Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 17, Issue 1, 2026 p: 65-76

OPEN ACCESS

Research Paper

Comparative Evaluation of Progesterone-Based (CIDR) and Prostaglandin-Based Estrus Synchronization Protocols on Reproductive Performance in Native and Non-Native Goat Breeds

Masoud Didarkhah[1] and Yaser Feizdar Barabady [2]

1- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran
2- Department of Animal Science Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran, (Corresponding author: y.feizdar@areeo.ac.ir)

Received: 10 August, 2025 Revised: 25 October, 2025 Accepted: 28 November, 2025

Extended Abstract

Background: Goat husbandry, as one of the earliest forms of livestock farming, plays a crucial role in fulfilling human nutritional demands. With the growing global population and the consequent rise in demand for animal-derived products, enhancing reproductive efficiency in goats has become increasingly important. In modern goat production systems, breeding programs are central to maximizing economic returns. Reproductive performance is widely recognized as a primary determinant of profitability in livestock enterprises. Therefore, improvements in reproductive traits can substantially enhance the productivity and profitability of goat herds. Strategies to improve reproductive efficiency may include increasing prolificacy (multiple births per kidding), the number of viable offspring per kidding, or the total number of kiddings throughout a doe's productive lifespan. Such improvements can be achieved through both genetic selection and environmental management practices, including optimized nutrition, housing, and health care. Estrus synchronization has been globally recognized as an effective technique for reproductive management in small ruminants. This method not only improves kidding rates but also facilitates the production of uniform-age kids and enables year-round breeding independent of seasonality. The present study was designed to evaluate the effects of two estrus synchronization protocols—Controlled Internal Drug Release (CIDR) and prostaglandin—on the reproductive performance of native and non-native goat breeds.

Methods: This study was conducted using a completely randomized design involving 90 clinically healthy does, which were randomly assigned to six groups of 15 animals each. The experimental design was based on a combination of three goat breeds (Saanen, Murcia, and Mahabadi) and two synchronization protocols (CIDR and prostaglandin). The CIDR protocol involved the insertion of intravaginal devices containing 300 mg of progesterone for 10 days. In the prostaglandin protocol, two intramuscular injections were administered seven days apart. At the time of CIDR removal or following the second prostaglandin injection, all does received 400 IU of Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) intramuscularly. Estrus detection was carried out between 24 and 54 h post-treatment, and females showing estrus behavior were introduced to fertile bucks for natural mating. Standing estrus and the acceptance of mounting were used as criteria for estrus. Pregnancy was diagnosed 34 days after buck introduction using ultrasonography (8 MHz bovine probe). Reproductive performance parameters, including estrus onset, pregnancy rate, kidding rate, twinning rate, and stillbirth rate, were recorded afterward. Additionally, kid weights at birth, weaning, and three months of age were measured to assess growth performance.

Results: Both synchronization methods effectively induced estrus, but significant breed-specific differences were observed. Data analysis revealed that treatments significantly affected average daily weight gain ($P < 0.05$), with the highest gain in Mahabadi goats under CIDR and prostaglandin protocols. Estrus rates were 100% across all groups, but CIDR yielded a significantly shorter estrus onset than prostaglandin ($P < 0.05$). Ovarian indices, such as Graafian follicle counts during estrus, varied among the groups. Saanen goats under CIDR had the highest mean Graafian follicle count, while Murcia goats under prostaglandin showed the lowest. This pattern persisted in other reproductive metrics, including follicle counts at device removal/injection and corpus luteum counts 10 days post-pregnancy. Ovulation rates in non-native breeds were 100% for both methods, whereas Mahabadi goats showed 93% (CIDR) and

Copyright ©2026 Didarkhah and Feizdar Barabady. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

96% (prostaglandin) rates. Saanen goats achieved the highest pregnancy rates with both methods, while Mahabadi performed better with CIDR. Notably, prostaglandin reduced stillbirths to 0% in Saanen and Murcia breeds. For kid traits, Mahabadi kids had significantly higher birth weights ($P < 0.05$), and weaning/three-month weights were superior in the Mahabadi and Saanen breeds compared to the Murcia.

Conclusion: The results demonstrate that both CIDR and prostaglandin protocols are effective for estrus synchronization in goats, though their efficiency varies across breeds. The CIDR protocol was particularly advantageous for Saanen and Mahabadi goats, reducing estrus onset time and improving pregnancy rates. In contrast, prostaglandin was more beneficial for Murcia goats, primarily due to its ability to eliminate stillbirths. Saanen goats exhibited superior reproductive performance under both treatments, whereas Mahabadi goats, despite producing kids with higher birth weights, showed only moderate reproductive efficiency. These findings underscore the importance of considering breed-specific responses when selecting estrus synchronization strategies and highlight the need to align reproductive management protocols with targeted breeding.

Keywords: Breed-specific response, Birth weight, Pregnancy rate, Reproductive indices, Survival rate,

How to Cite This Article: Didarkhah, M., & Feizdar Barabadi, Y. (2026). Comparative Evaluation of Progesterone-Based (CIDR) and Prostaglandin-Based Estrus Synchronization Protocols on Reproductive Performance in Native and Non-Native Goat Breeds. *Res Anim Prod,* 17(1), 65-76. DOI: 10.61882/rap.2026.1562

مقاله پژوهشی

بررسی مقایسه‌ای اثر پروتکل‌های همزمان‌سازی فحلی مبتنی بر پروژسترون (CIDR) و پروستاگلاندین بر عملکرد تولید مثلی بزهای بومی و غیر بومی

مسعود دیدارخواه[۱] و یاسر فیض‌دار برآبادی[۲]

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران،
(نویسنده مسوول: y.feizdar@areeo.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۷
صفحه ۶۵ تا ۷۶

