



Comparison of estrous synchronization protocols using two types of progesterone sponges along with different levels of equine chorionic gonadotropin on reproductive performance in laparoscopically inseminated Romanov ewes

Fatemeh Khalilavi¹ | Saleh Tabatabaei Vakili² | Armin Towhidi³ |
Morteza Mamouei⁴ | Jamal Fayazi⁵

1. Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: phd.fatemekhalilavi@asnruk.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: tabatabaei@asnruk.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: atowhidi@ut.ac.ir
4. Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: mortezamamouei@asnruk.ac.ir
5. Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: j_fayazi@asnruk.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 3 August 2025
Received in revised form
25 January 2026
Accepted 26 January 2026
Published online 9 March 2026

Keywords:
Estrous synchronization
Romanov
Short-term protocols
Sponge

ABSTRACT

Objective: Fertility is a fundamental factor for the profitability and sustainability of sheep breeding companies and is also a valuable selection criterion in genetic improvement studies. The Romanov sheep is one of the best-known breeds worldwide in terms of fertility. Excellent results regarding the fertility of Romanov sheep have attracted the attention of many breeders. It seems essential to apply reproductive technologies to Romanov sheep in Iran, which have shown a seasonal decline in reproductive performance. The application of proper management methods during the non-breeding season to increase economic efficiency, especially in imported breeds, is of high importance. This study aimed to evaluate the effect of using short-term 5-day estrus synchronization protocols with two sponge brands containing different doses of eCG hormone on the reproductive performance of Romanov ewes during the non-breeding season.

Method: In this study, 90 Romanov ewes aged 2 to 5 years with an average weight of 38.8 ± 1.2 kg were used. The ewes were synchronized for 5 days using either the Esponjavet sponge containing 60 mg medroxyprogesterone acetate (45 ewes) or the Fluorogest sponge containing 40 mg flurogestone acetate (45 ewes). Upon sponge removal, each group was subdivided into three subgroups of 15 ewes each and received 300, 450, or 600 international units of eCG hormone.

Results: The Esponjavet sponge significantly reduced mucosal secretions and vaginal adhesions in grades 1 and 2 compared to the Fluorogest sponge ($P < 0.05$). Fertility, lambing, and prolificacy rates were higher in the group treated with Esponjavet sponge combined with 600 IU eCG ($P < 0.05$), while twinning rate, abortion, and barren ewes were not affected. The highest serum progesterone concentration within 48 hours after sponge removal was observed in the Esponjavet treatment combined with 300 IU eCG. In treatments receiving 450 and 600 IU eCG, estrogen levels at 24 and 48 hours post-sponge removal were significantly higher ($P < 0.05$). Cost-benefit analysis showed that the use of the Esponjavet sponge with 600 IU eCG yielded the highest profitability.

Conclusion: The results indicated that the reproductive performance of short-term sponge treatments from the two similar brands was comparable. Treatments receiving 600 and 450 IU eCG had similar effects on improving fertility. Economically, the use of the Fluorogest sponge is more cost-effective, and 450 IU eCG combined with this sponge can be used to improve reproductive efficiency and economic profit in breeding flocks. However, if the goal of estrus synchronization protocols is to increase twinning rate, the best option is the Esponjavet sponge with 600 IU of eCG.

Cite this article: Khalilavi, F., Tabatabaei Vakili, S., Towhidi, A., Mamouei, M., & Fayazi, J. (2026). Comparison of estrous synchronization protocols using two types of progesterone sponges along with different levels of equine chorionic gonadotropin on reproductive performance in laparoscopically inseminated Romanov ewes. *Journal of Animal Production*, 28 (1), 141-154. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.400000.623865>





مقایسه برنامه‌های هم‌زمان‌سازی فحلی با دو نوع اسفنج پروژسترونی به همراه سطوح مختلف گونادوتروپین کوریونی اسب بر عملکرد تولیدمثلی در میش‌های رومانوف تلقیح‌شده به روش لاپاروسکوپی

فاطمه خلیلاوی^۱ | صالح طباطبائی وکیلی^۲ | آرمین توحیدی^۳ | مرتضی مموی^۴ | جمال فیاضی^۵

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: phd.fatemekhalilavi@asnrukh.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: tabatabaei@asnrukh.ac.ir
۳. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: atowhidi@ut.ac.ir
۴. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: mortezamamouei@asnrukh.ac.ir
۵. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: j.fayazi@asnrukh.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۱۸

هدف: باروری یک عامل اساسی سودآوری و پایداری شرکت‌های پرورش گوسفند و همچنین یک معیار انتخاب ارزشمند در مطالعات اصلاح ژنتیکی است. گوسفند رومانوف از بهترین نژادهای معروف جهان از نظر باروری است. نتایج بسیار خوب در مورد باروری گوسفند رومانوف توجه بسیاری از پرورش‌دهندگان را به خود جلب کرده است. لزوم به‌کارگیری فناوری‌های تولیدمثل برای گوسفند رومانوف که در ایران نسبت به تغییرات فصلی کاهش در عملکرد تولیدمثلی نشان داده است، ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌کارگیری روش‌های صحیح مدیریت در فصل غیرتولیدمثل برای بالابردن صرفه اقتصادی به‌ویژه در نژادهای واردشده به کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. این مطالعه با هدف ارزیابی اثر به‌کارگیری پروتکل‌های کوتاه‌مدت هم‌زمان‌سازی فحلی پنج روزه با استفاده از دو برند اسفنج با مقادیر مختلف هورمون eCG بر بازده تولیدمثلی میش‌های رومانوف در فصل غیرتولیدمثلی انجام گرفت.

روش پژوهش: در این مطالعه از ۹۰ میش دو تا پنج‌ساله نژاد رومانوف با میانگین وزنی $38/8 \pm 1/2$ کیلوگرم استفاده شد. میش‌ها به‌مدت ۵ روز با اسفنج اسپانجاوت، حاوی ۶۰ میلی‌گرم مدروکسی پروژسترون استات (۴۵ رأس) یا اسفنج فلوروجست، حاوی ۴۰ میلی‌گرم فلوروجستون استات (۴۵ رأس) هم‌زمان‌سازی شدند و هنگام اسفنج‌برداری، هر کدام از گروه‌ها به سه زیرگروه ۱۵ تایی تقسیم شدند و به‌ترتیب سطوح ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ واحد بین‌المللی هورمون eCG دریافت نمودند.

یافته‌های پژوهش: اسفنج اسپانجاوت موجب کاهش معنی‌دار ترشحات مخاطی و چسبندگی مهبل در درجات ۱ و ۲ نسبت به اسفنج فلوروجست شد. درصد باروری، زایش و بره‌زایی در گروه تیمارشده با اسفنج اسپانجاوت همراه با ۶۰۰ واحد هورمون eCG عملکرد بهتری داشتند ($P < 0/05$)، درحالی‌که درصد دوقلو‌زایی، سقط و میش‌های قسر تحت تأثیر قرار نگرفتند. بیش‌ترین غلظت پروژسترون سرم خون طی ۴۸ ساعت از خروج اسفنج، مربوط به تیمار اسپانجاوت همراه با ۳۰۰ واحد eCG بود. در تیمارهای دریافت‌کننده ۴۵۰ و ۶۰۰ واحد eCG، سطح هورمون استروژن در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج، به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. تحلیل سود به‌هزینه نشان داد که استفاده از اسفنج اسپانجاوت به‌همراه ۶۰۰ واحد هورمون eCG بیش‌ترین سوددهی را دنبال دارد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های پژوهش نشان دادند که عملکرد تولیدمثلی تیمار کوتاه‌مدت اسفنج از دو برند مشابه بود. همچنین، تیمارهای دریافت‌کننده ۴۵۰ و ۶۰۰ واحد eCG دارای اثراتی مشابه در بهبود باروری بودند. از نظر اقتصادی، به‌کارگیری اسفنج فلوروجست به‌صرفه‌تر می‌باشد و می‌توان از ۴۵۰ واحد هورمون به‌همراه این اسفنج برای بالابردن بازده تولید مثلی و سود اقتصادی در گله‌های داشتی استفاده کرد. اما اگر هدف از به‌کارگیری روش‌های هم‌زمان‌سازی فحلی بالابردن نرخ دوقلو‌زایی باشد، بهترین گزینه اسفنج اسپانجاوت با ۶۰۰ واحد eCG می‌باشد.

