناکافی می‌باشد، استفاده از مکمل‌های ید در تغذیه دام جهت پیشگیری از عوارض کمبود آن در مناطق کمبود ضروری است. استفاده از روغن‌های تزریقی حاوی ید نظیر دپودین می‌تواند با تأمین طولانی‌مدت ید موردنیاز دام، باعث بهبود عملکرد تولیدی و تولیدمثلی گوسفندان مبتلا به کمبود ید گردد.

منابع

Alipourzamani, S., Movassagh, M. and Nouri, M. 2011. Goiter in the sheep slaughtered in Tabriz slaughterhouse, Iran. Annals of Biological Research, 2(3): 242-246. (In Persian).

Anderson, P.D. 2007. Iodine deficiency in dairy cattle. Proceedings New Zealand society of animal production, 67.

Azizi, F., Sheikholeslam, R., Hedayati, M., Mirmiran, P., Malekafzali, H., Kimiagar, M. and Pajouhi, M. 2002. Sustainable control of iodine deficiency in Iran: beneficial results of the implementation of the mandatory law on salt iodization. Journal of endocrinological investigation, 25(5): 409-413.

Babaheydari, S.B.M. and Ghorbani, G. 2012. Comparison of iodine levels in blood serum of dairy cattle in Hormozgan province at the standard limit. International Journal of Review in Life Science, 2(3): 36-42. (In Persian).

Bednař, J., Rohling, S. and Vohnout, S. 1964. A contribution to determination of protein iodine in the serum. Československa Farmacie, 13: 203–209.

Bender, A.E. and Bender, D.A.1995. Food and the environment. Environmental Management and Health, 6(3): 4-6.

Caple, I.V., Azuolas, J.K. and Nugent, G.F. 1985. Assessment of iodine status and thyroid function of sheep and goats kept under pastoral conditions. In 'Trace Element Metabolism in Man and Animals. Proceedings of the Fifth International Symposium on Trace Element Metabolism in Man and Animals (TEMA-5).' (Eds CF Mills, I Bremner, JK Chesters.), 609-613. (Commonwealth Agricultural Bureaux: Slough)

Darakhshesh, M., Nouri, M., Rezaei, A. and Barati, F. 2011. An Abattoir Study of Ovine Maternal and Fetal Thyroid Lesions and the Respective Serum T_3 and T_4 Levels in an Endemic Goiter Region in Iran. Veterinary Resource Forum, 2(3):167-175. (In Persian).

Delange, F., Dunn, J.T. and Glinoer, D. 2013. Iodine deficiency in Europe: a continuing concern, 241. Springer Science and Business Media.

Donald, G.E., Langlands, J.P., Bowles, J.E. and Smith, J.A. 1993. Subclinical selenium insufficiency. 4. Effects of selenium, iodine, and thiocyanate supplementation of grazing ewes on their selenium and iodine status, and on the status and growth of their lambs. Australian Journal of Experimental Agriculture, 33(4): 411-416.

Donald, G.E. Langlands, J.P., Bowles, J.E. and Smith, A.J. 1994. Subclinical selenium insufficiency. 6. Thermoregulatory ability of perinatal lambs born to ewes supplemented with selenium and iodine. Australian Journal of Experimental Agriculture, 34(1): 19-24.

Ferri, N., Ulisse, S., Aghini-Lombardi, F., Graziano, F.M., Mattia, T.Di., Russo, F.P. and Fumarola, A. 2003. Iodine supplementation restores fertility of sheep exposed to iodine deficiency. Journal of Endocrinological Investigation, 26(11): 1081-1087.

Fisher, D.A. 1997. Fetal thyroid function: Diagnosis and management of fetal thyroid disorders. Clinical Obstetrics and Gynecology, 40: 16-31.

Flachowsky, G., Franke, K., Meyer, U., Leiterer, M. and Schöne, F. 2014. Influencing factors on iodine content of cow milk. European Journal of Nutrition, 53(2): 351-365.

Glinoer, D. 1997. The regulation of thyroid function in pregnancy: Pathways of endocrine adaptation from physiology to pathology. Endocrine Reviews, 18: 404-433.

Grace, N.D., Knowles, S.O. and Sinclair, G.R. 2001. Effect of premating iodine supplementation of ewes fed pasture or a brassica crop pre lambing on the incidence of goiter in newborn lambs. In proceedings. New Zealand society of Animal Production, 61:164-167.

Grace, N.D. and Waghorn, G.C. 2005. Impact of iodine supplementation of dairy cows on milk production and iodine concentrations in milk. New Zealand Veterinary Journal, 53(1): 10-13.

Harris, S.E., De Blasio, M.J., Zhao, X., Ma, M., Davies, K., Wooding, F.P., Hamilton, R.S., Blache, D., Meredith, D., Murray, A.J. and Fowden, A.L. 2020. Thyroid deficiency before birth alters the adipose transcriptome to promote overgrowth of white adipose tissue and impair thermogenic capacity. Thyroid, 30 (6). https://doi.org/10.1089/thy.2019.0749

Healy, W.B., Crouchley, G., Gillett, R.L., Rankin, P.C. and Watts, H.M. 1972. Ingested soil and iodine deficiency in lambs. New Zealand Journal of Agricultural Resource, 15(4): 778-782.

Herzig, I., Pisarikova, B., Diblikova, I. and Suchy, P. 2001. Iodine concentrations in porcine blood, urine, and tissues after a single dose of iodised oil. Veterinarni Medicina-Praha, 46(6): 153-159.