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: پرورش بز، به‌عنوان یکی از اولین اشکال دامداری، نقش حیاتی در برآورده کردن نیازهای تغذیه‌ای انسان ایفا می‌کند. با افزایش جمعیت جهانی و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات مشتق شده از حیوانات، افزایش راندمان تولیدمثلی در بزها به‌طور فزاینده‌ای اهمیت یافته است. در سیستم‌های مدرن پرورش بز، برنامه‌های اصلاح نژاد برای به حداکثر رساندن بازده اقتصادی نقش اساسی دارند. عملکرد تولیدمثلی به‌طور گسترده به‌عنوان یک عامل تعیین کننده اصلی سودآوری در شرکت‌های دامداری شناخته می‌شود. بنابر این، بهبود در صفات تولیدمثلی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بهره‌وری و سودآوری گله‌های بز را افزایش دهد. استراتژی‌های بهبود راندمان تولیدمثلی ممکن است شامل افزایش چندقلوزایی (تولد چندقلو در هر زایش)، تعداد بزغاله‌های زنده در هر زایش یا تعداد کل زایش‌ها در طول عمر مفید یک بز ماده باشد. چنین پیشرفت‌هایی را می‌توان از طریق انتخاب ژنتیکی و شیوه‌های مدیریت محیطی، از جمله تغذیه بهینه، محل نگهداری و مراقبت‌های بهداشتی، به‌دست آورد. همزمان‌سازی فحلی در سطح جهانی به‌عنوان یک تکنیک مؤثر برای مدیریت تولیدمثل در نشخوارکنندگان کوچک شناخته شده است. این روش نه تنها نرخ بزغاله‌زایی را بهبود می‌بخشد، بلکه تولید بزغاله‌های همسن را نیز تسهیل و امکان جفت‌گیری در تمام طول سال را مستقل از تغییرات فصلی فراهم می‌کند. مطالعه حاضر به‌منظور ارزیابی اثرات دو پروتکل همزمان‌سازی فحلی- آزادسازی کنترل‌شده دارو داخلی (CIDR) و پروستاگلاندین- بر عملکرد تولید مثلی نژادهای بز بومی و غیر بومی طراحی شده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه با استفاده از یک طرح کاملاً تصادفی شامل ۹۰ بز ماده سالم بالینی انجام شد که به‌طور تصادفی به شش گروه ۱۵ تایی تقسیم شدند. طرح آزمایشی بر اساس ترکیبی از سه نژاد بز (سانن، مورسیا و مهابادی) و دو پروتکل همزمان‌سازی (سیدر و پروستاگلاندین) بود. پروتکل سیدر شامل قرار دادن دستگاه‌های داخل واژنی حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم پروژسترون به‌مدت ۱۰ روز بود. در پروتکل پروستاگلاندین، دو تزریق عضلانی با فاصله هفت روز انجام شد. در زمان برداشتن سیدر یا پس از تزریق دوم پروستاگلاندین، همه بزها ۴۰۰ واحد بین‌المللی گنادوتروپین سرم مادیان باردار (PMSG) را به‌صورت عضلانی دریافت کردند. تشخیص فحلی بین ۲۴ تا ۵۴ ساعت پس از تیمار انجام شد و ماده‌هایی که رفتار فحلی را نشان می‌دادند برای جفت‌گیری طبیعی به بزهای نر بارور معرفی شدند. فحلی ایستاده و پذیرش پرش به‌عنوان معیار فحلی استفاده شد. تشخیص آبستنی ۳۴ روز پس از معرفی بز نر به گله با استفاده از سونوگرافی (پروب گاوی ۸ مگاهرتز) انجام شد. پارامترهای عملکرد تولید مثلی، شامل شروع فحلی، میزان آبستنی، میزان بزغاله‌زایی، میزان دوقلوزایی و میزان مرده‌زایی ثبت شدند. علاوه بر این، وزن بزغاله‌ها در بدو تولد، از شیرگیری و سه ماهگی برای ارزیابی عملکرد رشد اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: هر دو روش همزمان‌سازی در ایجاد فحلی مؤثر بودند، اما تفاوت‌های قابل‌توجهی در پاسخ نژادهای مختلف مشاهده شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر میانگین افزایش وزن روزانه بزها داشتند ($P < ۰/۰۵$). به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان افزایش وزن روزانه در گروه‌های تیمار شده با سیدر و پروستاگلاندین در بزهای نژاد مهابادی مشاهده شد. میزان فحلی در تمام گروه‌ها ۱۰۰ درصد بود، اما زمان شروع فحلی در روش سیدر به‌طور معنی‌داری کوتاه‌تر از پروستاگلاندین بود ($P < ۰/۰۵$). از نظر شاخص‌های تخمدانی، تعداد فولیکول‌های گراف در گامه فحلی بین گروه‌های مختلف یکسان نبود. به‌طور مشخص، بیش‌ترین میانگین تعداد فولیکول‌های گراف در گله‌های نژاد سانن که تحت پروتکل همزمان‌سازی فحلی با روش سیدر قرار گرفته بودند، ثبت شد. در مقابل، کم‌ترین مقدار این شاخص در نژاد مورسیا که از روش تزریق پروستاگلاندین برای همزمان‌سازی استفاده شده بود، مشاهده شد. این الگو در سایر شاخص‌های تولیدمثلی، از جمله تعداد فولیکول‌های گراف در زمان سیدربرداری یا تزریق پروستاگلاندین و تعداد جسم زرد ۱۰ روز پس از آبستنی نیز تکرار شد. میزان تخمک‌ریزی در بزهای نژادهای غیر بومی در هر دو روش همزمان‌سازی (سیدرگذاری و تزریق پروستاگلاندین) ۱۰۰ درصد بود، درحالی‌که در نژاد مهابادی، این میزان در روش سیدرگذاری ۹۳ درصد و در روش تزریق پروستاگلاندین ۹۶ درصد مشاهده شد. در بررسی میزان آبستنی، نژاد سانن در هر دو روش بالاترین میزان را داشت، درحالی‌که نژاد مهابادی در روش سیدر نتایج بهتری را نسبت به پروستاگلاندین نشان داد. نکته جالب توجه، کاهش میزان مرده‌زایی در روش پروستاگلاندین برای نژادهای سانن و مورسیا بود که به صفر درصد رسید. در مورد ویژگی‌های بزغاله‌ها، نتایج نشان دادند که وزن تولد بزغاله‌های نژاد مهابادی به طور معنی‌داری بالاتر از دو نژاد دیگر بود ($P < ۰/۰۵$). همچنین، وزن از شیرگیری و وزن سه‌ماهگی در نژادهای مهابادی و سانن بهتر از مورسیا بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهند که هر دو پروتکل CIDR و پروستاگلاندین برای همزمان‌سازی فحلی در بزها مؤثر هستند، اگرچه کارایی آنها در نژادهای مختلف متفاوت است. پروتکل CIDR به ویژه برای بزهای سانن و مهابادی مفید بود، زیرا زمان شروع فحلی را کاهش داد و میزان بارداری را بهبود بخشید. در مقابل، پروستاگلاندین برای بزهای مورسیا مفیدتر بود، که عمدتاً به‌دلیل توانایی آن در حذف مرده‌زایی است. بزهای سانن تحت هر دو تیمار عملکرد تولیدمثلی برتر نشان دادند، در حالی‌که بزهای مهابادی، با وجود تولید بزغاله‌هایی با وزن تولد بالاتر، تنها کارایی تولیدمثلی متوسطی را نشان دادند. این یافته‌ها بر اهمیت در نظر گرفتن پاسخ‌های خاص نژاد هنگام انتخاب استراتژی‌های همزمان‌سازی فحلی تأکید می‌کنند و نیاز به همسوکردن پروتکل‌های مدیریت تولیدمثل با اصلاح نژاد هدفمند را برجسته می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: پاسخ نژادی، شاخص‌های تولیدمثلی، میزان آبستنی، میزان زنده‌مانی، وزن تولد