کلیدواژه‌ها:

اسفنج
پروتکل‌های کوتاه‌مدت
رومانوف
هم‌زمان‌سازی فحلی

استناد: خلیلاوی، فاطمه؛ طباطبائی وکیلی، صالح؛ توحیدی، آرمین؛ مموی، مرتضی و فیاضی، جمال (۱۴۰۵). مقایسه برنامه‌های هم‌زمان‌سازی فحلی با دو نوع اسفنج پروژسترونی به‌همراه سطوح مختلف گونادوتروپین کوریونی اسب بر عملکرد تولیدمثلی در میش‌های رومانوف تلقیح‌شده به روش لاپاروسکوپی. نشریه تولیدات دامی، ۲۸ (۱)، ۱۴۱-۱۵۴. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.400000.623865>



۱. مقدمه

باروری یک عامل اساسی سودآوری و پایداری شرکت‌های پرورش گوسفند و همچنین یک معیار انتخاب ارزشمند در مطالعات اصلاح ژنتیکی است (Wang *et al.*, 2023). در سراسر جهان، حدود ۹۰۰ نژاد مختلف گوسفند وجود دارد. در بین این نژادها، تعداد نژادهای گوسفند که بالاترین زاد و ولد را به‌زای هر میش بره دارند از انگلستان هر دو دست تجاوز نمی‌کند. گوسفند رومانوف یکی از بهترین نژادهای معروف جهان از نظر باروری است (Gootwine, 2020; Vostry *et al.*, 2018). نتایج بسیار خوب در مورد باروری گوسفند نژاد رومانوف توجه بسیاری از پرورش‌دهندگان را به خود جلب کرده است. Vostry و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که گوسفند رومانوف از ناحیه ولگا (یاروسلاول) علیاً روسیه منشأ می‌گیرد. در این منطقه، فصل تولیدمثل گسترده است و حیوانات زود به بلوغ جنسی می‌رسند. میزان تلفات در بره‌های رومانوف با ازدیاد نرخ دوقلوژی، افزایش می‌یابد (Vlahek *et al.*, 2021; Vlahek *et al.*, 2023). به‌طور مشابه، گزارش شده است که نرخ مرگ‌ومیر در بره‌های رومانوف، به موازات افزایش تعداد بره در هر زایش افزایش می‌یابد که با این وجود این عدد کم‌تر از سایر نژادهای چندقلوزا است (Fahmy *et al.*, 1997).

بنابراین، به‌کارگیری فناوری‌های تولیدمثل برای گوسفند رومانوف که در ایران نسبت به تغییرات فصلی کاهش در عملکرد تولیدمثلی نشان داده است، ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌کارگیری روش‌های صحیح مدیریت در فصل غیرتولیدمثل برای بالابردن صرفه اقتصادی به‌ویژه در نژادهای واردشده به کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. از جمله روش‌های مدیریتی، به‌کارگیری تکنیک‌های پروژسترون درمانی کوتاه‌مدت می‌باشد که تاکنون بر روی نژاد رومانوف در کشور ما انجام نگرفته است و یکی از اهداف این مقاله، ارزیابی بهترین روش‌های مدیریتی در فصل غیرتولیدمثل بر روی این نژاد می‌باشد.

تکنیک معمول برای کنترل عمر جسم‌زرد در میش‌ها، تزریق پروستاگلاندین یا استفاده از ابزار پروژسترونی درون مهیلی یعنی سیدر یا اسفنج به‌همراه eCG (گوناوتروپین سرم مادیان آبستن) به‌مدت ۱۲ تا ۱۴ روز می‌باشد. با توجه به این‌که استفاده از ابزار پروژسترونی به مدت طولانی (بیش از ۱۲ روز در گوسفند) با کاهش باروری همراه است، کوتاه‌نمودن این دوره به ۵-۷ روز علاوه بر تسهیل مدیریت، عفونت و اختلالات مهیلی را نیز کاهش می‌دهد (Fonseca *et al.*, 2005). چنانچه مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از پروتکل‌های کوتاه پروژسترونی ۵-۷ روزه همراه با تزریق eCG در میش‌های رومانوف در فصل غیرتولیدمثل، بازده تولیدمثلی بیش‌تری در مقایسه با پروتکل‌های طولانی‌تر داشت و با مزایای اقتصادی و مدیریتی قابل‌توجهی همراه بود (Kuru *et al.*, 2022; Güner & Karakaya Bilen, 2022; Lukanina *et al.*, 2023). همچنین، پروتکل‌های کوتاه‌مدت عملکرد بهتری در رشد اووسیت و تولید جسم‌زرد داشته‌اند و در نتیجه آبستنی حاصل معمولاً مشابه یا بالاتر از دوره بلندمدت خواهد بود (Martinez-Ros *et al.*, 2018b).

مزیت دیگر پروتکل‌های کوتاه‌مدت نسبت به بلندمدت ابزار پروژسترونی، ایجاد التهاب کم‌تر مهیلی و استفاده حداقلی از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌ویژه هنگام مصرف اسفنج و همین‌طور کاهش باقیمانده پروژسترون در محیط زیست است. پروتکل‌های کوتاه‌مدت پروژسترون اثر کم‌تری بر pH، میکروبیوم و بروز ترشحات مهیلی حدود ۱۰ درصد در پروتکل‌های کوتاه‌مدت و حدود ۸۵ درصد در پروتکل‌های بلندمدت دارند (Martinez-Ros *et al.*, 2018a). از سوی دیگر، به‌دلیل انحصاری بودن ساخت ابزارهای پروژسترون متداول داخل مهیلی که در اختیار برندهای خاص اروپایی بوده و دسترسی به آن‌ها به‌ویژه به‌دلیل تحریم‌ها کم شده است، شناسایی و معرفی دیگر برندهای جایگزین می‌تواند از گرانی بیش از حد و کمبود این محصول راهبردی جلوگیری نماید. لذا هدف و نوآوری در این مطالعه، ارزیابی روش کوتاه‌مدت هم‌زمان‌سازی فحلی در گوسفند رومانوف با استفاده

از اسفنج هایپرا فرانسه در مقایسه با اسفنج فلوروجست ساخت نینگبو سکند هورومون چین در گوسفند رومانوف و ارزیابی بهترین سطح تجویز هورمون eCG در فصل غیرتولیدمثل در شرایط آبوهوایی ایران بود.

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر در شرکت رادین دام فرتاک کرج با مختصات طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه با ارتفاع ۱۲۹۷ متر از سطح دریا و میزان بارندگی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر با آبوهوایی معتدل و خشک انجام شد. در این آزمایش از ۹۰ رأس میش نژاد رومانوف سالم با بازه سنی دو تا پنج سال، میانگین وزنی ۳۸-۴۸ کیلوگرم و نمره وضعیت بدنی ۲/۵ تا سه استفاده گردید. میش‌هایی که حداقل ۶۰ روز از زایمان آن‌ها گذشته بود، با توجه به سن، وزن و سابقه دوقلوژیایی به صورت کاملاً تصادفی در شش گروه قرار گرفتند. میش‌های مورد استفاده تحت مدیریت و برنامه تغذیه‌ای یکسانی قرار داشتند. تغذیه دام‌ها به این صورت بود که ساعت هفت صبح و سه بعدازظهر در فصول سرد سال و ساعت شش صبح و پنج بعدازظهر در فصول گرم راهی مرتع شده و در فاصله زمانی ما بین این دو مرحله، خوراک‌دهی در آغل از سیلاژ ذرت، کنسانتره، کاه و سنگ نمک انجام می‌شد.

زمان انجام آزمایش در فصل غیر تولیدمثل، از اواخر زمستان ۱۴۰۱ تا اوایل بهار ۱۴۰۲ بود. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد و دو دوره درمانی پنج روز میش‌ها با دو نوع منبع پروژسترونی مهلبی شامل اسفنج اسپانجاوت (هایپرا، اسپانیا حاوی ۶۰ میلی‌گرم مدروکسی پروژسترون استات) (۴۵ رأس) و اسفنج فلوروجست (نینگبو سکند هورومون چین، شرکت واردکننده رادین دام فرتاک ایران حاوی ۴۰ میلی‌گرم فلوروجستون استات) (۴۵ رأس) بود. اسفنج‌گذاری با رعایت پروتکل‌های بهداشتی اعم از ضدعفونی کردن اپلیکاتور و واژن با آب بتادین پنج درصد و شست‌وشو با آب و خشک کردن با دستمال کاغذی قبل و بعد هر سیدر و اسفنج‌گذاری در داخل واژن انجام شد.

