

Effects of progesterone supplementation during the non-breeding season on reproductive performance of ewes under heat stress conditions

Mohamad Mahdi Nabi¹, Mahdi Zhandi^{1*}, Ahmad Zare Shahneh¹,
Reza Masoumi²

¹ Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran,
Email: Mzhandi@ut.ac.ir

² Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Article Info

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 24/12/2024

Revised: 12/1/2025

Accepted: 13/1/2025

Keywords:

Estrus Synchronization
Ewe
Heat Stress
Non-Breeding Season
Progesterone

ABSTRACT

Background and Objectives: In Iran, sheep play a significant role in the supply of red meat. Increasing lamb production per breeding ewe is one of the key factors in meeting the country's demand for red meat. Therefore, improving lambing rates and enhancing reproductive efficiency are of great interest to researchers. Global warming significantly impacts the reproductive performance of sheep. Current estrus synchronization protocols may not be efficient under heat stress (HS) conditions, particularly during non-breeding seasons. Identifying effective strategies to mitigate the negative effects of HS on reproduction is crucial for improving sheep productivity. This study aimed to evaluate the impact of severe HS on the effectiveness of estrus synchronization protocols using intravaginal devices (IVDs) impregnated with varying doses and types of progesterone in ewes during the non-breeding season.

Materials and Methods: This study evaluated the impact of severe HS on the effectiveness of estrus synchronization protocols using intravaginal devices (IVDs) impregnated with different doses and analogues of progesterone in Sangsari ewes during the non-breeding season. Eighty healthy, non-pregnant ewes were randomly assigned to four experimental groups: Control (CIDR with 330 mg progesterone without HS), HS-CIDR330 (CIDR with 330 mg progesterone under HS), HS-SP60 (sponges with 60 mg medroxyprogesterone acetate under HS), and HS-SP800 (sponges impregnated with 800 mg progesterone under HS). The ewes in HS groups were housed in warm rooms (temperature-humidity index >79) for 9 hours daily (9 AM to 6 PM) for five days before and five days after mating, while the control group remained under thermoneutral conditions without HS. Ewes received IVDs for seven days, followed by an intramuscular injection of 500 IU of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) upon device removal. One day after device removal, rams were introduced to the ewes. Rectal temperature was measured, and blood samples were collected daily throughout the experiment. Serum progesterone levels were measured using conventional ELISA kits. Reproductive performance indices, including estrus rate, pregnancy rate, return to estrus rate, lambing rate, and twinning rate, were recorded.

Results: The results showed that under HS conditions and during the non-breeding season, higher progesterone concentrations in IVDs significantly improved pregnancy, lambing, and twinning rates. In contrast, synthetic analogues such as medroxyprogesterone acetate and lower doses of progesterone failed to achieve similar outcomes. Additionally, rectal temperatures were higher in the HS groups compared to the control group, and serum progesterone levels were significantly higher in the Control and HS-SP800 groups compared to the other groups.

Conclusion: Increasing the concentration of natural progesterone in IVDs, especially under severe HS conditions and during non-breeding seasons, appears to be an effective strategy for improving the reproductive performance of sheep. This approach holds promise for improving productivity in regions facing climate challenges.

Cite this article: Nabi, M.M., Zhandi, M., Zare Shahneh, A., Masoumi, R. (2025). Effects of Progesterone Supplementation During the Non-Breeding Season on Reproductive Performance of Ewes Under Heat Stress Conditions. *Journal of Ruminant Research*, 13(3), 187-201.



© The Author(s)



[10.22069/EJRR.2025.23105.1992](https://doi.org/10.22069/EJRR.2025.23105.1992)

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثرات مکمل پروژسترون در خارج از فصل تولید مثلی بر عملکرد تولید مثلی میش های تحت شرایط تنش گرمایی

محمد مهدی نبی^۱، مهدی ژندی^{۲*} , احمد زارع شهنه^۲، رضا معصومی^۳

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، تهران، ایران

رایانامه: Mzhandi@ut.ac.ir

^۲ استاد گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۳ دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: در ایران، گوسفند سهم به سزایی در تامین گوشت قرمز دارد. افزایش تولید بره به ازای هر راس دام مولد یکی از عوامل مهم در تامین نیاز کشور به گوشت قرمز می باشد. بنابراین، افزایش درصد بهره زایی و نیز افزایش بازده تولید مثلی مورد توجه محققین می باشد. تغییرات آب و هوایی به طور چشمگیری بر عملکرد تولید مثلی گوسفندان تأثیر می گذارد و باعث کاهش باروری و نرخ بهره زایی می شود. اثربخشی پروتکل های هم زمان سازی فحلی فعلی ممکن است در شرایط تنش گرمایی به ویژه در فصل های غیر تولید مثلی، کارایی کافی نداشته باشد. بنابراین، شناسایی راهبردهای مؤثر برای کاهش اثرات منفی تنش گرمایی و بهبود بهره وری تولید مثل ضروری است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۴ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۴	
واژه های کلیدی: پروژسترون تنش گرمایی فصل غیر تولید مثلی میش هم زمان سازی فحلی	مواد و روش ها: این مطالعه تأثیر تنش گرمایی شدید بر اثربخشی پروتکل های هم زمان سازی فحلی با استفاده از دستگاه های داخل واژنی که با مقادیر و آنالوگ های مختلف پروژسترون آغشته شده بودند را در میش های نژاد سنگسری طی فصل غیر تولید مثلی ارزیابی کرد. هشتاد میش غیر آبستن سالم به چهار گروه آزمایشی تقسیم شدند: گروه شاهد (استفاده از سیدر با ۳۳۰ میلی گرم پروژسترون بدون تنش گرمایی)، گروه تنش_سیدر ۳۳۰ (استفاده از سیدر با ۳۳۰ میلی گرم پروژسترون به همراه تنش گرمایی)، گروه تنش_اسفنج ۶۰ (استفاده از اسفنج با ۶۰ میلی گرم مدروکسی پروژسترون استات به همراه تنش گرمایی)، و گروه تنش_اسفنج ۸۰۰ (استفاده از اسفنج آغشته به ۸۰۰ میلی گرم پروژسترون به همراه تنش گرمایی). میش ها در گروه های تنش گرمایی در اتاق های گرم (شاخص دما-رطوبت بیشتر از ۷۹) به مدت ۹ ساعت در روز (از ساعت ۹ صبح تا ۶ عصر) به مدت پنج روز قبل و پنج روز بعد از جفت گیری نگهداری شدند، در حالی که میش های گروه شاهد در شرایط طبیعی بدون تنش گرمایی باقی ماندند. میش ها به مدت هفت روز ابزارهای داخل واژنی دریافت کردند و پس از برداشتن ابزارها، ۵۰۰ واحد سرم گنادوتروپین مادایان آبستن به صورت عضلانی دریافت کردند. یک روز پس از برداشتن ابزارها، قوچ ها به میش ها معرفی شدند. در طول آزمایش دمای رکتوم اندازه