مقدمه

هزاران سال است که بزها گوشت، شیر و محصولات مختلفی را برای انسان‌ها فراهم کرده‌اند. با توجه به تقاضای روز افزون برای این محصولات به‌دلیل افزایش جمعیت انسانی، نیاز قابل‌توجهی به بهبود کارایی پرورش بز برای برآوردن این تقاضا و بهره‌برداری از مزایای مرتبط با آن بوجود آمده است (Hernández-Arteaga *et al*., 2025). در ۵۰ سال گذشته، جمعیت بز در سراسر جهان به بیش از ۲۴۰ درصد افزایش یافته است (FAOStat., 2023). ایران با دارا بودن حدود ۱/۸ درصد جمعیت بز دنیا، مقام هفتم در پرورش این گونه جانوری را به‌خود اختصاص داده است و تقریباً ۱۰ درصد کل گوشت کشور از پرورش بز تأمین می‌شود (Hashemi *et al*., 2024). امروزه در صنعت پرورش بز، بهبود بازده اقتصادی از طریق برنامه‌های اصلاح نژاد همچنان یک موضوع کلیدی است (Zhang *et al*., 2025).

تولیدمثل یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سودآوری بسیاری از سیستم‌های تولید دام است. بنابر این، بهره‌وری و سودآوری گله‌های پرورش بز را می‌توان از طریق بهبود عملکرد تولیدمثلی افزایش داد. بهبود میزان تولیدمثل که در بهره‌وری طول عمر حیوان منعکس می‌شود، می‌تواند با افزایش چندقلوزایی یا تعداد بزغاله‌های زنده متولد شده در هر زایش و یا از طریق افزایش تعداد زایش‌ها طی عمر بز ماده حاصل شود. شاخص‌های عملکرد تولیدمثلی را می‌توان از طریق تغییرات در ژنتیک و محیط، از جمله اصلاح تغذیه، محل نگهداری و مدیریت سلامت، بهبود بخشید. همچنین، می‌توان با دستکاری یا کنترل سیستم تولیدمثلی ماده با القای ترشح هورمون‌های درون‌زا و یا استفاده از هورمون‌های برون‌زا، بهبود قابل‌توجهی را در عملکرد تولیدمثلی حاصل کرد (Knights & Singh-Knights, 2016). فرآیند تولیدمثل در گوسفند و بز یک پدیده فیزیولوژیک است که به‌شدت به تغییرات فصلی وابسته است، اگرچه برخی از نژادها ممکن است وابستگی فصلی کم‌تری نشان دهند. دستکاری دوره نوری، مصرف مواد غذایی و تعامل با حیوان نر از جمله رایج‌ترین شیوه‌های مورد استفاده برای کنترل سیستم تولیدمثلی از طریق تحریک ترشح هورمون‌های درون‌زا هستند. علاوه بر این، درمان‌های هورمونی مانند دستگاه‌های مبتنی بر پروژسترون، گنادوتروپین‌ها، و پروستاگلاندین‌ها نیز به‌عنوان اجزای پروتکل‌هایی با هدف کنترل یا افزایش عملکرد تولیدمثلی گوسفند و بز ارزیابی شده‌اند که می‌توانند از طریق فرآیند همزمان‌سازی فحلی و تخمک‌ریزی منجر به بهبود عملکرد تولیدمثلی شوند (Dea *et al*., 2024).

فحلی به‌عنوان شاخصی برای تخمک‌ریزی و زمان مناسب جفت‌اندازی یا تلقیح مصنوعی شناخته می‌شود (Bolooki *et al*., 2024). در واقع، همزمان‌سازی فحلی یک تکنیک جهانی در مدیریت اصلاح نژاد و افزایش کارآیی تولیدمثل به‌ویژه در نشخوارکنندگان کوچک است که به‌عنوان ابزار ارزشمندی و با هدف افزایش میزان بزغاله‌زایی،تولد بزغاله‌های هم‌سن و تداوم زایش بدون توجه به فصل مورد استفاده قرار می‌گیرد (Waqas & Tibary, 2025; Hameed *et al*., 2021). از این‌رو، همزمان‌سازی فحلی تکنیکی برای تغییر چرخه فحلی گروهی از حیوانات ماده با استفاده از هورمون‌های برون‌زا و سایر روش‌ها است که باعث می‌شود آن‌ها در همان دوره تخمک‌ریزی کنند (Habeeb & Kutzler, 2021). رویکردهای اساسی برای کنترل طول چرخه فحلی بر اساس اصول فیزیولوژیک عبارت‌اند از تجویز پروستاگلاندین برای تحلیل جسم زرد پیش از لوتئولیز طبیعی (کاهش گامه لوتئال) و یا تجویز پروژسترون برای سرکوب موقت فعالیت تخمدان (افزایش گامه لوتئال) و استفاده از هورمون آزاد کننده گنادوتروپین (GnRH) یا یک آنالوگ به‌تنهایی یا در ترکیب با هورمون‌های دیگر که باعث تخمک‌ریزی یک فولیکول بزرگ می‌شود (Arya *et al*., 2023). هورمون پروژسترون طی فصل جفت‌گیری و خارج از آن استفاده می‌شود، در صورتی‌که پروستاگلاندین و آنالوگ‌های آن‌ها فقط طی فصل جفت‌گیری به‌کار می‌روند (Arikan *et al*., 2021). روش‌های مبتنی بر پروژستاژن‌های داخل واژنی، عموماً زمان‌بر هستند و منجر به مشکلاتی از قبیل التهاب واژن می‌شوند (Ferdowsi *et al*., 2020).