پس از خروج منابع پروژسترونی، هرکدام به سه زیرگروه (۱۵ رأس میش) دریافت‌کننده ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ واحد هورمون eCG (هایپرای اسپانیا) تقسیم‌بندی شدند. تزریق هورمون بلافاصله پس از خروج منبع پروژسترونی انجام گرفت. ۵۴ ساعت پس از برداشت اسفنج، تلقیح مصنوعی به‌روش لاپاروسکوپی برای تمام میش‌ها به‌عمل آمد. دو ساعت قبل از تلقیح در زمان ثابت (۵۴ ساعت پس از خروج منبع پروژسترونی)، از سه راس قوچ به‌روش مهلب مصنوعی دو انزال با فاصله ۱۰ دقیقه از هر قوچ اخذ شد. انزال اول هر قوچ از آزمایش حذف شد. نمونه‌های منی از نظر تحرک پیش‌رونده و غلظت براساس توضیحات زیر موردبررسی قرار گرفتند. نمونه‌هایی که تحرک پیش‌رونده کم‌تر از ۸۰ درصد و غلظت کم‌تر از ۲/۵ میلیارد اسپرم داشتند از آزمایش حذف شدند.

نمونه‌های منی تجمع و با قدرت $700 \times g$ و به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (سانتریفیوژر Centric 220 MF کمپانی دامل) شدند. پس از سانتریفیوژ مایع رویی حذف شد و یک میلی‌لیتر رقیق‌کننده شیر پس چرخ استاندارد (Salmon & Maxwell, 2000) به رسوب اضافه و به‌آرامی مخلوط شد و سانتریفیوژ دوم با همان شرایط انجام گردید و رسوب با استفاده از رقیق‌کننده شیر پس چرخ تا غلظت $1 \times 10^9/ml$ رقیق شد. نمونه‌های منی تا زمان تلقیح در حمام بن‌ماری، در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. ۵۴ ساعت پس از برداشت اسفنج، تلقیح مصنوعی به‌روش لاپاروسکوپی برای تمام میش‌ها به‌عمل آمد. در هنگام خروج ابزار پروژسترونی برای ارزیابی عفونت احتمالی به رنگ اسفنج‌ها دقت شد. ضریب چسبندگی اسفنج به دیواره مهلب و ترشحات مخاطی مهلب حاصل از اسفنج‌گذاری طبق مطالعه Martinez-Ros و همکاران (۲۰۱۸a) در کلیه گروه‌های آزمایشی ثبت شد. به‌طور خلاصه، درجه‌بندی ضریب چسبندگی اسفنج به دیواره مهلب به این صورت بود که درجه صفر: بدون چسبندگی یا ناچیز، درجه ۱: چسبندگی معمول و درجه ۲: چسبندگی زیاد و

سخت در نظر گرفته شد. برای ضریب ترشحات مخاطی مهملی نیز درجه صفر: ناچیز یا بدون ترشح، درجه ۱: مقدار کمی ترشح شفاف و رقیق و درجه ۳: مقادیر فراوان ترشح خونابه‌ای و چرکی لحاظ شد.

خون‌گیری جهت ارزیابی هورمون پروژسترون در چهار مرحله، یک روز قبل از جای‌گذاری ابزار پروژسترونی؛ دو روز پس از جای‌گذاری ابزار؛ ۲۴ ساعت پس از خروج اسفنج؛ ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج و ۱۸ روز پس از قوچ‌اندازی و برای ارزیابی هورمون استروژن در چهار مرحله یک روز قبل از جای‌گذاری اسفنج؛ دو روز پس از جای‌گذاری اسفنج، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج انجام گرفت. در هر مرحله، خون‌گیری از سیاهرگ وداج میش‌ها با استفاده از لوله ونوجکت سه میلی‌متری حاوی خلأ با ماده ضد انعقاد انجام گرفت. سپس، پلاسمای خون جدا شده با سانتریفیوژ تا زمان ارزیابی تحت دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. غلظت پروژسترون و استروژن به‌وسیله کیت الایزا ساخت شرکت مونوبیند^۱ دارای حساسیت ۰/۱۰۵ ng/ml و ضریب تغییرات (C.V) داخل آزمایش ۷/۵ تعیین شد. ۴۰ روز پس از تلقیح به‌روش لاپاروسکوپی، آبستنی میش‌ها توسط دستگاه اولتراسونوگرافی مدل wireless swine ultrasound s3 با استفاده از پروب شکمی تحت فرکانس ۳/۵ هرترز ارزیابی شد.

درصد باروری (نسبت تعداد میش آبستن به تلقیح‌شده)، زایش (نسبت میش‌های زایمان‌کرده به تلقیح‌شده)، بره‌زایی (نسبت تعداد بره‌های متولدشده به میش‌های تلقیح‌شده)، دوقلوزایی (درصد میش‌هایی که از کل میش‌های زایمان‌کرده که زایمان دوقلو داشته‌اند)، سقط (نسبت تعداد میش‌های آبستن سقط‌کرده به زایمان‌کرده)، مرده‌زایی (تعداد مرده‌زایی به کل زایمان‌ها) و قسر (تعداد میش‌های نابارور به تلقیح‌شده) تعیین شد. برای محاسبه میزان سوددهی، هزینه‌های انجام شده برای خرید اسفنج و هورمون به‌زای هر راس دام از درآمد حاصله از فروش بره کسر گردید (درآمد - هزینه = سوددهی).

۱.۲. تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. داده‌های کمی شامل غلظت پروژسترون با رویه MIXED و داده‌های گسسته شامل صفات تولیدمثلی با رویه GENMODE با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$y_{ij} = \mu + T_{ii} + e_{ij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این مدل، y_{ij} ، مشاهده زام در تیمار i ام؛ μ ، میانگین کلی مشاهدات؛ T_{ii} ، تیمارهای موردبررسی؛ e_{ij} ، خطای مشاهده زام در تیمار i ام تست.

۲. یافته‌های پژوهش

۱.۳. ترشحات مخاطی مهمل

مقایسه درجه ترشحات مخاطی مهمل در بین گروه‌های آزمایشی در جدول (۱) گزارش شده است. ترشحات مخاطی واژن درجه صفر در گروه اسفنج اسپانجاوت بالاتر از گروه اسفنج فلوروجست بود ($P < 0/05$). در مقابل، بیش‌ترین ترشحات مخاطی درجه ۱ و ۲ مربوط تیمار اسفنج فلوروجست بود ($P < 0/05$). بیش‌ترین میزان ترشحات مهملی در استفاده از اسفنج‌های فلوروجست و اسپانجاوت به‌ترتیب درجه ۱ و درجه صفر بود ($P < 0/05$).

جدول ۱. مقایسه ترشحات مخاطی مهبل بین دو گروه آزمایشی برحسب درصد

P-Value	درجه ۲	درجه ۱	درجه صفر	ترشحات مخاطی مهبل
<۰/۰۰۰۱	۶/۷ ^{Ba}	۸۳/۴ ^{Aa}	۱۰ ^{Bb}	اسفنج فلوروجست
<۰/۰۰۰۱	Bb [.]	۶/۷ ^{Bb}	۹۳/۴ ^{Aa}	اسفنج اسپانجاوت
-	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	P-Value

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

A, B: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۲.۳. چسبندگی مخاط مهبل

در جدول (۲)، درصد چسبندگی مخاط مهبل در دو گروه آزمایشی دریافت‌کننده اسفنج مشاهده می‌شود. هرچند که چسبندگی مهبل درجه صفر در اسفنج اسپانجاوت بیش‌تر از اسفنج فلوروجست بود، اما بیش‌ترین چسبندگی مهبل درجه ۱ متعلق به اسفنج فلوروجست بود (P<۰/۰۵). در مورد اسفنج فلوروجست، بیش‌ترین میزان چسبندگی مهبل مربوط به درجه صفر و سپس درجه ۱ بود. تمام چسبندگی‌های مهبل اسفنج اسپانجاوت در حد درجه صفر بود. در مورد اسفنج فلوروجست، بیش‌ترین میزان چسبندگی مهبل از نوع درجه صفر و بخشی نیز از نوع درجه ۱ بود (P<۰/۰۵).