گیری و نمونه برداری از خون به صورت روزانه صورت گرفت. مقدار پروژسترون سرمی با استفاده از کیت‌های مرسوم و به روش الایزا اندازه گیری شد. شاخص‌های عملکرد تولیدمثلی شامل نرخ فحلی، نرخ آبستنی، نرخ بازگشت به فحلی، نرخ بره‌زایی، و نرخ چندقلو‌زایی اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در شرایط تنش گرمایی و فصل غیر تولیدمثلی، غلظت‌های بالاتر پروژسترون در ابزارهای داخل‌واژنی به طور معنی‌داری نرخ‌های آبستنی، بره‌زایی و چندقلو‌زایی را بهبود بخشید. در مقابل، آنالوگ‌های مصنوعی مانند مدروکسی پروژسترون استات و دوزهای پایین‌تر پروژسترون نتوانستند نتایج مشابهی ارائه دهند. نتایج همچنین اهمیت استفاده از پروژسترون طبیعی و دوزهای بالاتر آن را در مقابله با اثرات منفی تنش گرمایی بر تولیدمثل برجسته می‌کند. دمای رکتوم در گروه میش‌های گروه‌های تحت تنش گرمایی بالاتر از گروه بدون تنش گرمایی بود و همچنین، غلظت سرمی پروژسترون در گروه‌های شاهد و تنش-اسفنج ۸۰۰ بیشتر از دو گروه دیگر بود.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که افزایش غلظت پروژسترون طبیعی در ابزارهای داخل‌واژنی، به ویژه در شرایط تنش گرمایی شدید و فصل‌های غیر تولیدمثلی، می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود عملکرد تولیدمثلی گوسفندان مورد استفاده قرار گیرد. این موضوع برای بهینه‌سازی چرخه‌های تولید بره و پاسخگویی به تقاضای فزاینده برای گوشت گوسفند، به ویژه در مناطقی که تحت تأثیر گرمایش جهانی قرار دارند، بسیار حائز اهمیت است.

استناد: نبی، محمدمهدی؛ ژندی، مهدی؛ زارع شهنه، احمد؛ معصومی، رضا. (۱۴۰۴). اثرات مکمل پروژسترون در خارج از فصل تولید مثلی بر عملکرد تولید مثلی میش‌های تحت شرایط تنش گرمایی. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۳(۳)، ۲۰۱-۱۸۷.



[10.22069/EJRR.2025.23105.1992](https://doi.org/10.22069/EJRR.2025.23105.1992)

© نویسندگان



ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

مصرف گوشت بره و گوسفند در سطح جهانی به ویژه در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا در مقایسه با سایر کشورهای دنیا بیشتر بوده و در حال افزایش می باشد (Locke و همکاران، ۲۰۱۷). اگرچه گوشت گوسفند بخش کوچکی از مصرف جهانی گوشت را تشکیل می دهد، اما پیش بینی می شود که تقاضا برای آن افزایش یابد. برای پاسخگویی به این تقاضای رو به افزایش، توسعه راهبردهایی برای افزایش کارایی تولید گوسفند ضروری است. گوسفندان حیوانات پلی استروس فصلی هستند که چرخه های فحلی آن ها هر ۱۶ تا ۱۸ روز رخ می دهد و این چرخه ها به کاهش طول روز و کاهش دما پاسخ می دهند. در نتیجه، تولید بره عمدتاً فصلی می باشد، به طوری که میش ها معمولاً در پاییز جفت گیری کرده و در بهار زایمان می کنند. یکی از استراتژی های بالقوه برای افزایش دفعات زایمان، القا و هم زمان سازی فحلی در میش ها در فصل های غیر تولید مثلی (بهار/تابستان) است (Knights و همکاران، ۲۰۰۳). با این حال، تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی تأثیر منفی بر تولید مثل گوسفندان داشته است (Sawyer و همکاران، ۲۰۱۹).

تنش گرمایی، که با شاخص دما-رطوبت^۱ با آستانه بزرگتر یا مساوی ۷۲ تعریف می شود (García و همکاران، ۲۰۲۴)، به طور قابل توجهی نرخ آبستنی در گوسفندان را کاهش می دهد (Romo-Barron و همکاران، ۲۰۱۹) دوره بحرانی که در آن تنش گرمایی تأثیرات منفی بر تولید مثل دارد، به طور معمول پنج روز قبل و سه روز پس از جفت گیری یا تلقیح مصنوعی، یا پنج روز قبل و پس از فحلی است (Van Wettère و همکاران، ۲۰۲۱). تنش گرمایی اثرات مخربی را از طریق مسیرهای فیزیولوژیکی و هورمونی

مختلف بر تولید مثل اعمال می کند. یکی از نواحی اصلی اختلال، در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-غده های جنسی است. تحت شرایط تنش گرمایی، ترشح هورمون آزادکننده گنادوتروپین^۲ از هیپوتالاموس کاهش یافته که منجر به کاهش ترشح هورمون لوتئین کننده^۳ و هورمون تحریک کننده فولیکول^۴ از غده هیپوفیز می شود (Hansen و همکاران، ۲۰۱۹). این اختلال هورمونی باعث مختل شدن رشد فولیکولی می شود که نتیجه آن تولید فولیکول های کوچک تر و کم کیفیت تر، کاهش نرخ تخمک ریزی و ضعف باروری است. تنش گرمایی همچنین باعث تنش اکسیداتیو می شود که تولید گونه های فعال اکسیژن (Silva و همکاران، ۲۰۲۳) را به همراه دارد که می تواند به فولیکول های تخمدان، تخمک ها و جنین های اولیه آسیب برساند (Roth و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه بر این، عملکرد ناکافی جسم زرد^۵ یک عامل بحرانی در امکان از دست رفتن جنین های اولیه در میش های تحت تنش گرمایی است. جسم زرد، که مسئول ترشح پروژسترون است، ممکن است نتواند سطوح کافی از پروژسترون را تولید کند که برای حمایت از آبستنی و بقای جنین در زمان لانه گزینی ضروری است (Roth و همکاران، ۲۰۱۷). در شرایط طبیعی، سطوح مناسب هورمون ها به توسعه صحیح لایه داخلی رحم و حمایت از مراحل اولیه کاشت جنین و توسعه جفت کمک می کند. با این حال، در شرایط تنش گرمایی، ترشح ناکافی هورمون ها با کاهش نرخ آبستنی و افزایش نرخ از دست رفتن جنین ها مرتبط بوده است (Roth و همکاران، ۲۰۱۷). این موضوع که انواع و غلظت های مختلف هورمون پروژسترون می توانند موفقیت هم زمان سازی فحلی و