نتایج پروتکل‌های همزمان‌سازی فحلی می‌توانند تحت تأثیر متغیرهایی مانند نژاد، مدت زمان قرار گرفتن در معرض پروژسترون‌ها، هورمون‌های اضافی مورد استفاده (پروستاگلاندین‌ها و گنادوتروپین)، عوامل محیطی و غیره قرار گیرند (De *et al*., 2020). دیدارخواه و وطن‌دوست (Didarkhah & Vatandoost, 2022) عملکرد تولیدمثلی میش‌های وارداتی و میش‌های ایرانی را پس از همزمان‌سازی فحلی و تلقیح مصنوعی با یکدیگر مقایسه کردند. این نویسندگان گزارش کردند که با توجه به این‌که گوسفند نژاد رومانف عملکرد تولیدمثلی بهتری نسبت به سایر نژادهای وارداتی گوسفند دارد، بنابر این می‌تواند برای اصلاح نژاد دام‌های بومی ایرانی استفاده شود تا در نهایت باعث افزایش بازدهی تولید مثل گوسفندان ایرانی شود. نتایج اولیه در مورد همزمان‌سازی تخمک‌ریزی در بزهای نژادهای مختلف در سایر نقاط جهان گزارش شده‌اند. با این‌حال، این مطالعات شامل نژادهای بومی داخل کشور و مقایسه آن‌ها با نژادهای خارجی نبودند. از این‌رو، با دیدگاه فوق، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی عملکرد تولیدمثلی نژادهای بومی بز و مقایسه آن با نژادهای خارجی، تحت پروتکل‌های مختلف همزمان‌سازی طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی قرارداد با سازمان جهاد کشاورزی شهرستان فردوس در ایستگاه اصلاح نژاد دام سبک شرکت سهامی صیانت آب و خاک روی سه نژاد بز (خارجی و داخلی) با دو روش همزمان‌سازی فحلی (سیدر و پروستاگلاندین) در قالب طرح کاملاً تصادفی و ۱۵ تکرار انجام شد. تعداد ۹۰ رأس بز که از نظر تولیدمثلی سالم، با میانگین وزن ۵/۵ ±۴۲ کیلوگرم جهت انجام این پژوهش انتخاب شدند. بزهای انتخاب شده به شش گروه ۱۵ رأسی بر اساس نژاد داخلی و خارجی شامل ۱- نژاد سانن با تیمار سیدر ۲- نژاد مورسیا با تیمار سیدر ۳- نژاد مهابادی با تیمار سیدر ۴- نژاد سانن با تیمار

پروستاگلاندین ۵- نژاد مورسیا با تیمار پروستاگلاندین و ۶- نژاد مهابادی با تیمار پروستاگلاندین تقسیم شدند.

در تیمار اول، همزمان‌سازی فحلی (سیدر) در فصل بهار و با روش طولانی‌کردن گامه لوتئال انجام شد. برای این منظور از سیدر (CIDR, Intervet, Holand) که یک شیاف داخل مهبلی حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم پروژسترون طبیعی است، استفاده شد. سیدرها پس از ۱۰ روز از رحم خارج شدند. در هنگام خروج سیدرها به تمام بزهای تیمار اول (گروه ۱، ۲ و ۳) به‌صورت عضلانی ۴۰۰ واحد بین‌المللی PMSG تزریق شد.

در تیمار دوم همزمان‌سازی فحلی (پروستاگلاندین) دو تزریق داخل ماهیچه‌ای به فاصله ۷ روز انجام شد. در روز هفتم به تمام بزهای تیمار دوم (گروه ۴، ۵ و ۶) به‌صورت عضلانی به میزان ۴۰۰ واحد بین‌المللی PMSG تزریق شد.

۲۴ تا ۵۴ ساعت پس از سیدربرداری و تزریق پروستاگلاندین و به محض مشاهده علائم فحلی، بزها از بقیه جدا شدند و در معرض بزهای نر جهت جفت‌گیری قرار گرفتند. بی‌حرکت بودن بزهای ماده و اجازه دادن به پرش بز نر به‌عنوان نشانه‌ی فحلی در نظر گرفته شد. اثر مربوط به هر نژاد بز نر (به‌علت احتمال اختلافات تولیدی و تولیدمثلی بین بزهای نر، به‌عنوان کوواریانس در مدل دیده شد ولی به‌دلیل عدم معنی‌داری اثر بز نر از مدل حذف شد).

برنامه تغذیه‌ای با نرم‌افزار Small Ruminant Nutrition System (SRNS) بر اساس جیره آبستنی تنظیم شد (جدول ۱). آزمایش اولتراسونوگرافی به‌وسیله یک دستگاه اولتراسونوگراف (مدلECM، ساخت کشور فرانسه) مجهز به یک پراب ۸ مگاهرتز گاوی جهت تشخیص آبستنی، ۳۴ روز پس از ورود بز نر انجام شد. زمان فحلی هر بز با مشاهده اولین ایستافحلی انجام شد. پس از زایش، فراسنجه‌های تولید مثلی نظیر میزان آبستنی (تعداد بزهای آبستن به تعداد بزهای در معرض جفت‌گیری)، میزان بزغاله‌زایی (بزغاله‌های متولد شده به بزهای زایمان کرده) و دوقلوزایی (تعداد بزهای دوقلوزا به بزهای زایمان کرده) و مرده‌زایی (بزغاله‌های مرده متولدشده به بزهای زایمان کرده) محاسبه شد. یکی از عملکردها و صفات مهم اقتصادی در پرورش بزهای داشتی، وزن بزغاله در زمان تولد و ماه‌های پس از آن بود. به‌همین منظور، وزن بزغاله‌ها در زمان تولد، از شیرگیری و سه ماهگی محاسبه شد (لازم به ذکر است که تغذیه بزغاله‌ها با روش تغذیه خزشی[1] انجام پذیرفت).

تجزیه وتحلیل آماری

کلیه داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و ۱۵ تکرار در هر تیمار بودند و به شرح مدل زیر تجزیه شدند. به‌علت احتمال اختلافات تولیدمثلی بین بزها، اثر بز نر و نیز اثر وزن اولیه برای هر نژاد در مدل به عنوان کوواریانس دیده شد ولی به‌دلیل عدم معنی‌داری اثرات بز نر و وزن اولیه از مدل حذف شدند.

$$Y_{ij}= \mu + T_i+ \varepsilon_{ij}$$

در مدل آماری فوق، Y_{ij} = مقدار هر مشاهده، μ = اثر میانگین جامعه، T_i = اثر تیمارهای مختلف و εij = مقدار خطای باقیمانده است. داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS (نسخه ۴/۹) واکاوی شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد و جهت مقایسه فراسنجه‌های تولیدمثل که ماهیت درصد داشت، از آزمون کای مربع استفاده شد.