جدول ۲. مقایسه چسبندگی مهبل بین دو گروه آزمایشی برحسب درصد

P-Value	درجه ۲	درجه ۱	درجه صفر	چسبندگی مهبل
<۰/۰۰۰۱	.Ba	۱۶/۶ ^{Ba}	۸۳/۳ ^{Ab}	اسفنج فلوروجست
<۰/۰۰۰۱	.Ba	.Bb	۱۰۰ ^{Aa}	اسفنج اسپانجاوت
-	۰/۹۹۹	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	P-Value

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

A, B: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۳.۳. شاخص‌های تولیدمثلی

نتایج شاخص‌های تولیدمثلی در گروه‌های آزمایشی در جدول (۳) گزارش شده است. با در نظر گرفتن درصد باروری، زایش و بهره‌زایی، تیمار اسفنج اسپانجاوت به‌علاوه ۶۰۰ واحد بین‌المللی هورمون عملکرد بهتری بر این شاخص‌ها داشت (P<۰/۰۵). درصد دوقلو زایی و میش‌های غیرآبستن، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند.

جدول ۳. مقایسه درصد بروز شاخص‌های تولیدمثلی مختلف در شش گروه آزمایش

P-Value	گروه‌های آزمایشی						صفت
	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۱۵۸	۸۵/۷ ^a	۸۰ ^{ab}	۶۰ ^b	۶۱/۵ ^{ab}	۶۰ ^b	۵۴ ^b	درصد باروری
۰/۰۱۹۴	۷۱/۴ ^a	۶۶/۶۶ ^{ab}	۵۰ ^{ab}	۴۶/۱ ^b	۵۰ ^{ab}	۴۵/۴۵ ^b	درصد زایش
۰/۰۰۴۶	۱۴۰ ^a	۱۲۰ ^{ab}	۱۰۰ ^b	۱۳۳/۳۳ ^{ab}	۱۲۰ ^{ab}	۱۰۰ ^b	درصد بره زایی
۰/۷۰۰	۲۸/۵۷	۱۹/۱۶	۰	۱۷/۵	۲۰	۰	درصد دوقلو زایی
۰/۹۷۵	۱۵	۹	۶	۱۳/۳۳	۸	۱۴	درصد سقط
<۰/۰۰۰۱	.c	۴ ^b	۶ ^b	۱۱/۶۶ ^a	۸ ^{ab}	۶ ^b	درصد مرده زایی
۰/۵۰۰	۳۳/۳۴	۲۸/۶	۵۰	۵۳/۹	۵۴/۵۵	۵۰	درصد قسری

a, b, c: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

گروه‌های آزمایشی شامل (۱) اسفنج فلوروجست به‌علاوه ۳۰۰ واحد CG (۲) اسفنج فلوروجست به‌علاوه ۴۵۰ واحد CG (۳) اسفنج فلوروجست به‌علاوه ۶۰۰ واحد CG (۴) اسفنج اسپانجاوت به‌علاوه ۳۰۰ واحد CG (۵) اسفنج اسپانجاوت به‌علاوه ۴۵۰ واحد CG و (۶) اسفنج اسپانجاوت به‌علاوه ۶۰۰ واحد CG.

۴.۳. تغییرات غلظت پروژسترون سرم خون

تغییرات غلظت پروژسترون سرم خون تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و در بازه‌های مختلف برنامه هم‌زمان‌سازی میش رومانوف در جدول (۴) ارائه شده است. میانگین غلظت پروژسترون در یک روز قبل از قراردادن اسفنج در شش گروه تیمار مشابه و کم‌تر از یک نانوگرم در میلی‌لیتر بودند. غلظت پروژسترون خون در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج و ۱۸ روز پس از تلقیح در بین تیمارها معنی‌دار شد و این اختلاف در زمان‌های قبل از اسفنج‌گذاری و دو روز پس از جای‌گذاری ابزار پروژسترونی معنی‌دار نبود. در تمام تیمارهای آزمایشی، غلظت پروژسترون سرم خون دو روز پس از جای‌گذاری منابع پروژسترونی افزایش یافت و پس از برداشت ابزار پروژسترونی روند کاهشی نشان داد و در روز ۱۸ پس از تلقیح افزایش یافت ($P < 0.05$).

جدول ۴. غلظت پروژسترون سرم خون (ng/ml) تیمارهای آزمایشی در زمان‌های مختلف هم‌زمان‌سازی فحلی میش‌های رومانوف

P-value	SEM	زمان‌ها					گروه‌های آزمایشی
		۵	۴	۳	۲	۱	
-	-	-	-	-	-	۰/۹۶	شاهد (بدون اسفنج‌گذاری)
۰/۰۰۰۱	۰/۹۰	۱۱/۱۳ ^{BA}	۱/۳۱ ^{BC}	۱/۸۶ ^{BC}	۶/۶۰ ^B	۰/۷۰ ^C	اسفنج اسپانچاوت و ۳۰۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۰/۷۵	۱۴/۳۳ ^{BA}	۰/۵۵ ^{BC}	۱/۲۳ ^{BC}	۶/۷۶ ^B	۰/۸۰ ^C	اسفنج اسپانچاوت و ۴۵۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۰/۶۸	۱۴/۳۰ ^{BA}	۰/۴۱ ^{BC}	۱/۳۳ ^{BC}	۶/۵۳ ^B	۰/۷۶ ^C	اسفنج اسپانچاوت و ۶۰۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۰/۴۵	۹/۳۳ ^{BA}	۱/۵۰ ^{BC}	۱/۷۰ ^{BC}	۶/۰۰ ^B	۰/۸۰ ^C	اسفنج فلوروجست و ۳۰۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۰/۶۸	۱۲/۳۳ ^{BA}	۰/۹۰ ^{BC}	۰/۷۳ ^{BC}	۵/۸۳ ^B	۰/۷۰ ^C	اسفنج فلوروجست و ۴۵۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۰/۳۶	۱۲/۷۶ ^{BA}	۱/۱۰ ^{BC}	۰/۹۳ ^{BC}	۵/۳۶ ^B	۰/۸۶ ^C	اسفنج فلوروجست و ۶۰۰ واحد eCG
-	-	۱/۰۸	۰/۳۳	۰/۱۰	۰/۶۶	۰/۲۶	SEM
-	-	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۶۹۱۲	۰/۹۹۱۳	P-Value

a, c: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0.05$).

A, C: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱: یک روز قبل از جای‌گذاری ابزار پروژسترونی، ۲: دو روز پس از اسفنج‌گذاری، ۳: ۲۴ ساعت پس از خروج اسفنج، ۴: ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج، ۵: ۱۸ روز پس از قوچ‌اندازی.

۵.۳. تغییرات غلظت استروژن سرم خون

تغییرات غلظت استروژن سرم خون تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و در بازه‌های مختلف برنامه هم‌زمان‌سازی میش رومانوف در جدول (۵) ارائه شده است. میانگین غلظت استروژن در یک روز قبل از قراردادن اسفنج در میان میش‌ها در هفت گروه تیمار مشابه بود و اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. غلظت استروژن خون در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج در بین تیمارها معنی‌دار شد ($P < 0.05$) و این اختلاف در زمان‌های قبل از اسفنج‌گذاری و دو روز پس از جای‌گذاری ابزار پروژسترونی معنی‌دار نبود. در تمام تیمارهای آزمایشی، غلظت استروژن سرم خون ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج روند افزایشی داشت ($P < 0.05$).

۶.۳. مقایسه سود به هزینه

نتایج مقایسه سود به هزینه‌ها مربوط به گروه‌های آزمایشی در جدول (۶) نشان داده شده است. در پروتکل‌های کوتاه‌مدت اسفنج در هر دو برند به‌همراه ۶۰۰ واحد هورمون، سود به هزینه نسبت به سایر تیمارها ملاحظه شد. سوددهی در به‌کارگیری اسفنج اسپانچاوت به‌همراه ۶۰۰ واحد هورمون بالاتر بود.