^۲ GnRH (gonadotropin releasing hormone)

^۳ LH (Luteolin hormone)

^۴ FSH (Follicle Stimulating Hormone)

^۵ Corpus luteum

^۱ THI (temperature-humidity index)

نتایج تولیدمثل را تحت تأثیر قرار دهند به طور گسترده‌ای پذیرفته شده است. برخلاف آنالوگ‌های مصنوعی نظیر مدورکسی پروژستون استات^۱ و فلورجستون استات^۲ پروژسترون طبیعی می‌تواند بدون سرکوب ترشح هورمون لوتئین‌کننده منجر به بهبود توسعه رویانی، افزایش اندازه جسم زرد و ترشح بیشتر پروژسترون از جسم زرد شود (Wolfenson و همکاران، ۲۰۰۰). در میش‌های بدون تنش، پروتکل‌های هم‌زمان‌سازی فحلی کوتاه‌مدت با استفاده از آنالوگ‌های مختلف هورمونی، هم به طور مصنوعی و هم طبیعی، اثربخشی مشابهی نشان داده‌اند (Simonetti و همکاران، ۲۰۰۰؛ Ungerfeld و همکاران، ۲۰۰۲). با این حال، تنش گرمایی ممکن است دینامیک متابولیسم و پاکسازی هورمون پروژسترون را تغییر دهد که منجر به کاهش در دسترس بودن هورمون در مراحل بحرانی تولیدمثل می‌شود (Roth و همکاران، ۲۰۱۷). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که تنش گرمایی پاکسازی هورمون‌ها را افزایش داده و به این ترتیب سطوح بالاتر هورمون پروژسترون برای دستیابی به نتایج مشابه در شرایط دمایی نرمال ضروری است (Hansen و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، انتخاب نوع و مقادیر مناسب هورمون پروژسترون در شرایط تنش گرمایی برای جلوگیری از شکست‌های تولیدمثل حیاتی است. فرض ما بر این است که هورمون پروژسترون طبیعی می‌تواند نتایج تولیدمثل را به طور مؤثرتری از آنالوگ‌های مصنوعی آن، به ویژه در شرایط تنش گرمایی بهبود بخشد.

این مطالعه به ارزیابی این فرضیه می‌پردازد که غلظت هورمون پروژسترون در ابزارهای داخل واژنی و نوع آنالوگ استفاده شده می‌تواند به طور قابل توجهی عملکرد تولیدمثل میش‌ها را در شرایط تنش گرمایی

شدید در فصل غیر تولیدمثل را تحت تأثیر قرار دهد. اگرچه مطالعات قبلی تفاوت‌های قابل توجهی بین ابزارهای داخل واژنی با آنالوگ‌های مختلف هورمونی از جمله مدورکسی پروژسترون استات، فلورجستون استات و پروژسترون طبیعی نشان نداده‌اند (Simonetti و همکاران، ۲۰۰۰؛ Ungerfeld و همکاران، ۲۰۰۲). اما فرض می‌کنیم که شرایط تنش گرمایی ممکن است اثربخشی این ابزارها را به ویژه در فصل‌های غیر تولیدمثل، به دلیل تفاوت‌ها در پاک‌سازی هورمون و تنظیم محیط رحمی تغییر دهد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی اثر سه مکمل پروژسترونی در برنامه هم‌زمان‌سازی فحلی میش‌های تحت تنش حرارتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در شهر مشهد انجام شد که در عرض جغرافیایی ۳۶/۲۰ شمالی و طول جغرافیایی ۵۹/۳۵ شرقی واقع است. مشهد دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد با تابستان‌های گرم است، جایی که دما گاهی از ۳۳ درجه سانتی‌گراد (۹۱ درجه فارنهایت) بالاتر می‌رود و رطوبت نسبی میانگین در دی ماه ۷۰ درصد و در تیر و مرداد به ۲۸ درصد کاهش می‌یابد. آزمایش در فصل غیر تولیدمثل از ۱۰ خرداد ۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقات گلستان، وابسته به شعبه مشهد مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی آغاز شد و به مدت شش ماه ادامه یافت. پروتکل‌های آزمایشی توسط کمیته اخلاق آزمایشات حیوانی دانشگاه تهران، دانشکده‌گان کشاورزی تأیید شد. هشتاد میش غیرآبستن سنگسری با میانگین سن ۳/۵ سال و میانگین وزن ۵۰ کیلوگرم در این مطالعه استفاده شدند. تمامی میش‌ها از نظر بالینی سالم بوده و رژیم غذایی مطابق با نیازهای تغذیه‌ای شورای تحقیقات

^۱ MPA (Medroxyprogesterone acetate)

^۲ FGA (fluorogestone acetate)

شد. ۲۴ ساعت پس از درمان با گنادوتروپین سرم مادبان آبستن، قوچ ها معرفی شدند. در بیشتر روزها، میش ها در گروه های تنش گرمایی، شرایط تنش گرمایی شدید تا بحرانی را برای ۶ ساعت در روز از ساعت ۱۲ ظهر تا ۶ عصر تجربه کردند. شاخص دما-رطوبت^۷ با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$THI = (0.8 \times T) + [(RH / 100) \times (T - 14.4)] + 46.4$$

که در آن T دمای هوا (در درجه سانتی گراد) و RH رطوبت نسبی (%) است (Armstrong, ۱۹۹۴). براساس این فرمول، شاخص دما-رطوبت به چهار کلاس تقسیم می شود (Silva و همکاران، ۲۰۲۳): شاخص دما - رطوبت کمتر از ۷۴: منطقه راحت یا بدون تنش گرمایی در نظر گرفته می شود. شاخص دما-رطوبت بین ۷۳ و ۷۸ که منطقه با تنش گرمایی خفیف را شامل می شود. شاخص دما - رطوبت بین ۷۹ و ۸۳ که منطقه با تنش گرمایی متوسط می باشد و شاخص دما - رطوبت بیش از ۸۴ را شرایط با تنش گرمایی شدید می نامند.