جدول ۱- اجزای مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه

Table 1. The ingredients and chemical composition of the basal diet

اجزای جیره Components diet	ماده خشک (٪) Dry matter (%)
علوفه یونجه (Alfalfa hay)	19.47
سیلاژ ذرت (Corn silage)	18.83
کاه جو (Barley straw)	12.82
دانه جو (Barley grain)	13.35
دانه ذرت (Corn grain)	5.35
کنجاله سویا (Soybean meal)	5.30
کنجاله تخم پنبه (Cotton seed meal)	6.61
تفاله چغندر قند (Beet pulp)	6.81
سبوس گندم (Wheat bran)	8.31
پودر چربی (Fat powder)	1.62
کربنات کلسیم (Calcium carbonate)	0.81
پرمیکس معدنی – ویتامینی[1] (Permix mineral - vitamin)	0.72
ترکیب مواد مغذی Chemical composition	
ماده خشک (درصد) ((Dry matter (%))	70.8
پروتئین خام (درصد) ((Crude protein (%))	14
چربی خام (درصد) ((Crude fat (%))	4.2
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری بر کیلوگرم) ((Metabolizable energy (Mcal kg-1))	2.42
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) ((Neutral detergent in soluble fiber (%))	40.3
کربوهیدرات غیر الیافی (درصد) ((Non fiber carbohydrate (%))	34.2
کلسیم (درصد) (Calcium)	0.89
فسفر (درصد) (Phosphorus)	0.41

هر کیلوگرم مکمل معدنی- ویتامینی حاوی ۷۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰هزار واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۶ هزار واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدانت، ۱۸۰ هزار میلی‌گرم کلسیم، ۳۰ هزار میلی‌گرم فسفر، ۱۰ هزار میلی‌گرم منیزیم، ۲ هزار میلی‌گرم منگنز، ۳ هزار میلی‌گرم آهن، ۷۵۰ میلی‌گرم مس، ۳ هزار میلی‌گرم روی، ۵۰ میلی‌گرم ید و ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم. عناصر مورد استفاده در ترکیب مکمل به شکل معدنی می‌باشد.

Each kilogram of the mineral–vitamin supplement contains: 70000 IU of Vitamin A, 10000 IU of Vitamin D_3, 6000 IU of Vitamin E, 1000 mg of antioxidant, 180000 mg of calcium, 30000 mg of phosphorus, 10000 mg of magnesium, 2000 mg of manganese, 3000 mg of iron, 750 mg of copper, 3000 mg of zinc, 50 mg of iodine, 20 mg of selenium. The elements used in the formulation of the supplement are in mineral form.

[1] Creep Feeding

نتایج و بحث

نتایج عملکرد بزها در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده‌اند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر میانگین افزایش وزن روزانه بزها داشتند (P < ۰/۰۵). بیش‌ترین میزان افزایش وزن روزانه در گروه‌های تیمارشده با پروستاگلاندین در بزهای نژاد مهابادی و در گروه‌های تیمار شده با سیدر در نژاد سانن مشاهده شد. از سوی دیگر، اگرچه تفاوت معنی‌داری در میزان مصرف خوراک روزانه بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (P > ۰/۰۵)، اما از نظر عددی، بالاترین مقدار مصرف خوراک مربوط به بزهای نژاد مهابادی تیمارشده با پروستاگلاندین بود. با توجه به عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در روش استفاده شده از سیدر و پروستاگلاندین بین نژادهای مختلف و مشابه بودن جیره پایه استفاده شده در گروه‌های مختلف آزمایش، به نظر می‌رسد که اختلاف مشاهده شده در میانگین افزایش وزن روزانه احتمالاً ناشی از تفاوت‌های نژادی است (Didarkhah & Vatandoost, 2022). این نتایج نشان دادند که با وجود عدم تفاوت معنی‌دار در مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه تحت تأثیر تعامل نژاد و روش همزمان‌سازی قرارگرفت. نژاد سانن با سیدر و مهابادی با پروستاگلاندین افزایش وزن بهتری داشتند که احتمالاً ناشی از کارایی متابولیکی بالاتر یا پاسخ هورمونی مطلوب‌تر در این تیمارها است. در مقابل، مورسیا در هر دو روش عملکرد ضعیف‌تری داشت که ممکن است به پتانسیل ژنتیکی پایین‌تر یا تنش ناشی از تیمارها مرتبط باشد. در تضاد با نتایج مطالعه حاضر، برخی مطالعات نشان داده‌اند که اگرچه پروتکل‌های همزمان‌سازی می‌توانند بر مقدار هورمون‌ها و عملکرد تولید مثلی تأثیر بگذارند، اما معمولاً تغییرات قابل توجهی در وزن بدن، طول، قد یا دور سینه ایجاد نمی‌کنند (Sun *et al*., 2024). وزن بدن و سطح مصرف به عنوان پایه و اساس تضمین راندمان تولید مثلی مطلوب و نتایج باروری در گوسفند و بز به خوبی تثبیت شده‌اند. ماده‌هایی که پوشش چربی و عضلانی بیش از حد یا ناکافی دارند، الگوهای آشفته چرخه‌ای، بیان فحلی ضعیف، کاهش میزان تخمک‌ریزی ، افزایش خطر از دست دادن جنین، طولانی شدن آنستروس پس از زایمان و کاهش کلی باروری ناشی از کاهش میزان آبستنی و بقا را نشان می‌دهند که بر بهره‌وری تأثیر می‌گذارد (Chaves *et al*., 2024).

جدول ۲- میانگین خوراک مصرفی و افزایش وزن روزانه در گروه‌های مختلف آزمایشی
Table 2. Average feed intake and daily weight gain in different experimental groups

فراسنجه‌ها Parameters	نژاد سانن + سیدر Saanen breed + CIDR	نژاد مورسیا + سیدر Murcia breed + CIDR	نژاد مهابادی + سیدر Mahabadi breed + CIDR	نژاد سانن + پروستاگلاندین Saanen breed + prostaglandin	نژاد مورسیا + پروستاگلاندین Murcia breed + prostaglandin	نژاد مهابادی + پروستاگلاندین Mahabadi breed + Prostaglandin	سطح معنی‌داری P - value	خطای استاندارد میانگین SEM
متوسط افزایش وزن روزانه (گرم) Avrage Daily weight gain (g)	195.4[a]	165.2[d]	180.6[b]	174.9[bc]	170.1[cd]	198.8[a]	<0.0001	1.616
مصرف خوراک روزانه (کیلوگرم) Daily feed intake (kg)	1.36	1.27	1.31	1.30	1.28	1.42	0.522	0.059

[1]. اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی‌دار دارند (P < ۰/۰۵).