جدول ۵. غلظت استروژن سرم خون (Pg/ml) تیمارهای آزمایشی در زمان‌های مختلف هم‌زمان‌سازی فعلی در فصل غیر تولیدمثلی میش‌های رومانوف

P-Value	SEM	زمان‌ها				گروه‌های آزمایشی
		۴	۳	۲	۱	
-	-	-	-	-	۸/۴۶ ^a	شاهد (بدون اسفنج‌گذاری)
۰/۰۰۰۱	۳/۷۵	۱۲/۲۵ ^{ba}	۱۱/۳۱ ^{bb}	۸/۳۵ ^{bc}	۹/۲۲ ^c	اسفنج اسپانچاوت و ۳۰۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۷/۹۶	۱۵/۵۱ ^{aA}	۱۳/۳۳ ^{ab}	۸/۴۷ ^c	۹/۷۳ ^c	اسفنج اسپانچاوت و ۴۵۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۸/۱۰	۱۵/۲۳ ^{aA}	۱۴/۱۵ ^{ab}	۷/۸۱ ^c	۹/۱۳ ^{cd}	اسفنج اسپانچاوت و ۶۰۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۲/۹۹	۱۱/۵۸ ^{ba}	۱۱/۲۳ ^{ba}	۸/۸۹ ^c	۱۰/۲۰ ^{cd}	اسفنج فلوروجست و ۳۰۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۵/۸۶	۱۳/۲۹ ^{aA}	۱۲/۶۰ ^{ab}	۸/۷۵ ^c	۱۰/۵۳ ^{cd}	اسفنج فلوروجست و ۴۵۰ واحد eCG
۰/۰۰۰۱	۲/۵۳	۱۳/۵۵ ^{aA}	۱۲/۹۳ ^{ab}	۹/۱۴ ^c	۱۰/۸۶ ^c	اسفنج فلوروجست و ۶۰۰ واحد eCG
-	-	۰/۶۰	۰/۲۵	۰/۴۵	۰/۴۱	SEM
-	-	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۵۲۲۲	۰/۰۰۰۱ ^a	P-Value

a, c: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0.05$)

A, C: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$)

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱- یک روز قبل از جای‌گذاری ابزار پروژسترونی، ۲- دو روز پس از اسفنج‌گذاری، ۳- ۲۴ ساعت پس از خروج اسفنج، ۴- ۴۸ ساعت پس از خروج اسفنج.

جدول ۶. مقایسه سود به هزینه در شش گروه آزمایشی

گروه‌های آزمایشی	صفت					
	۶	۵	۴	۳	۲	۱
نسبت سود به هزینه	۷/۱۵	۵/۳۰	۴/۲۵	۶/۳۰	۵/۰۴	۳/۶۰
۱- اسفنج فلوروجست به‌علاوه ۳۰۰ واحد eCG و ۲- اسفنج فلوروجست به‌علاوه ۴۵۰ واحد eCG و ۳- اسفنج فلوروجست به‌علاوه ۶۰۰ واحد eCG و ۴- اسفنج اسپانچاوت به‌علاوه ۳۰۰ واحد eCG و ۵- اسفنج اسپانچاوت به‌علاوه ۴۵۰ واحد eCG و ۶- اسفنج اسپانچاوت به‌علاوه ۶۰۰ واحد eCG						

۴. بحث

استفاده از اسفنج‌های داخل مهبل در پروتکل‌های بلندمدت با عارضه التهاب مهبل در هنگام برداشت آن مرتبط است. از طرف دیگر، استفاده از سیدر در پروتکل‌های کوتاه‌مدت، میزان آبستنی بیشتر و التهاب مهبل کم‌تری را سبب شد (Martinez-Ros et al., 2018a). تغییرات در ترشحات و میکروبیومی مهبل در میش‌های تیمار شده با اسفنج ممکن است به تغییرات در pH مهبل در زمان برداشت آن مرتبط باشد. در میش‌های تیمار شده با اسفنج، افزایش قابل‌توجهی در pH مهبل مشاهده شد که در میش‌های تیمارهای بلندمدت بیشتر بود و به میانگین هشت رسید. افزایش pH مهبل، حساسیت به عفونت‌ها را افزایش می‌دهد و می‌تواند به‌طور غیرمستقیم بر باروری تأثیر بگذارد (Nakano et al., 2015). با این‌حال که در تمام میش‌هایی که با اسفنج تیمار شده بودند، در زمان برداشت اسفنج ترشحات مخاط مهبل داشتند، تفاوت معنی‌داری در ترشحات مخاطی مهبل در میش‌های تیمار شده با اسفنج اسپانچاوت در مقایسه با اسفنج فلوروجست مشاهده شد. استفاده از اسفنج به‌دلیل هزینه کم نسبت به سیدر هنوز تا حد زیادی متداول است. با این‌حال، مواد ترکیبی این ابزارهای داخل واژنی ممکن است باعث چسبندگی و تجمع میکروارگانیسم‌ها شود که سبب تغییرات میکروبیومی مهبل و عفونت‌ها و بیماری‌های احتمالی می‌شود (Martinez-Ros et al., 2018b). یک روش برای محدود کردن نرخ التهاب مهبل، به‌کارگیری پروتکل‌های پروژسترون درمانی مناسب با شرایط مهبل دام مدنظر است.

در توافق با نتایج حاضر، پژوهشی در فصل تولیدمثل با انواع ابزار پروژسترونی سیدر و اسفنج، کوتاه و بلندمدت هفت و ۱۴ روزه انجام گرفت، نتایج نشان داد که نرخ آبستنی در تیمارهای اسفنج هفت و ۱۴ روز و سیدر هفت و ۱۴ روز به‌ترتیب ۷۵، ۴۵، ۷۵ و ۷۰ درصد بود. تیمار با اسفنج ۱۴ روزه کم‌ترین نرخ باروری را به‌همراه داشت، اما تیمارهای هفت‌روزه اسفنج و سیدر نرخ باروری مشابه و بالاتری نسبت به بقیه تیمارها داشتند. هم‌چنین نرخ زایش در تیمارهای

مختلف به‌ترتیب ۸۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۰ درصد بود و تیمار با اسفنج ۱۴ روزه کم‌ترین نرخ زایش را به‌همراه داشت. درحالی‌که تیمارهای سیدر هفت و ۱۴ روز نرخ زایش مشابه و بالاتری نسبت به دیگر تیمارها داشتند (Martinez-Ros *et al.*, 2018a). Swelum و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با استفاده از سیدر در چهار دوره درمانی متفاوت سه، شش، نه و ۱۲ روزه گزارش کردند که نرخ آبستنی و زایش در گروه‌های شش و نه روزه بیش‌تر از گروه ۱۲ روزه بود و نشان می‌دهد کاهش طول دوره پروژسترون درمانی، باروری و زایش را بهبود می‌بخشد که موافق با پژوهش حاضر بود. هورمون‌هایی مانند GnRH، eCG، LH و FSH ممکن است برای افزایش میزان آبستنی به‌زای هر رأس به‌کار گرفته شوند (Monika, 2001). به‌عنوان مثال، در پژوهشی تزریق ۵۰۰ واحد eCG در فصل تولید مثل به‌همراه اسفنج درون واژنی حاوی ۳۰ تا ۴۰ میلی‌گرم فلورجستون استات موجب افزایش نرخ باروری تا ۸۵ درصد شد (Miljkovic *et al.*, 1989).

در پژوهشی، نرخ آبستنی در میش‌های دریافت‌کننده سطوح مشابه از eCG و FGA نسبت به گروه شاهد بیش‌تر بود (Dumitrescu *et al.*, 1985). Nosrati و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در نرخ آبستنی میان سطوح ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ واحد هورمون eCG وجود ندارد که مخالف با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر مبنی بر وجود اختلاف معنی‌دار در میزان آبستنی با کاربرد سطوح مختلف هورمونی می‌باشد. در مطالعه Zeleke و همکاران (۲۰۰۵)، نرخ آبستنی و بره‌زایی در میش‌های درمان‌شده با اسفنج و ۳۰۰ واحد eCG، به‌ترتیب ۷۵ و ۹۴/۶ درصد بود. به‌نظر می‌رسد که فاکتورهای باروری می‌توانند تحت تأثیر فصل تولیدمثلی، غیر تولیدمثلی یا دوره انتقال قرار بگیرند (Najafi *et al.*, 2014).

Karagiannidis و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که پاسخ به دوزهای مختلف eCG در نژادهای مختلف متفاوت است. هرچند مشاهدات نشان دادند که سطوح پایین eCG موجب افزایش در اندازه فولیکول‌ها می‌گردد، اما احتمال می‌رود اثر کمی بر تخم‌ریزی داشته باشند. با این‌حال، افزایش سطح eCG به ۵۰۰ تا ۷۰۰ واحد می‌تواند موجب افزایش نرخ آبستنی گردد (Botha *et al.*, 1975; Timurkan & yildiz, 2005). این پژوهش‌ها موافق با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد، چرا که افزایش در سطح eCG در تیمار کوتاه‌مدت اسفنج نرخ آبستنی را بهبود بخشید. نشان داده شده است که تیمار با منبع پروژسترونی به‌مدت کوتاه‌تر یعنی پنج تا نه روز از اثرات زیان بار غلظت کم پروژسترون در پایان تیمار جلوگیری کرده و موجب بهبود عملکرد تولیدمثلی می‌گردد (Dixon *et al.*, 2006). در آزمایشی که توسط Bulent bulbal و همکاران (۲۰۰۶) در میش‌های آمیخته نژاد آکارامان هم‌زمان‌سازی‌شده با اسفنج فلورجستون استات به‌مدت هفت روز در فصل غیرتولیدمثلی انجام شد، افزایش سطح eCG از ۳۰۰ به ۷۰۰ واحد بین‌المللی باعث افزایش نرخ باروری گردید که موافق با نتایج حاضر مبنی بر بالاتر بودن نرخ باروری در سطوح بالاتر eCG نسبت به ۳۰۰ واحد آن می‌باشد.