داده های دما و رطوبت محیط پنج بار در روز در ساعات ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ به طور خودکار با استفاده از سیستم دیتا لاگر جمع آوری شد و شاخص حرارتی-رطوبتی به طور متوالی محاسبه شد (شکل ۱). همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، میش ها در گروه هایی که در اتاق گرم نگهداری می شدند از ساعت ۹ صبح تا ۶ عصر تحت تنش گرمایی شدید قرار گرفتند، در حالی که میش ها در گروه شاهد تحت تنش گرمایی قرار نگرفتند (شاخص دما - رطوبت کمتر از ۷۴). دمای رکتوم^۸ به صورت روزانه دوبار در ساعت ۶ و ۱۸ (زمان ورود به اتاق گرم و زمان خروج از اتاق گرم) در همه گروه ها اندازه گیری و ثبت شد. (شکل ۲).

ملی^۱ برای گوسفندان دریافت کرده و به آب با دمای محیط دسترسی آزاد داشتند. میش ها به طور تصادفی به گروه های آزمایشی زیر تقسیم شدند: گروه ها بر اساس ابزارهای داخل واژنی مورد استفاده و شرایط تنش گرمایی انتخاب و طبقه بندی شدند. تیمار اول (گروه شاهد)، ابزار درون واژنی سیدر^۲ حاوی ۳۳۰ میلی گرم پروژسترون دریافت و در شرایط محیطی بدون تنش گرمایی نگهداری شدند. تیمار دوم (تنش-سیدر^۳) ابزار درون واژنی سیدر حاوی ۳۳۰ میلی گرم پروژسترون دریافت و در شرایط تنش گرمایی شدید نگهداری شدند. گروه سوم (گروه تنش-اسفنج^۴) اسفنج داخل واژنی حاوی ۶۰ میلی گرم مدروکسی پروژسترون استات دریافت و در شرایط تنش گرمایی شدید نگهداری شدند. تیمار چهارم (گروه تنش-اسفنج^۵) اسفنج داخل واژنی آغشته به ۸۰۰ میلی گرم پروژسترون دریافت و در شرایط تنش گرمایی شدید نگهداری شدند.

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است سیدرها یا اسفنج ها به مدت هفت روز استفاده شدند و پس از قرار دادن ابزارها، میش ها در گروه های تنش-سیدر ۳۳۰، تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ به خانه های گرم منتقل شدند و تحت تنش گرمایی به مدت ۹ ساعت در روز (از ساعت ۹ صبح تا ۶ عصر) به مدت ۱۱ روز قرار گرفتند. میش ها در گروه شاهد در همان شرایط باقی ماندند و تحت تنش گرمایی قرار نگرفتند. در روز هفتم، سیدرها و اسفنج ها برداشته شدند و به میش ها در تمامی گروه ها مقدار ۵۰۰ واحد بین المللی گنادوتروپین سرم مادبان آبستن^۶ (ساخت شرکت هیپرا اسپانیا) به طور عضلانی تزریق

¹ NRC

² CIDR

³ HS-CIDR330

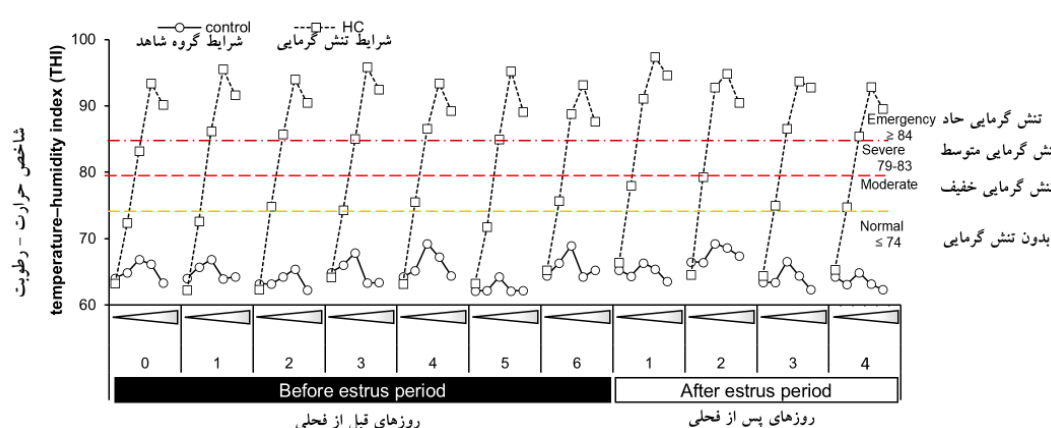
⁴ HS-SP60

⁵ HS-SP800

⁶ PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin)

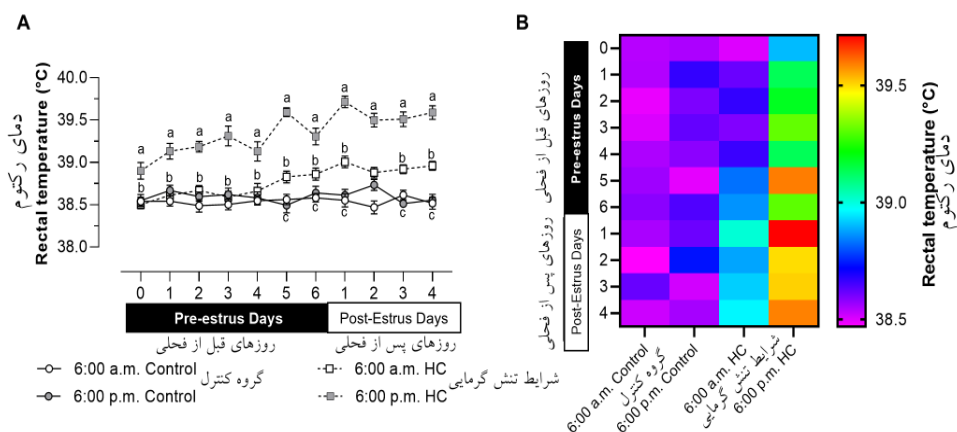
⁷ THI

⁸ Rectum



شکل ۱- تنش گرمایی در روز صفر شروع گردید. HC: شرایط تنش گرمایی و ۳ گروهی که در این شرایط نگهداری می شدند. Control: گروه شاهد در شرایط بدون تنش نگهداری گردیده است.

Figure 1. Heat stress applied at day 0 where intravaginal devices were inserted and continued for 7 day.



شکل ۲- تغییرات دمای رکتوم در شرایط کنترل و تنش گرمایی. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ خطای استاندارد میانگین (SEM) ارائه شده‌اند. میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند، در سطح ۰/۰۵ اختلاف معناداری داشتند.