[1]. Means within the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

جدول ۳ نتایج مربوط به میزان فحلی و فاصله زمانی بروز علایم فحلی در بزها پس از خروج سیدر یا تزریق پروستاگلاندین را نشان می‌دهد. بر اساس یافته‌ها، علائم فحلی در تمام گروه‌های آزمایشی با فراوانی ۱۰۰ درصد مشاهده شدند که با نتایج سایر محققین که بیان کردند استفاده از پروتکل همزمان‌سازی فحلی با پروژسترون و هورمون، میزان فحلی در بزها را نسبت به گروه کنترل افزایش می‌دهد، مطابقت دارد (Gore *et al*., 2020). موت-اسپورلاک و همکاران (Muth-Spurlock *et al*., 2016) گزارش دادند که بروز فحلی در همه حیوانات تحت تیمار با سیدر در عرض ۲۴ تا ۷۲ ساعت پس از قطع سیدر ممکن است نشان‌دهنده غلظت بالاتر پروژسترون بیش از یک نانوگرم در میلی‌لیتر پیش از تیمار با سیدر باشد. به طور مشخص، فاصله زمانی تا بروز فحلی در گروه‌های تیمارشده با سیدر در مقایسه با گروه‌های دریافت کننده پروستاگلاندین، کوتاه‌تر بود. از سوی دیگر، تفاوت‌های نژادی نیز در پاسخ به تیمارها مشهود بودند. بزهای نژاد مورسیا در مقایسه با نژادهای سانن و مهابادی، فاصله زمانی شروع فحلی کوتاه‌تری را در روش همزمان‌سازی با پروستاگلاندین نشان دادند. در حالی‌که در روش همزمان‌سازی با سیدر، بزهای نژاد سانن فاصله زمانی شروع فحلی کوتاه‌تری نسبت به دو نژاد دیگر داشتند. این نتایج نشان می‌دهند که اگرچه هر دو روش همزمان‌سازی به‌طور کامل منجر به بروز علائم فحلی در تمامی حیوانات شدند، اما کارایی سیدر در کاهش فاصله زمانی شروع فحلی برتر از پروستاگلاندین بود. سیدر با ایجاد تحریک مکانیکی و هورمونی مداوم در دستگاه تناسلی، منجر به بازخورد منفی بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تخمدان می‌شود. خروج سیدر باعث حذف ناگهانی این بازخورد و افزایش سریع ترشح هورمون‌های محرک فحلی خصوصاً (LH[1]) می‌شود. در مقابل، پروستاگلاندین‌ها عمدتاً با تخریب جسم زرد و کاهش غلظت پروژسترون عمل می‌کنند. این فرآیند ممکن است به زمان

[1] Luteinizing Hormone

بیش‌تری برای تکمیل واکنش‌های فیزیولوژیک بعدی نیاز داشته باشد، که در نهایت منجر به افزایش فاصله بین تزریق پروستاگلاندین و بروز علایم فحلی می‌شود. در حضور جسم زرد فعال، فحلی معمولاً ۳۶ ساعت پس از تزریق پروستاگلاندین آغاز می‌شود، چرا که حذف پروژسترون ناشی از لوتئولیز موجب رشد فولیکول‌ها و بروز فحلی می‌شود. با این‌حال، زمان دقیق ظهور فحلی به مرحله رشد فولیکول‌ها در زمان تزریق بستگی دارد. اگر فولیکول غالب در گامه رشد فعال باشد، تخمک‌ریزی طی ۲۴ تا ۳۶ ساعت رخ می‌دهد که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. در مقابل، اگر فولیکول در حال تحلیل باشد، موج جدید فولیکولی با تأخیر ایجادشده و تخمک‌ریزی به تعویق می‌افتد. این تغییرپذیری نشان‌دهنده اهمیت وضعیت فولیکول‌ها در زمان تجویز پروستاگلاندین است (Ferdowsi *et al*., 2020). مطالعات قبلی نیز گزارش کردند که عواملی از قبیل فصل تولید مثل، نژاد، وضعیت بدنی دام، وضعیت تخمدان، تغذیه، تنش و نوع منبع پروژسترون به کار رفته و مصرف هورمون‌های گنادوتروپین بر مدت زمان شروع علایم فحلی تأثیرگذار بودند (Metodiev & Raicheva, 2011; Romano, 2002). در پژوهشی دیگر، استفاده از سیدر در میش‌های زندی نسبت به گروه کنترل زمان شروع فحلی کم‌تری داشت. اما هنگامی‌که میش‌ها دو تزریق پروستاگلاندین را پیش از شروع فرآیند همزمان‌سازی دریافت کردند، شروع چرخه فحلی نسبت به گروه شاهد و سیدر زودتر رخ داد (Arjmandi *et al*., 2021). همچنین، واکنش به تیمار تا حدی وابسته به نژاد بود، که می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی در پاسخ هورمونی یا حساسیت به پروتکل‌های همزمان‌سازی باشد. مطالعات قبلی نیز نشان داده‌اند که نژادهای مختلف ممکن است آستانه‌های متفاوتی برای پاسخ به پروتکل‌های همزمان‌سازی داشته باشند. برای مثال فاصله زمانی از شروع فحلی تا اوج LH در حدود ۸ ساعت برای بزهای نژاد بوئر و ۱۴/۵ساعت برای نژاد آلپاین حاصل شد (Fatet *et al*., 2011). هاشمی و همکاران (Hashemi *et al*., 2018) نشان دادند که فاصله زمانی بروز علایم فحلی پش از اتمام اعمال تیمار، در روش سیدر کم‌تر از روش پروستاگلاندین بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. علاوه بر این، گزارش شده است که فحلی در عرض ۲ روز (Omontese *et al*., 2016) و ۴–۵ روز (Stevenson & Britt, 2017) پس از برداشتن پروژسترون داخل واژنی رخ داد و تا ۱۰۰ درصد موفقیت در میزان فحلی قابل دستیابی بود (Thammasiri *et al*., 2016). با این‌حال، مشخص شد که اثربخشی اسفنج‌های آغشته به پروژسترون داخل واژنی می‌تواند بسته به نژاد، سیستم جفت‌گیری و مدیریت درمان، تغییرات قابل‌توجهی را در مطالعات انجام شده بر نژادهای بز مانند سانن، آلپاین، نوبیان، کشمیر و بوئر نشان دهد (Wildeus, 2000).

جدول ۳- میانگین میزان فحلی و فاصله زمانی (ساعت) فحلی بزها پس از خروج سیدر یا تزریق پروستاگلاندین
Table 3. The mean estrus rate and estrus interval (hours) in ewes after CIDR removal or prostaglandin (PG) injection

نژاد مهابادی + پروستاگلاندین Mahabadi breed + prostaglandin	نژاد مورسیا + پروستاگلاندین Murcia breed + Prostaglandin	نژاد سانن + پروستاگلاندین Saanen breed + prostaglandin	نژاد مهابادی + سیدر Mahabadibreed + CIDR	نژاد مورسیا + سیدر Murcia breed + CIDR	نژاد سانن + سیدر Saanen breed + CIDR	فراسنجه‌ها Parameters
100	100	100	100	100	100	میزان فحلی (درصد) Estrus rate (%)
34.22	30.22	45.41	25.31	25.39	25.21	زمان شروع فحلی (ساعت) Time of estrus onset (hour)

حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی‌دار دارند (P < ۰/۰۵).