Najafi و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی سطوح ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ واحد eCG نشان دادند که افزایش در سطوح این هورمون موجب افزایش در نرخ بره‌زایی می‌گردد که در تطابق با نتایج ما می‌باشند. Zarkawi و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که استفاده از ۶۰۰ واحد eCG به‌همراه ۶۰ میلی‌گرم MAP سبب بهبود نرخ بره‌زایی در فصل غیرتولیدمثلی شد. به‌نظر می‌رسد اثرات فصل بر تولیدمثل میش‌های تحت درمان با پروژسترون و eCG، به‌دلیل وساطت و ترشح گونادوتروپین از هیپوفیز، تفاوت در نژاد، زمان و بسته به شدت اثرات فصل متفاوت باشد. می‌توان نتیجه گرفت که تیمار کوتاه‌مدت و هم‌چنین سطح هورمونی ۶۰۰ واحد eCG دارای عملکرد بهتری بر نرخ بره‌زایی می‌باشد. در مطالعه Akoz و همکاران (۲۰۰۶)، نشان داده شد که تزریق هورمون eCG پس از هم‌زمان‌سازی فحلی موجب افزایش در نرخ دوقلو‌زایی گردید. Elisea و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که سطوح بالاتر eCG باعث افزایش میزان تخم‌ریزی در میش‌های تحت درمان شد و نرخ رشد فولیکول‌های آنترال را افزایش داد.

تزریق eCG بلافاصله پس از خروج ابزار پروژسترونی ممکن است موجب افزایش نرخ تخم‌ریزی در میش‌ها گردد

(Maxwell *et al.*, 1993). مرگومیر رویانی از جمله عوامل مؤثر در عدم آبستنی است که عواملی مثل ژنوتیپ‌های کشنده، بیماری‌های عفونی، نواقص تغذیه‌ای و عدم کیفیت جسم زرد در آن دخیل است (Villaruel *et al.*, 2004). تلفات رویانی بین ۲۵ تا ۴۰ درصد در طول اوایل دوره آبستنی در دام‌ها طبیعی بوده و احتمالاً با توجه به تفاوت در نوع درمان و آبستنی توضیح داده می‌شود (Ataman *et al.*, 2006). در طول سه هفته اول آبستنی، ۳۰-۴۰ درصد تخم‌های بارور شده در گوسفند و بز از بین می‌روند (Michel *et al.*, 1998). Husein & Kridli (۲۰۰۲) و هم‌چنین Husein & Haddad (۲۰۰۶) بیان کردند که افت میزان پروژسترون در خون به کم‌تر از یک نانوگرم بر میلی‌لیتر بیانگر عدم وجود جسم زرد و در نتیجه آن نبودن فعالیت سیکلی در میش‌ها می‌باشد. اختلاف میانگین غلظت پروژسترون سرم خون در روز دوم پس از جای‌گذاری اسفنج در میان تیمارهای آزمایشی معنی‌دار نبود. اما نسبت به یک روز قبل از قراردادن اسفنج معنی‌دار شد که نشان‌دهنده افزایش غلظت پروژسترون دو روز پس از قراردادن اسفنج پروژسترونی در واژن می‌باشد.

در پژوهشی، به دنبال قراردادن اسفنج در واژن، غلظت پروژسترون پلازما به سرعت افزایش پیدا کرده و به بیش‌ترین مقدار خود در دو روز پس از قراردادن اسفنج (Husein & Kridli, 2002) و سیدر (Husein & Haddad, 2006) رسید. یافته‌های ما در خصوص افزایش میزان غلظت پروژسترون سرم خون پس از قراردادن ابزار پروژسترونی در توافق با نتایج Vinales و همکاران (۲۰۰۱) است که گزارش کردند میانگین غلظت پروژسترون پلازما ۲۴ ساعت پس از قراردادن ابزار پروژسترونی افزایش یافت. Turk و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که میانگین غلظت پروژسترون به تدریج افزایش یافته و به پیک غلظت خود در سه روز پس از اسفنج‌گذاری رسید. در هنگام خروج ابزار پروژسترونی، غلظت پروژسترون به سرعت کاهش یافته و به پایین‌ترین سطح خود در ۲۴ ساعت پس از حذف ابزار پروژسترونی می‌رسد (Husein & Kridli, 2002). Husein & Haddad (۲۰۰۶) گزارش کردند که بلافاصله پس از خروج منبع پروژسترونی، غلظت پروژسترون به سرعت کاهش یافته و ۲۴ ساعت پس از خروج ابزار به پایین‌ترین سطح خود در خون رسید و غلظت آن تا روز چهارم پس از خروج ابزار پروژسترونی همچنان پایین باقی ماند. Naderpour و همکاران (۲۰۱۲) کاهش سریع غلظت پروژسترون و رسیدن به سطوح پایه در زمان فحلی را گزارش کردند.

Oyedipe و همکاران (۱۹۸۹) در بررسی سطوح مختلف eCG بر غلظت پروژسترون، ارتباط مستقیمی را میان سطوح مختلف این هورمون با میزان غلظت پروژسترون نشان دادند. در واقع معنی‌دار شدن تفاوت میان تیمار دریافت‌کننده ۶۰۰ واحد هورمون با تیمار ۳۰۰ واحد و از طرفی عدم معنی‌داری اختلاف میان تیمار ۴۵۰ با ۶۰۰ واحد هورمون در مطالعه حاضر را می‌توان به اثرات مشابه با این دو سطح هورمون نسبت داد که موجب بهبود رشد و توسعه فولیکولی می‌شود. Menchaca و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که طی پروژسترون درمانی با پروتکل‌های کوتاه‌مدت‌تر چه جمعیت فولیکولی تحت تأثیر درمان قرار نگیرد، اما کیفیت اووسیت به‌طور قابل‌توجهی بهبود یافت. این گزارش‌ها از این فرضیه حمایت می‌کنند که در طول رشد فولیکولی، غلظت پروژسترون در گردش خون نقش مهمی در باروری بعدی دارد و پژوهش حاضر نشان می‌دهد که پروتکل‌های کوتاه‌مدت در حضور غلظت‌های بیش‌تر پروژسترون در گردش خون در طول رشد فولیکولی، توانایی اووسیت را برای تقسیم و توسعه جنین بهبود می‌بخشد.

استرادیول در خارج از فصل تولیدمثلی به دلیل فعالیت فولیکول‌ها روند افزایشی و کاهشی دارد (Menegatos *et al.*, 2003). در خارج از فصل تولید مثل فیدبک منفی استروژن روی مرکز تونیک در هیپوتالاموس تا حد امکان از بروز سیکل تخمدانی جلوگیری می‌کند (Sanchez, 2005). می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که در ۵۶ تا ۹۰ راس میش موجود در گروه‌های تیمار بندی شده، به دلیل سطح بالای استروژن و عدم وجود غلظت مطلوب پروژسترون هیچ‌گونه سیکل تخمدانی منجر به تخم‌ریزی وجود ندارد. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، در بعضی از گونه‌ها رفتار فحلی می‌تواند به وسیله

استرادیول به‌تنهایی تحریک شود، با این‌حال، در میش و موش رفتار فحلی جز در حضور پروژسترون نمایش داده نمی‌شود. میانگین غلظت استروژن در روز دوم بعد از جای‌گذاری اسفنج در میان میش‌های دریافت‌کننده تیمار پروژسترونی، اختلاف آماری معنی‌داری را نشان نداد.