Figure 2. The change in rectal temperature in control and heat stress condition. Data are presented as mean $\pm$ SEM. The means with different letters had significant differences at the 0.05 level

(۱۰۰)، نرخ بازگشت به فحلی (میش‌های بازگشته به فحلی در دوره بعدی/میش‌های همزمان سازی شده $\times$ ۱۰۰)، نرخ آبستنی (میش‌های آبستن/میش‌های جفت‌گیری شده $\times$ ۱۰۰)، نرخ باروری (میش‌های آبستن/میش‌های فحل $\times$ ۱۰۰) و نرخ بهره‌زایی (میش‌های زایمان کرده/میش‌های جفت‌گیری شده $\times$ ۱۰۰) محاسبه گردید. سطوح پروژسترون سرم به صورت روزانه اندازه‌گیری شدند، که از یک روز قبل از قرار دادن ابزارهای داخل‌واژنی (روز ۰) آغاز شده

پس از تشخیص فحلی و جفت‌گیری طبیعی، ۲ قوچ برای ۲۰ روز بعدی با میش‌ها نگهداری شدند تا "نرخ بازگشت به فحلی" شناسایی شود. شصت روز پس از جفت‌گیری، وضعیت آبستنی با استفاده از دستگاه سونوگرافی و پروب باند ۵ تا ۷/۵ مگاهرتز (Ecogra, Aloca Co., Ltd., Tokyo, Japan) تعیین شد. پس از آن، صفات زیر به عنوان عملکرد تولیدمثلی میس‌ها اندازه‌گیری شدند. نرخ فحلی (میش‌های فحل/میش‌های همزمان سازی شده $\times$

شاهد نرخ ایستا فحلی کمتری داشت ($P < 0.05$). تفاوت معناداری بین گروه شاهد و گروه تنش-اسفنج ۸۰۰ مشاهده نشد.

($\chi^2 (3, N=20) = 5.887, P = 0.117$) درصد میش‌هایی که بازگشت به فحلی داشتند در گروه‌های شاهد، تنش-سیدر ۳۳۰، تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ به ترتیب ۱۵٪، ۴۰٪ و ۱۵٪ بود (شکل ۳) که در این صفت تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت.

($\chi^2 (3, N=20) = 5.359, P = 0.147$) نرخ‌های آبستنی در گروه‌های شاهد، تنش-سیدر ۳۳۰، تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ به ترتیب ۱۰۰ درصد، ۹۰ درصد، ۸۵ درصد و ۱۰۰ درصد بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه تنش-اسفنج ۶۰ و گروه‌های شاهد و تنش-اسفنج ۸۰۰ وجود دارد ($P < 0.05$). با این حال، تفاوت معناداری بین گروه‌های شاهد و تنش-اسفنج ۳۳۰، یا بین گروه‌های تنش-سیدر ۳۳۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ با تنش-اسفنج ۶۰ مشاهده نشد.

نرخ دوقلو زایی در گروه‌های شاهد، تنش-سیدر ۳۳۰، تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ به ترتیب ۴۰ درصد، ۲۰ درصد، ۱۵ درصد و ۶۰ درصد بود. نرخ دوقلو زایی بین گروه‌های تنش-اسفنج ۶۰ و شاهد، تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰، تنش-سیدر ۳۳۰ و شاهد، و تنش-سیدر ۳۳۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ به طور معناداری متفاوت بود ($P < 0.05$). جالب توجه است که درصد میش‌های دوقلو زای بین گروه‌های شاهد و تنش-اسفنج ۸۰۰ تفاوت معناداری نداشت (جدول ۱).

و در طول دوره استفاده از ابزارها (روز ۱ تا روز ۷) ادامه یافت. برای اندازه‌گیری سطوح پروژسترون سرم از کیت‌های تجاری الایزا^۱ (Monobind Inc, Netherland) استفاده شد. به‌طور خلاصه، CV درون و بین تیماری^۲ به ترتیب ۳/۲۳ و ۶/۷۱ بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 27.0 و Prism 9.0 تجزیه و تحلیل شدند. توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک^۳ ارزیابی شد و همگنی واریانس با آزمون لون^۴ سنجیده شد. داده‌هایی که توزیع غیرنرمال داشتند با استفاده از آزمون کوروسکال-والیس^۵ و مقایسه‌های جفتی^۶ تجزیه و تحلیل شدند؛ در حالی که داده‌های نرمال با استفاده از آنوا^۷ یک‌طرفه و پس از آن آزمون توکی^۸ تجزیه و تحلیل شدند. داده‌های مربوط به دوقلو زایی، آبستنی، فحلی و بازگشت به فحلی با استفاده از آزمون کای اسکور تجزیه و تحلیل شدند. سطوح پروژسترون طی ۸ روز آزمایش با استفاده از آنالیز واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر^۹ و آزمون مقایسه‌های چندگانه بونفرونی تحلیل شدند. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد یا میانگین $\pm$ انحراف معیار خطی گزارش شدند. مقدار P کمتر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نرخ میش‌هایی که ایستا فحلی نشان دادند در گروه‌های شاهد، تنش-سیدر ۳۳۰، تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ به ترتیب ۹۵٪، ۷۵٪، ۷۰٪ و ۹۰٪ بود (شکل ۳). گروه تنش-اسفنج ۶۰ نسبت به گروه