Kaneshige, T., Arata, N., Harada, S., Ohashi, T., Sato, S., Umehara, N. and Sago, H. 2015. Changes in serum iodine concentration, urinary iodine excretion and thyroid function after hysterosalpingography using an oil-soluble iodinated contrast medium (lipiodol). The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 100(3): 469-472.

Kerslake, J.I., Kenyon, P.R., Stafford, K.J., Morris, S.T. and Morel, P.C.H. 2010. Can maternal iodine supplementation improve twin-and triplet-born lamb plasma thyroid hormone concentrations and thermoregulation capabilities in the first 24–36 h of life. The Journal of Agricultural Science, 148: 453–463.

Knowles, S.O. and Grace, N.D. 2007. A practical approach to managing the risks of iodine deficiency in flocks using thyroid-weight: birthweight ratios of lambs. New Zealand Veterinary Journal, 55(6): 314-318.

Knowles, S.O. and Grace, N.D. 2015. Serum total iodine concentrations in pasture-fed pregnant ewes and newborn lambs challenged by iodine supplementation and goitrogenic kale. Journal of Animal Science, 93(1): 425-432.

Mason, R.W. 1976. Milk Iodine Content as an Estimate of the Dietary Iodine Status of Sheep. British Veterinary Journal, 132: 374-379.

McDowell, L.R. 2003. Minerals in animal and human nutrition (No. Ed. 2). Elsevier Science BV.

Mostafa Tehrani, A. and Jafari, H. 2016. Assessing mineral status of soil, forage and sheep blood in Mehran region of Ilam province. Applied Animal Science Research Journal, 17: 25-34. (in Presian).

Nudda, A., Battacone, G., Decandia, M., Acciaro, M., Aghini-Lombardi, F., Frigeri, M. and Pulina, G. 2009. The effect of dietary iodine supplementation in dairy goats on milk production traits and milk iodine content. Journal of Dairy Science, 92(10): 5133-5138.

Parker, W.J. and Mc Cutcheon, S.N. 1989. Effects of iodine supplementation on the productivity of Romney ewes in the Wairarapa region of New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research, 32(2): 207-212.

Preedy, V.R., Burrow, G.N. and Watson, R.R. 2009. Comprehensive handbook of iodine: nutritional, biochemical, pathological and therapeutic aspects. Academic Press, Amsterdam.

Puls, R. 1994. Minerals levels in animal health. Diagnostic Data. Sherpa International. Clarbrook, Canada. 83-109.

Randhawa, S.S., Chhabra, S., Randhawa, C.S., Zahid, U. and Dhaliwal, P.S. 2014. A note on treatment of hyperthermia in crossbred cattle. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 4: 272-274.

Rashnoo, M., Rahmati, Z., Azarfar, A. and Fadayifar, A. 2020. The effects of maternal supplementation of selenium and iodine via slow-release blouses in late pregnancy on milk production of goats and performance of their kids. Italian Journal of Animal Science, 19(1): 502-513.

Rasti Ardakani, M., Ranjbari, A.R., Daraee Garmekhani, A., Gorbani, G. and Garekhani, M. 2011. Investigation of iodine status in blood and milk of industrial dairy cattle farms in Isfahan province. Journal of Large Animal Clinical Science Research, 4 (4) 7-16. (In persian).

Sargison, N.D., West, D.M. and Clark, R.G. 1997. An investigation of the possible effects of subclinical iodine deficiency on ewe fertility and perinatal lamb mortality. New Zealand Veterinary Journal, 45(5): 208-211.

SAS for Windows. 2004. Version 9.1, Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Schmoelzl, S. and Cowley, F. 2016. The case for pre-parturient selenium and iodine supplementation of ewes for improving lamb survival. Animal Production Science, 56(8): 1263-1274.

Skripkin, V., Kvochko, A., Derezina, T., Kuzminova, A., Cymbal, I., Belugin, N. and Pisarenko, N. 2019. Dynamics of thyroid hormones in Stavropol breed sheep in postnatal ontogenesis. XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 403 (1): 012064. IOP Publishing.

Talebian Masoudi, A.R., Fazaeli, H. and Bahadori, S. 2009. Effects of iodine and selenium supplementation of the Farahani sheep on their mineral status in Markazi province, Iran. Animal Science Journal, 84: 7- 14. (In Persian).

Talebian Masoudi, A.R., Azizi, F. and Zahedipour, H. 2010. Selenium and iodine status of sheep in the Markazi province, Iran. Iranial Journal of Veterinary Research, 11(1): 78-83.

Underwood, E.J. and Suttle, N.F. 2001. The Mineral nutrition of livestock. CABI International Wallingford.

Voudouri, A.E., Chadio, S.E., Menegatos, J.G., Zervas, G.P., Nicol, F. and Arthur, J. R. 2003. Selenoenzyme activities in selenium-and iodine-deficient sheep. Biological Trace Element Research, 94(3): 213-224.

Walton, E.A. and Humphrey, J.D. 1979. Endemic goitre of sheep in the highlands of Papua New Guinea. Australian Veterinary Journal, 55(1): 43-44.

WHO, UNICEF. "ICCIDD. 2001." Assessment of the iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. Geneva: World Health organization. WHO Document WHO/NHD/01, 1.

WHO. 2007. International Council for the Control of the Iodine Deficiency Disorders/United Nations Childrens Fund (WHO/ICCIDD/UNICEF). Assessment of the iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. Geneva: World Health Organization.

Zeedan, K.I., El-Malky, O.M., Mousa, K.M., El-Giziry, A.A. and Etman, K.E.I. 2010. Nutritional studies on some different sources of iodine on productive performance, ruminal fermentation and blood constituents of Buffalo. 1–Effect of two different iodine levels on productive and reproductive performance of buffalo cows. Journal of Animal Science, 6(11): 515-530.