پروژسترون از طریق اثر بر آزادسازی LH از قسمت قدامی هیپوفیز در گوسفند دارای یک اثر مهاری بر رشد فولیکولی و تخمک‌ریزی می‌باشد. این اثر مهاری پروژسترون بر آزادسازی استروژن از سلول‌های گرانولوزای تخمدان اثر گذاشته و موجب کاهش غلظت استروژن می‌گردد (Noel *et al.*, 1994). نتایج ما با نتایج Noel و همکاران (۱۹۹۴) مبنی بر کاهش غلظت استروژن مطابقت و مخالف با نتایج Awel و همکاران (۲۰۰۹) و Naderpour و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشد. Awel و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که یکی از دلایل افزایش استروژن سرم خون پس از جای‌گذاری ابزار پروژسترونی، استفاده از سطوح بالای پروژسترون و توسعه تعداد بیش‌تری فولیکول می‌باشد. میانگین غلظت استروژن وابسته به موج‌های فولیکولی ایجادشده افزایش می‌یابد (Naderpour *et al.*, 2012). در این دوره ایجاد اختلاف معنی‌دار در میزان استروژن ممکن است وابسته به موج‌های فولیکولی ایجاد شده باشد. وضعیت تخمدان در پاسخگویی به تیمارهای پروژسترونی در بین حیوانات یک نژاد و نژادهای دیگر متغیر می‌باشد (Akoz *et al.*, 2006).

غلظت استرادیول رابطه مثبتی با تعداد فولیکول‌های درشت موجود در سیکل استروس دارد (Yu *et al.*, 2005). به‌نظر می‌رسد غلظت استروژن نشانه بسیار خوبی از کیفیت فولیکول‌ها باشد. تزریق هورمون eCG ممکن است باعث افزایش تعداد تخمک‌ریزی‌ها و در نتیجه به‌دنبال آن افزایش در غلظت استروژن پلاسمای خون میش‌های هم‌زمان‌سازی‌شده گردد (Hashim *et al.*, 2013). از نظر آماری تیمار دریافت‌کننده ۴۵۰ و ۶۰۰ واحد eCG دارای میانگین غلظت استروژن بالاتری نسبت به گروه دریافت‌کننده ۳۰۰ واحد eCG بودند که می‌توان به عدم برقراری الگوی نرمال رشد فولیکولی در این تیمارها نسبت داد. داده‌های استروژنی می‌تواند به تعداد تخمک‌ریزی در اثر تزریق سطوح مختلف هورمون eCG وابسته باشند (Najafi *et al.*, 2014). در گزارش‌های متعددی تأثیر تزریق سطوح مختلف هورمونی بر غلظت استروژن گزارش شده است (Fallah & Farzaneh, 2007; Nosrati *et al.*, 2011; Najafi *et al.*, 2014). و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که سطوح استروژن پلاسمای دام‌های دریافت‌کننده ۴۵۰ و ۵۵۰ واحد هورمون eCG نسبت به گروه دریافت‌کننده ۳۵۰ واحد و شاهد بیش‌تر بود که با نتایج مطالعه حاضر هم‌سو می‌باشد. تزریق هورمون eCG ممکن است باعث افزایش تعداد تخمک‌ریزی‌ها و در نتیجه به‌دنبال آن افزایش غلظت استروژن پلاسمای خون میش‌های هم‌زمان‌سازی‌شده گردد (Hashim *et al.*, 2013).

۵. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از اسفنج اسپانجاوت همراه با ۶۰۰ واحد هورمون eCG در بهبود عملکرد تولیدمثلی و افزایش سود اقتصادی میش‌های رومانوف مؤثرتر است. درحالی‌که اسفنج فلوروجست با ۴۵۰ واحد هورمون، گزینه‌ای اقتصادی برای بهبود بازده تولیدمثلی در گله‌های داشتی به‌شمار می‌رود. این یافته‌ها بر اهمیت انتخاب ترکیب مناسب اسفنج و هورمون در بهینه‌سازی عملکرد تولیدمثلی و کاهش هزینه‌ها در صنعت پرورش گوسفند تأکید دارد.

۶. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

۷. مشارکت نویسندگان

فاطمه خلیلاوی: انجام آزمایش و جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، نگارش اولیه مقاله؛
 صالح طباطبائی و کیلی: استاد راهنمای رساله، طراحی پژوهش، بررسی نتایج، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله؛
 آرمین توحیدی: استاد راهنمای رساله، طراحی پژوهش، نظارت بر اجرای پژوهش، مطالعه مقاله؛
 مرتضی مموی: استاد مشاور، مشارکت در طراحی پژوهش، مطالعه مقاله؛
 جمال فیاضی: استاد مشاور، مشارکت در تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، مطالعه مقاله.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. حامی مالی

مقاله حاضر با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد.

۱۰. تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، دانشگاه تهران و شرکت رادین دام فرتاک کرج به‌خاطر حمایت و همکاری در اجرای پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۱. منابع

- Akoz, M., Bülbül, B., Ataman, M. B., & Dere, S. (2006). Induction of multiple births in akkaraman cross-bred sheep synchronized with short duration and different doses of progesterone treatment combined with PMSG outside the breeding season. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 50, 97-100.
- Ataman, M. B., Akoz, M., & Akman, O. (2006). Induction of synchronized oestrus in akkaraman cross-bred ewes during breeding and anestrus seasons. The use of short-term and long-term progesterone treatments. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 157(5), 257-260.
- Awel, H., Eshetu, L., Tadesse, G., Birhanu, A., & Khar, S. K. (2009). Estrus synchronization in sheep with synthetic progestagens. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 1521-1524. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9342-7>
- Botha, H. K., Niekerk, C. H., & Pagel, R. F. E. (1975). Influence of synchronization of the oestrous period PMSG administration and flushing on oestrus and conception of south African mutton merinos. *Journal of Animal Science*, 5, 231-233.
- Bulent bulbal, M. A., Ataman, M. B., & Dere, S. (2006). Inductiion of multiple briths in Akkaraman cross-bred sheep synchronized with short duration and different doses of progesterone treatment combined with PMSG outside the breeding season. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 50, 97-100.
- Dixon, A. B., Kinhts, M., Pate, J. L., Lewis, P. E., & Inskip, E. K. (2006). Reproductive performance of ewes after 5-daytreatment with intravaginal inserts containing progesterone in combination with injection of prostaglandin F2 α . *Reproduction in Domestic Animal*, 41, 142-148. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00656.x>
- Dumitrescu, I., Stoica, A., Culea, C., & Ristea, P. (1985). Induction of oestrus in ewes treated with synthetic hormones. *Animal Breeding Abstracts*, 53, 7605.
- Elisea, J. A. Q., Cruz, U. M., Valenzuela, F. D. A., Calderon, A. C., Reyna, A. G., Magana. F. A.L., Navarro, S. A. S., & Reyes, L. A. (2011). The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 43, 1567-1573. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9843-z>