¹ ELISA

² Inter and intra coefficient of variation

³ Shapiro-Wilk

⁴ Levene

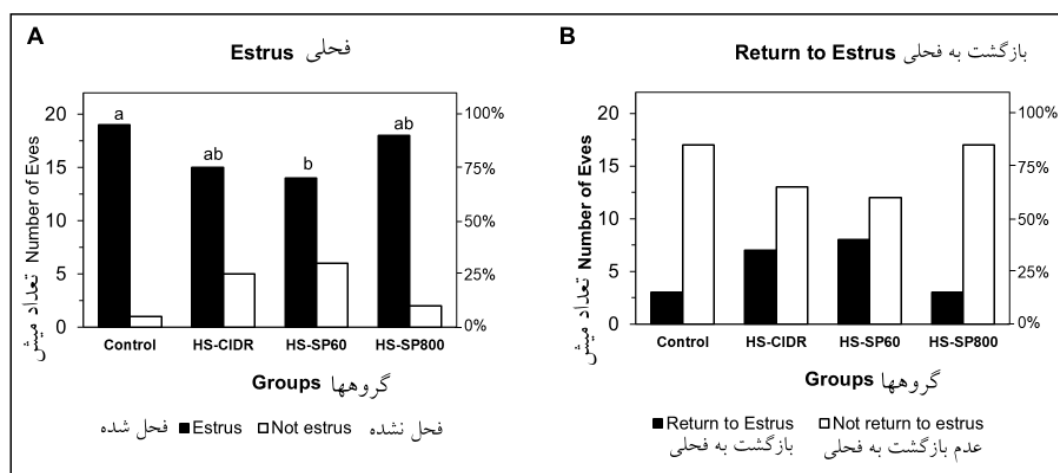
⁵ Kruskal-Wallis

⁶ Dunn

⁷ ANOVA

⁸ Tukey

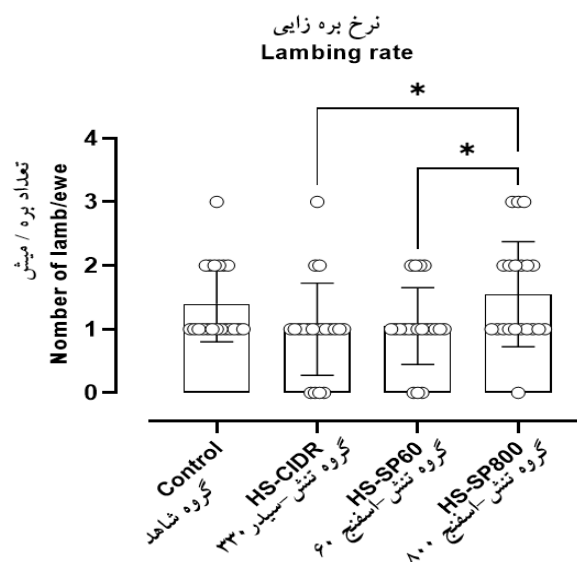
⁹ Repeated measures ANOVA



شکل ۳- تعداد و درصد میش‌هایی که فحلی نشان دادند (A) و میش‌هایی که پس از جفت‌گیری به فحلی بازگشتند (B). داده‌ها با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر تحلیل شدند.

Figure 3. The number and percentage of ewes showed estrus (A) and the ewes returned to estrus after mating (B). Data were analyzed using Chi-square test.

نرخ بره‌زایی در گروه‌های شاهد، تنش-سیدر ۳۳۰، تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ ($P=0/014$) همچنین بین گروه‌های تنش-سیدر ۳۳۰ و تنش-اسفنج ۸۰۰ نشان داد ($P=0/025$). (شکل ۴). نتایج، تفاوت معناداری بین گروه‌های



شکل ۴- تعداد بره به ازای میش. علامت * نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد بین گروه‌های مشخص شده می باشد. Figure 4. The number of lamb/ewes in the experimental groups. The sign * indicates a significant difference at the 5% level between the specified groups.

جدول ۱- عملکرد تولید مثلی میش های دریافت کننده مکمل های پروژسترونی

Table 1. Reproductive performance of ewes supplemented with progesterone supplements

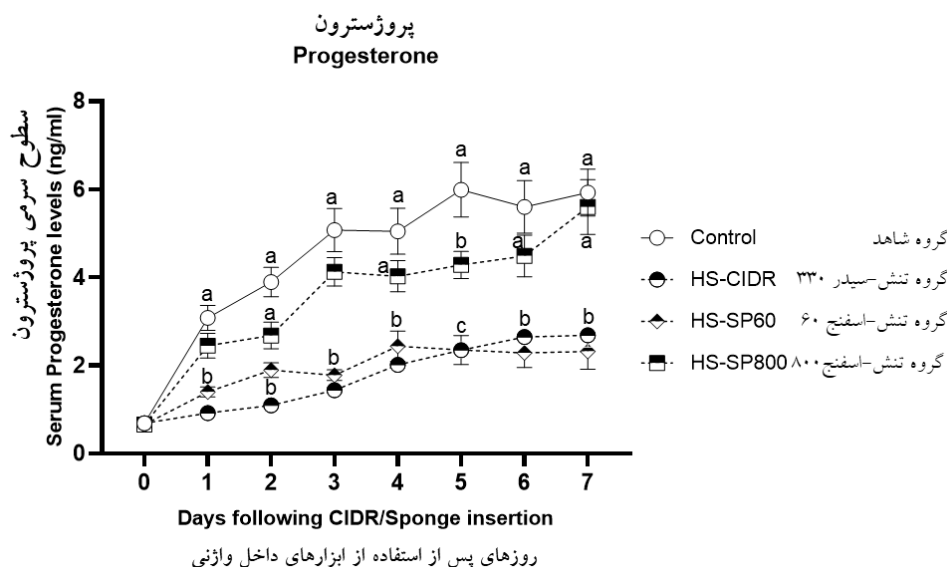
χ^2	تنش -اسفنج ۸۰۰ Heat-SP800		تنش -سیدر ۳۳۰ Heat-CIDR		تنش -اسفنج ۶۰ Heat-SP60		شاهد Control-CIDR		فراسنجه ها Parameters
	n	%	n*	%	n	%	n	%	
15.284	(8/20)	40	(13/20)	65	(14/20)	70	(12/20)	60	تک قلو Single
	(12/20)	60 ^{ab}	(4/20)	20 ^b	(3/20)	15 ^b	(8/20)	40 ^a	دو قلو و بیشتر Twin or more
7.928	(20/20)	100 ^a	(18/20)	90 ^{ab}	(17/20)	85 ^b	(20/20)	100 ^a	نرخ آبستی Pregnancy rate
5.877	(18/20)	90 ^a	(15/20)	75 ^{ab}	(14/20)	70 ^b	(19/20)	95 ^{ab}	نرخ فعلی Estrus rate
5.359	(3/20)	15	(7/20)	35	(8/20)	40	(3/20)	15	نرخ بازگشت به فعلی Return to estrus rate

جدول ۱ معنی داری در سطح ۵ درصد بررسی شده است. تفاوت در حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی داری می باشد. #: در گروه تنش -سیدر ۳۳۰ یک راس میش سقط داشته که تعداد سقط با توجه به اینکه یک مورد در کل آزمایش می باشد در جدول ثبت نشده است. نرخ سقط نیز معنی دار نشده است.

Each subscript letter denotes a subset of Groups categories whose column proportions do not differ significantly from each other at the 0.05 level. *: In the Heat-CIDR group, one ewe experienced abortion. Since this was the only case observed throughout the entire experiment, it has not been included in the table. The abortion rate was also not statistically significant.