[1] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

جدول ۴ شاخص‌های تولیدمثلی را در گروه‌های آزمایشی مختلف مقایسه کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که تعداد فولیکول‌های گراف در مرحله فحلی بین گروه‌های مختلف یکسان نیست. به‌طور مشخص، بیش‌ترین میانگین تعداد فولیکول‌های گراف در گله‌های نژاد سانن که تحت پروتکل همزمان‌سازی فحلی با روش سیدر قرار گرفته بودند، ثبت شد. در مقابل، کم‌ترین مقدار این شاخص در نژاد مورسیا که از روش تزریق پروستاگلاندین برای همزمان‌سازی استفاده شده بود، مشاهده شد. این الگو در سایر شاخص‌های تولید مثلی، از جمله تعداد فولیکول‌های گراف در زمان سیدربرداری یا تزریق پروستاگلاندین و تعداد جسم زرد ۱۰ روز پس از آبستنی نیز تکرار شد. تحلیل نتایج نشان داد که در نژادهای سانن و مورسیا (نژادهای غیر بومی)، بین دو روش سیدر و تزریق پروستاگلاندین از نظر کارایی در همزمان‌سازی فحلی تفاوت‌هایی وجود داشتند. با این‌حال، در نژاد مهابادی (نژاد بومی)، تفاوت قابل‌توجهی بین دو روش مشاهده نشد. نتایج جدول فوق حاکی از آن هستند که کارایی روش‌های همزمان‌سازی فحلی می‌تواند تحت تأثیر عوامل نژادی قرار گیرد. برتری روش سیدر در نژاد سانن ممکن است ناشی از سازگاری فیزیولوژیک این نژاد با مکانیسم‌های هورمونی القاء شده توسط سیدر باشد. در مقابل، کاهش پاسخ‌دهی نژاد مورسیا به پروستاگلاندین می‌تواند به تفاوت‌های ژنتیکی در گیرنده‌های رحمی یا محور هیپوتالاموس–هیپوفیز–تخمدان مرتبط باشد. عدم وجود اختلاف قابل‌توجه در نژاد مهابادی نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری تولیدمثلی این نژاد است که احتمالاً به‌دلیل سازگاری تکاملی با شرایط محیطی متنوع و مدیریت سنتی پرورش است (Didarkhah & Vatandoost, 2022). این یافته از نظر کاربردی حائز اهمیت است، چرا که نشان می‌دهد در گله‌های بومی می‌توان از هر دو روش با کارایی مشابه استفاده نمود، درحالی‌که در نژادهای خارجی انتخاب پروتکل بهینه نیازمند توجه به ویژگی‌های نژادی است. نتایج ما از مطالعات قبلی که نشان می‌دهند قرار گرفتن در معرض

غلظت‌های بالای پروژسترون یا پروژستاژن‌های خارجی بر رشد و تعداد فولیکول‌های بزرگ تأثیر می‌گذارد و در نتیجه، موج فولیکولی را افزایش می‌دهد، پشتیبانی می‌کنند (Gonzalez-Bulnes *et al*., 2020; Doğan *et al*., 2024). همسو با نتایج مطالعه حاضر، دیدارخواه و وطن دوست (Didarkhah & Vatandoost, 2022) بیان کردند که میش‌های نژادهای خارجی نسبت به نژادهای بومی تعداد فولیکول گراف (بزرگ‌تر از ۴ میلی‌متر) بیش‌تری نسبت به نژادهای بومی داشتند.

جدول ۴- مقایسه شاخص‌های تولیدمثلی در گروه‌های مختلف آزمایشی
Table 4. Comparison of reproductive indices in different experimental groups

فراسنجه‌ها Parameters	نژاد سانن + سیدر Saanen breed + CIDR	نژاد مورسیا + سیدر Murcia breed + CIDR	نژاد مهابادی + سیدر Mahabadibreed + CIDR	نژاد سانن + پروستاگلاندین Saanen breed + prostaglandin	نژاد مورسیا + پروستاگلاندین Murcia breed + prostaglandin	نژاد مهابادی + پروستاگلاندین Mahabadi breed + prostaglandin
تعداد فولیکول گراف در زمان فحلی The number of follicles in estrus	(78/15) 5.20	(73/15) 4.86	(68/15) 4.53	(52/15) 3.43	(48/15) 3.20	(65/15) 4.33
تعداد فولیکول گراف در زمان سیدر برداری یا پس از تزریق پروستاگلاندین The number of follicles in day CIDR removal or after PG injection	(41/15) 2.73	(38/15) 2.53	(36/15) 2.40	(30/15) 2.00	(27/15) 1.80	(34/15) 2.26
تعداد جسم زرد ۱۰ روز پس از آبستنی The number of corpora lutea 10 days after pregnancy	(38/15) 2.53	(36/15) 2.40	(35/15) 2.33	(29/15) 1.93	(26/15) 1.73	(33/15) 2.20

[1] اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی‌دار دارند ($P < ۰/۰۵$).

[1] Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

جدول ۵ نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد تولیدمثلی در بزهای گروه‌های آزمایشی مختلف را نشان می‌دهد. در بزهای نژادهای غیر بومی (سانن و مورسیا)، میزان تخمک‌ریزی در هر دو روش همزمان‌سازی (سیدرگذاری و تزریق پروستاگلاندین) ۱۰۰ درصد بود، درحالی‌که در نژاد مهابادی، این میزان در روش سیدرگذاری ۹۳ درصد و در روش تزریق پروستاگلاندین ۹۶ درصد مشاهده شد. اگرچه پروستاگلاندین در درجه اول به‌عنوان تحلیل برنده جسم زرد استفاده می‌شود، اما گزارش شده است که بر تخمک‌ریزی، لانه‌گزینی، حفظ آبستنی و فیزیولوژی پس از زایمان نیز تأثیر می‌گذارد. در این مکانیسم ظاهراً پروستاگلاندین پاسخ هیپوفیز به GnRH را افزایش می‌دهد و در نتیجه منجر به افزایش آزادسازی هورمون LH و بنابر این تخمک‌ریزی پس از زایمان می‌شود. در مطالعه حاضر، اگرچه در نژادهای غیر بومی در هر دو روش همزمان‌سازی میزان تخمک‌ریزی ۱۰۰ درصد بود، ولی در نژاد مهابادی در روش پروستاگلاندین نسبت به سیدر بالاتر بود (Abo-Farw *et al*., 2019). میزان آبستنی در بزهای نژاد سانن در هر دو روش همزمان‌سازی به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از سایر نژادها بود (سیدرگذاری: ۱۰۰ درصد، تزریق پروستاگلاندین: ۹۳ درصد). در نژاد مورسیا، میزان آبستنی در روش سیدرگذاری (۸۶ درصد) بالاتر از روش تزریق پروستاگلاندین (۶۶ درصد) بود. در نژاد مهابادی میزان آبستنی در روش سیدرگذاری بالاتر بود. میزان بزغاله‌زایی نیز احتمالاً تحت تأثیر نژاد و روش همزمان‌سازی قرار گرفت، به طوری‌که بالاترین میزان مربوط به نژاد سانن در هر دو روش بود. در نژادهای مورسیا و مهابادی، روش سیدرگذاری منجر به میزان بزغاله‌زایی بالاتری نسبت به تزریق پروستاگلاندین شد. در نژادهای سانن و مورسیا، روش سیدرگذاری با میزان مرده‌زایی ۶/۶ درصد همراه بود، درحالی‌که در روش تزریق پروستاگلاندین، این میزان به صفر درصد رسید. در نژاد مهابادی نیز تفاوت بین دو روش همزمان‌سازی در ارتباط با میزان مرده‌زایی مشاهده نشد. در مورد میزان دوقلوزایی، روش سیدرگذاری در نژادهای سانن و مهابادی نتایج بهتری را نسبت به روش تزریق پروستاگلاندین داشت، درحالی‌که در نژاد مورسیا تفاوت قابل‌توجهی بین دو روش وجود نداشت. برتری نژاد سانن در عملکرد تولیدمثلی ممکن است ناشی از پتانسیل ژنتیکی بالاتر این نژاد در مقایسه با نژادهای مورسیا و مهابادی باشد. همچنین، تفاوت در پاسخ به روش‌های همزمان‌سازی می‌تواند مرتبط با حساسیت متفاوت تخمدان‌ها به محرک‌های هورمونی یا تفاوت در سیستم اندوکرینی بین نژادها باشد. مزیت روش سیدرگذاری در بهبود میزان آبستنی و بزغاله‌زایی در برخی نژادها ممکن است به دلیل تأثیر بهتر این روش در هماهنگی فحلی و تخمک‌ریزی باشد. از سوی دیگر، کاهش میزان مرده‌زایی در روش تزریق پروستاگلاندین می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مثبت این روش در کاهش تنش زایمان یا بهبود شرایط رحمی باشد. مسعودی و همکاران (Masoodi *et al*., 2014) با استفاده از سیدر به‌مدت ۱۷ روز و تزریق eCG در روز آخر تعداد کل بزغاله به تعداد کل ماده بز زایش کرده را ۱/۶ گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