- Fahmy, M. H., Robert, S., & Castonguay, F. (1997). Ewe and lamb behaviour at parturition in prolific and non-prolific sheep. *Canadian Journal of Animal Science*, 77, 9-15. <https://doi.org/10.4141/A96-014>
- Fallah, A. H., & Farzaneh, N. (2007). Effect of CIDR and different does of PMSG on pregnancy and lambing rate out of breeding season in Balouchi ewes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(10), 1167-1171.
- Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Santos I. C. C., Viana, J. H. M., & Magalhaes, A. C. M. (2005). Induction of estrus in non-lactating dairy goats with different estrous synchrony protocols. *Animal Reproduction Science*, 85, 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.038>
- Gootwine, E. (2020). Invited review: Opportunities for genetic improvement toward higher prolificacy in sheep. *Small Ruminant Research*, 186, 106090. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106090>
- Güner, B., & Karakaya Bilen, E. (2022). Comparison of fertility parameters in Romanov sheep synchronized with progesterone-based protocol plus PMSG or GnRH. *Turkish Journal of Veterinary Research*, 6(2), 61-66.
- Hashim, N. H., Syafnir, S., & Sembiring, M. (2013). Time of PMSG administration: Effect on progesterone and estradiol concentration in synchronized ewes. *Biomedical Research*, 24(1), 7-12.
- Husein, M. Q., & Haddad, S. G. (2006). Anew approach to enhance reproductive performance in sheep using royal jellyin comparison with equine chorionic gonadotropin. *Animal Reproduction Science*, 93, 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.05.016>
- Husein, M. Q., & Kridli, R. T. (2002). Reproductive responses following royal jelly treatment administered orally or intramuscularly into progesterone-treated Awassi ewes. *Animal Reproduction Science*, 74(2), 45-53. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(02\)00158-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(02)00158-2)
- Karagiannidis, A., Varsakeli, S., Karatzas, G., & Brozos, C. (2001). Effect of time of artificial insemination on fertility of progestagen and PMSG treated indigeneous Greek ewes, during non-breeding season. *Small Ruminant Research*, 39, 67-71. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00186-1](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00186-1)
- Kuru, M., Kuru, B. B., Kacar, C., Demir, M. C., & Cetin, N. (2022). Effect of oestrus synchronization with different lengths of progesterone-impregnated sponges and equine chorionic gonadotropin on reproductive efficiency in Romanov ewes during the non-breeding season. *Acta Veterinaria Brno*, 91(3), 243-250.
- Lukanina, V. A., Chinarov, R. Yu., & Singina, G. N. (2023). The effect of hormonal stimulation scheme and season on the efficiency of estrus synchronization in Romanov ewes (*Ovis aries* L.). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 58(2), 333-344.
- Martinez-Ros, P., Astiz, S., Garcia-Rosello, E., Rios-Abellan, A., & Gonzalez-Bulnes, A. (2018b). Effects of short-term intravaginal progestagens on the onset and features of estrus, preovulatory LH surge and ovulation in sheep. *Animal Reproduction Science*, 197, 317-323. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.09.015>
- Martinez-Ros, P., Lozano, M., Hernandez, F., Tirado, A., Rios-Abellan, A., López-Mendoza, M. C., & Gonzalez-Bulnes, A. (2018a). Intravaginal device-type and treatment-length for ovine estrus synchronization modify vaginal mucus and microbiota and affect fertility. *Animals*, 8(12), 226. <https://doi.org/10.3390/ani8120226>
- Maxwell, W. M. C., Evans G., Rhodes, S. L., Hillard, M. A., & Bindon, B. M. (1993). Fertility of superovulated ewes after intrauterine or oviducal insemination with low numbers of fresh or frozen-thawed spermatozoa. *Reproductive Fertility Development*, 5, 57-63. <https://doi.org/10.1071/RD9930057>
- Menchaca, A., Cuadro, F., dos Santos-Neto, P. C., Bosolasco, D., Barrera, N., de Brun, V., & Crispo, M. (2018). Oocyte developmental competence is improved by relatively greater circulating progesterone concentrations during preovulatory follicular growth. *Animal Reproduction Science*, 195, 321-328. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.06.015>
- Menegatos, J., Chadio, S., & Kauskoura, T. (2003). Endocrine event during the pre-estrous Period and the subsequent estrous cycle in ewes after estrous synchronization. *Theriogenology*, 59, 1533-1543. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01229-1](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01229-1)
- Michel, H., Vanmontfort, D., Dewil, E., & Decuypere, E. (1998). Genetic variation of prenatal survival in relation to ovulation rate in sheep: a review. *Small Ruminant Research*, 29, 129-142. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(97\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00118-3)
- Miljkovic, V., Petrujkic, T., Vujosevic, J., Mrvos, P., Mihajlovksi, P., Predojevic, M., Naumov, N., Tanev, D., Stanojevic, T., & Jovanovic, V. (1989). Contemporary aspects of physiology of reproduction and artificial insemination in small ruminants. *Veterinary Glas*, 43, 875-882.
- Monika, P. (2001). Ovine reproduction. In: Compendium of animals reproduction. Monika P. (Ed), *Intervet International. B.V. Holand*. PP: 125-145.
- Naderpour, H., Yadi, J., Ghazikhani Shad, A., & Sirjani, M. A. (2012). The effects of three methods of synchronization on estrus induction and hormonal profile in Kalkuhi ewes. A comparison study. *African Journal and Bioethnology*, 11(5), 530-533. <https://doi.org/10.5897/AJB11.1347>

- Najafi, G., Cedden, F., Mojtahedi, S., & Aliverdinasab, R. (2014). Estrus synchronization and twinning rate of Ghezel ewes treated with CIDR and PMSG during the breeding season. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 6, 144-149.
- Nakano, F. Y., Leão, R. D. B. F., & Esteves, S. C. (2015). Insights into the role of cervical mucus and vaginal pH in unexplained infertility. *Medical Express*, 2. <https://doi.org/10.5935/MedicalExpress.2015.02.01>
- Noel, B., Bister, J. L., Pierquin, B., & Paquay, R. (1994). Effect of FGA and PMSG on follicular growth and LH secretion in Suffolk ewes. *Theriogenology*, 41, 719-727. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(94\)90178-3](https://doi.org/10.1016/0093-691X(94)90178-3)
- Nosrati, M., Tahmorespoor, M., Vatandoost, M., & Behgar, M. (2011). Effects of PMSG doses on reproductive performance of Kurdi ewes artificially inseminated during breeding season. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 1(2), 125-129.
- Oyedipe, E. Pathiraja, N., & Gyang, E. (1989). Effect of dose of pregnant mare serum gonadotrophin on estrus parameters, ovulation rate and peripheral progesterone concentrations in Yankasa ewes. *Animal Reproduction Science*, 20(4), 255-264. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(89\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0378-4320(89)90079-3)
- Salmon, S., & Maxwell, W. M. C. (2000). Storage of ram semen. *Animal Reproduction Science*, 62(1-3), 77-111.
- Sanchez, E. J. (2005). Melatonin-estrogen interaction in breast cancer. *Journal of Pineal Research*, 38, 217-222. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2004.00158.x>
- Swelum, A. A. A., Saadeldin, I. M., Moumen, A. F., Ali, M. A., & Alowaimer, A. N. (2018). Efficacy of controlled internal drug release (CIDR) treatment durations on the reproductive performance, hormone profiles, and economic profit of Awassi ewes. *Small Ruminant Research*, 166, 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.07.010>
- Timurkan, H., & Yildiz, H. (2005). Synchronization of oestrus in Hamdani ewes: The use of different PMSG doses. *Bull Veterinary Inst Pulawy*, 49, 311-314.
- Turk, G., Gur, S., Sonmez, M., Bozkurt, T., Aksu, E. H., & Aksoy, H. (2008). Effect of exogenous GnRH at the time of artificial insemination on reproductive performance of Awassi ewes synchronized with progestagen-PMSG-PGF₂α combination. *Reproduction in Domestic Animals*, 48, 308-313. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02089.x>
- Villarroel, A., Martino, A., Bondurant, R. H., Deletang, F., & Sischo, W. M. (2004). Effect of post-insemination supplementati on with PRID on pregnancy in repeat-breeder Holstein cows. *Theriogenology*, 61, 1513-1520. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.09.007>
- Vinoles, C., Forsberg, M., Banchero, G., & Rubianes, E. (2001). Effect of long-term and short term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*, 55, 993-1001. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00468-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00468-7)
- Vlahek, I., Kabalin, A. E., Mencik, S., Maljkovi, M. M., Piplica, A., Kabalin, H., Savori, J., & Susi, V. (2021). The effect of non-genetic factors on the birth weight of Romanov sheep. *Veterinarski Arhiv*, 91(6), 615-624. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.1487>
- Vlahek, I., Susi, V., Maljkovic, M. M., Piplica, A., Savori, J., Faraguna, S., & Kabalin, H. (2023). Non-genetic factors affecting litter size, age at first lambing and lambing interval of Romanov sheep in Croatia. *Veterinarska Stanica*, 54(3), 311-320. <https://doi.org/10.46419/vs.54.3.6>
- Vostry, L., Milerski, M., Schmidova, J., & Vostra-Vydrova, H. (2018). Genetic diversity and effect of inbreeding on litter size of the Romanov sheep. *Small Ruminant Research*, 168, 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.09.004>
- Wang, Y., Chi, Z., Jia, S., Zhao, S., Cao, G., Purev, C., & Bin Tong, B. (2023). Effects of novel variants in BMP15 gene on litter size in Mongolia and Ujimqin sheep breeds. *Theriogenology*, 198(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.12.005>
- Yu, Y.S., Luo, M. J., Han, Z. B., Li, W., Sui, H. S., & Tan, J. H. (2005). Serum and follicular fluid steroid levels as related to follicular development and granulose cell apoptosis during the estrus cycle of goats. *Small Ruminant Research*, 57, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.12.001>
- Zarkawi, M., Al-Merestani, M. R., & Wardeh, M. F. (1999). Induction of synchronized oestrous and early Pregnancy diagnosis in Syrian Awassi ewes, outside the breeding season. *Small Ruminant Research*, 33(1), 99-102. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(98\)00137-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(98)00137-5)
- Zeleke, M., Greyling, L. M. J., & Schwalbach, T. (2005). Effect of progestagen and PMSG on oestrous synchronization and fertility in dorper ewes during the transition period. *Small Ruminant Research*, 56(3), 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.05.003>