بین چهار گروه مشاهده نشد ($P < 0.05$) با این حال، سطوح پروژسترون در گروه شاهد و گروه تنش-اسفنج ۸۰۰ (اسفنج با ۸۰۰ میلی گرم پروژسترون تحت تنش گرمایی) به طور معنی داری بالاتر از دو گروه دیگر (تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-سیدر ۳۳۰، هر دو تحت تنش گرمایی) در روزهای ۱ تا ۷ بودند ($P < 0.05$).

سطوح سرمی پروژسترون که در روز صفر قبل از قرار دادن سیدر یا اسفنج و در روزهای ۱ تا ۷ پس از قرار دادن ابزار داخل واژنی اندازه گیری شدند، در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج نشان دادند که تأثیرات اصلی روزها، گروههای تیماری و اثر متقابل روزها × گروههای تیماری سطوح سرمی پروژسترون معنی دار بودند. تفاوت معنی داری در سطوح پایه پروژسترون



شکل ۴- سطوح سرمی پروژسترون در روز صفر (قبل از قرار دادن سیدر/اسفنج) و در روزهای ۱ تا ۷ پس از قرار دادن ابزار داخل واژنی در گروه شاهد و سه گروه تحت تنش گرمایی. داده ها به صورت میانگین $\pm$ خطای استاندارد میانگین (SEM) ارائه شده اند.

Figure 5. Serum levels of progesterone on day 0 (before CIDR/Sponge) insertion, and on days 1 to 7 of intravaginal devices insertion in the control group and the three heat-stressed groups. Data are presented as means $\pm$ SEM.

پروژسترون استات تحت تنش گرمایی نسبت داده شود که احتمالاً به دلیل تغییر در متابولیسم هورمونی یا کاهش حساسیت گیرنده ها باشد (Van Wetters و همکاران، ۲۰۲۱). نتایج یک متا-آنالیز نشان داد که تنش گرمایی، تأثیر معناداری بر بروز فحلی نداشت، اگرچه مدت زمان فحلی را کاهش داده و چرخه فحلی را تحت شرایط تنش ز طولانی تر می کند (Romo-Barron و همکاران، ۲۰۱۹). این تفاوت ها در نرخ های فحلی نشان می دهند که غلظت های بالاتر پروژسترون همچنین در تنش-اسفنج ۸۰۰ می تواند با

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهند که افزایش غلظت پروژسترون در ابزارهای درون واژنی نه تنها پیامدهای منفی تنش گرمایی شدید بر عملکرد تولیدمثل را کاهش می دهد، بلکه به عنوان یک ابزار مدیریتی بالقوه برای بهبود نتایج تولیدمثل در شرایط محیطی شدید نیز عمل می کند. نرخ فحلی در گروه تنش-اسفنج ۸۰۰، ۹۰ درصد و در گروه شاهد، ۹۵ درصد بود، در حالی که نرخ های گروه های تنش-اسفنج ۶۰ و تنش-سیدر ۳۳۰ به ترتیب ۷۰ درصد و ۷۵ درصد بود. پاسخ فحلی کمتر در گروه تنش-اسفنج ۶۰ ممکن است به کاهش اثربخشی مدروکسی

غلبه بر تأثیرات منفی تنش گرمایی بر عملکرد تولیدمثل کمک کند.

نرخ‌های آبستنی در گروه‌های تنش-سیدر ۳۳۰ و تنش-اسفنج ۶۰ به ترتیب ۹۰ درصد و ۸۵ درصد بودند، در حالی که در گروه‌های تنش-اسفنج ۸۰۰ و شاهد به ۱۰۰ درصد رسید. این یافته‌ها با مطالعات قبلی هم‌راستا است که نشان دادند تنش گرمایی تأثیر منفی بر نتایج تولیدمثل از طریق اختلال در تعادل هورمونی و کاهش باروری دارد (Ungerfeld و همکاران، ۲۰۰۲). عملکرد برتر گروه تنش-اسفنج ۸۰۰ نشان می‌دهد که پروژسترون طبیعی به صورت بهتری می‌تواند در برابر چالش‌های تنش گرمایی نسبت به آنالوگ‌های مصنوعی مقاومت کند. همچنین، نرخ دوقلو زایی در گروه تنش-اسفنج ۸۰۰ (۶۰ درصد) نسبت به گروه‌های شاهد (۴۰ درصد)، تنش-سیدر ۳۳۰ (۲۰ درصد) و تنش-اسفنج ۶۰ (۱۵ درصد) بالاتر بود. پژوهش‌های قبلی نرخ‌های مشابهی در دوقلو زایی میش‌ها درمان شده با مدروکسی پروژسترون استات یا سیدر همراه با گنادوتروپین کوریون مادیان^۱ گزارش کردند (Ungerfeld و همکاران، ۲۰۰۲)، اما نتایج این آزمایش کاهش نرخ دوقلو زایی برای هر دو پروتکل تحت تنش گرمایی را نشان می‌دهد. این مطالعه نشان داد که نرخ بره‌زایی در گروه تنش-اسفنج ۸۰۰ (۱۵۵ درصد) بالاتر از گروه‌های شاهد (۱۴۰ درصد)، تنش-سیدر ۳۳۰ (۱۰۵ درصد) و تنش-اسفنج ۶۰ (۱۰۰ درصد) بود. نرخ‌های بالاتر بره‌زایی مشاهده شده در گروه تنش-اسفنج ۸۰۰ احتمالاً به دلیل غلظت بالاتر و ثابت‌تر پروژسترون است که توسط پروژسترون طبیعی در این پروتکل تأمین می‌شود. این یافته‌ها از مطالعات قبلی که نشان می‌دهند غلظت‌های بالاتر پروژسترون با توسعه فولیکولی بهتر، نرخ‌های تخمک‌گذاری و موفقیت کلی

تولیدمثل مرتبط است، پشتیبانی می‌کند (Van Wetters و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه بر این، استفاده از پروژسترون طبیعی در گروه تنش-اسفنج ۸۰۰ احتمالاً برخی از اثرات منفی تنش گرمایی را کاهش داده و به بهبود عملکرد تولیدمثل منجر شده است. مطالعه حاضر با تحقیقات قبلی هم‌راستا است، که نشان دادند تنش گرمایی به‌طور چشمگیری باروری میش‌ها و نرخ بره‌زایی را کاهش می‌دهد (Van Wetters و همکاران، ۲۰۲۱). با این حال، یافته‌های این پژوهش اهمیت ارزیابی ابزارهای داخل‌واژنی آغشته به پروژسترون تحت شرایط تنش گرمایی را به‌ویژه به دلیل گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی نشان می‌دهند. همچنین گزارش شده است که شرایط شدید تنش گرمایی منجر به کاهش سطح پروژسترون سرم می‌شود، که نیاز به دوزهای بالاتر پروژسترون در چنین شرایطی را تقویت می‌کند (García و همکاران، ۲۰۲۴).

یافته‌های آزمایش حاضر تفاوت‌های معناداری در سطوح سرمی پروژسترون بین گروه شاهد و گروه‌های تحت تنش گرمایی نشان داد. به‌طور خاص، گروه کنترل و گروه تنش اسفنج ۸۰۰ سطوح پروژسترون بالاتری را در مقایسه با گروه‌های تنش اسفنج ۶۰ و تنش سیدر ۳۳۰ نشان دادند. این موضوع نشان می‌دهد که هم نوع آنالوگ و هم دوز پروژسترون در حفظ سطوح کافی پروژسترون سرم تحت شرایط تنش گرمایی نقش دارند، که برای هم‌زمان‌سازی موفق فحلی و تخم‌ریزی حیاتی است (Ungerfeld و همکاران، ۲۰۰۲). سطوح بالاتر پروژسترون مشاهده‌شده در گروه تنش اسفنج ۸۰۰ نشان می‌دهد که پروژسترون طبیعی ممکن است در برابر تنش گرمایی مقاوم‌تر از آنالوگ‌های مصنوعی مانند مدروکسی پروژسترون استات باشد، که احتمالاً به دلیل جذب بهتر یا پایداری بیشتر در دماهای بالا است (Simonetti و همکاران، ۲۰۰۰). پروژسترون نقش

¹ Equine chorionic gonadotropin

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از اسفنج‌های آغشته به ۸۰۰ میلی گرم پروژسترون طبیعی در مناطق با دماهای محیطی بالا یا در فصل‌های گرم، به‌ویژه در فصل‌های غیر تولیدمثلی، می‌تواند عملکرد تولیدمثلی میش‌ها را بهبود بخشد. این موضوع برای بهینه‌سازی چرخه‌های تولید بره و پاسخگویی به تقاضای فزاینده برای گوشت گوسفند، به‌ویژه در مناطقی که تحت تأثیر گرمایش جهانی قرار دارند، بسیار حائز اهمیت است. تحقیقات بیشتری برای بررسی داروجنیش‌شناسی پروژسترون در شرایط تنش گرمایی و تعیین دوزهای بهینه برای حداکثر کردن موفقیت تولیدمثلی مورد نیاز است.

حیاتی در تنظیم چرخه‌های تولیدمثلی و حفظ آبستنی دارد. تحت شرایط تنش گرمایی، پاک‌سازی پروژسترون از خون افزایش می‌یابد و جریان خون به سیستم تولیدمثلی کاهش پیدا می‌کند، که توانایی آن برای حفظ آبستنی را مختل می‌کند (Roth و همکاران، ۲۰۱۷). کاهش سطوح پروژسترون می‌تواند کیفیت تخمک را تضعیف کرده، فرایند لقاح را مختل کند و نرخ مرگ‌ومیر جنینی را افزایش دهد. علاوه بر این، بازخورد ناکافی پروژسترون بر مغز ممکن است مانع از مهار کامل ترشح LH شود، که بر بلوغ تخمک تأثیر می‌گذارد و منجر به تشکیل جسم زرد کوچک‌تر می‌شود، که تولید پروژسترون را بیشتر به خطر می‌اندازد (Hansen و همکاران، ۲۰۱۹).

References

- Armstrong, D. V. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, 77(7): 2044-2050
- García-Casillas, A. C., Prado-Rebolledo, O. F., Carrillo-Díaz, M. I., Zepeda-Batista, J. L., Barajas-Saucedo, C. E., & Hernández-Rivera, J. A. (2024). Reproductive activity of Socorro Island Merino ewes and their crosses with pelibuey under heat stress conditions. *Animals*, 14(10):1405.
- Hansen, P. J. (2019) Reproductive physiology of the heat-stressed dairy cow: implications for fertility and assisted reproduction. *Animal Reproduction*, 16(3): 497-507 .
- Knights, M., Hoehn, T., Marsh, D., Lewis, P., Pate, J., Dixon, A., & Inskeep, K. (2003). Reproductive management in the ewe flock by induction or synchronization of estrus. *West Virginia University, Davis College of Agriculture, Forestry and Consumer Sciences, WV Agricultural and Forestry Experiment Station*.
- Locke, R., & O'Connor, J. (2017). Sheepmeat's unique global position. *Report for the Meat & Livestock Australia. Report*.
- Romo-Barron, C. B., Diaz, D., Portillo-Loera, J. J., Romo-Rubio, J. A., Jimenez-Trejo, F., & Montero-Pardo, A. (2019). Impact of heat stress on the reproductive performance and physiology of ewes: a systematic review and meta-analyses. *International Journal of Biometeorology*, 63, 949-962.
- Roth, Z. (2017). Effect of Heat Stress on Reproduction in Dairy Cows: Insights into the Cellular and Molecular Responses of the Oocyte. *Annual Review of Animal Biosciences*, 5, 151-170.
- Sawyer, G., & Narayan, E. J. (2019). A review on the influence of climate change on sheep reproduction. In *Comparative Endocrinology of Animals* (Vol. 10).
- Silva, W. C. d., Printes, O. V. N., Lima, D. O., Silva, É. B. R. d., Dos Santos, M. R. P., Camargo Júnior, R. N. C., Barbosa, A. V. C., Silva, J. A. R. d., Silva, A. G. M. e., & Silva, L. K. X. (2023). Evaluation of the temperature and humidity index to support the implementation of a rearing system for ruminants in the Western Amazon. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1198678.

- Simonetti, L., Blanco, M., & Gardón, J. C. (2000). Estrus synchronization in ewes treated with sponges impregnated with different doses of medroxyprogesterone acetate. *Small Ruminant Research*, 38(3):243-247.
- Ungerfeld, R., & Rubianes, E. (2002). Short term primings with different progestogen intravaginal devices (MAP, FGA and CIDR) for eCG-estrous induction in anestrus ewes. *Small Ruminant Research*, 46(1):63-66.
- Van Wettere, W. H., Kind, K. L., Gatford, K. L., Swinbourne, A. M., Leu, S. T., Hayman, P. T., Kelly, J. M., Weaver, A. C., Kleemann, D. O., & Walker, S. K. (2021). Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12:1-18.
- Wolfenson, D., Roth, Z., & Meidan, R. (2000). Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Animal Reproduction Science*, 60: 535-547 .