جدول ۵- مقایسه عملکرد تولید مثلی (تخمک‌ریزی، آبستنی، بزغاله‌زایی و مرده‌زایی) در گروه‌های مختلف آزمایشی
Table 5. A comparison of reproductive performance (ovulation, pregnancy, kidding, and mortality rate) in different experimental groups

نژاد مهابادی + پروستاگلاندین Mahabadi breed + prostaglandin	نژاد مورسیا + پروستاگلاندین Murcia breed + prostaglandin	نژاد سانن + پروستاگلاندین Saanen breed + prostaglandin	نژاد مهابادی + سیدر Mahabadibreed + CIDR	نژاد مورسیا + سیدر Murcia breed + CIDR	نژاد سانن + سیدر Saanen breed + CIDR	فراسنجه‌ها Parameters
(14/15) 96	(15/15) 100	(15/15) 100	(14/15) 93	(15/15) 100	(15/15) 100	میزان تخمک‌ریزی (درصد) Ovulation rate (%)
(11/15) 73	(10/15) 66	(14/15) 93	(12/15) 80	(13/15) 86	(15/15) 100	میزان آبستنی (درصد) Pregnancy rates (%)
(17/15) 113	(17/15) 113	(23/15) 153	(20/15) 133	(22/15) 146	(25/15) 166	میزان بزغاله‌زایی (درصد) Kidding rate (%)
(1/15) 6.6	(0/15) 0	(0/15) 0	(1/15) 6.6	(1/15) 6.6	(1/15) 6.6	میزان مرده‌زایی (درصد) Mortality rate (%)
(6/15) 40	(7/15) 46	(6/15) 40	(8/15) 53	(7/15) 46	(10/15) 66	میزان دوقلوزایی (درصد) Twin delivery (%)

۱- اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی‌دار دارند (P < ۰/۰۵).
1- Means within the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

نتایج میزان نر و ماده‌زایی، زنده‌مانی و تلفات بزغاله‌ها در جدول ۶ نشان داده شده‌اند. به صورت کلی، استفاده از پروستاگلاندین برای همزمان‌سازی فحلی منجر به افزایش میزان ماده‌زایی و نرزایی نسبت به سیدر شده است. درصد زنده‌مانی بزغاله‌های نژاد سانن در روش تزریق پروستاگلاندین بالاتر بود درحالی‌که در نژادهای مورسیا و مهابادی درصد زنده‌مانی در روش سیدر بیش‌تر بود. پروستاگلاندین منجر به بهبود نسبی میزان نرزایی و ماده‌زایی شد. این موضوع ممکن است ناشی از تأثیر مستقیم پروستاگلاندین بر تنظیم چرخه فحلی و افزایش دقت در زمان‌بندی تخمک‌ریزی باشد. از سوی دیگر، تفاوت در زنده‌مانی بزغاله‌ها بین نژادهای مختلف تحت تأثیر روش‌های همزمان‌سازی، احتمالاً به عوامل نژادی مانند سازگاری فیزیولوژیک یا پاسخ متفاوت به هورمون‌ها مرتبط است.

جدول ۶- مقایسه میزان ماده‌زایی، نرزایی و تلفات بزغاله‌ها در گروه‌های مختلف آزمایشی
Table 6. A comparison of female-to-male birth ratios and kid mortality in different experimental groups

نژاد مهابادی + پروستاگلاندین Mahabadi breed + prostaglandin	نژاد مورسیا + پروستاگلاندین Murcia breed + prostaglandin	نژاد سانن + پروستاگلاندین Saanen breed + prostaglandin	نژاد مهابادی + سیدر Mahabadibreed + CIDR	نژاد مورسیا + سیدر Murcia breed + CIDR	نژاد سانن + سیدر Saanen breed + CIDR	فراسنجه‌ها Parameters
10	9	13	9	12	15	تعداد بزغاله‌های نر Number of male kids
7	8	10	11	10	10	تعداد بزغاله‌های ماده Number of female kids
(7/17) 41	(8/17) 47	(10/23) 43	(11/20) 55	(10/22) 45	(10/25) 40	میزان ماده‌زایی(درصد) Maternity rate (%)
(10/17) 58	(9/17) 52	(13/23) 56	(9/20) 45	(12/22) 54	(15/25) 40	میزان نرزایی(درصد) Male rate (%)
(14/17) 82	(13/17) 76	(21/23) 91	(18/20) 90	(20/22) 90	(22/25) 88	میزان زنده‌مانی(درصد) Survival rate (%)
(3/17) 17	(4/17) 23	(2/23) 8	(2/20) 10	(2/22) 9	(3/25) 12	میزان تلفات بزغاله (درصد) Kid mortality rate (%)

۱- اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی‌دار دارند (P < ۰/۰۵).
1- Means within the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

جدول ۷ نتایج مربوط به وزن تولد، وزن از شیرگیری و وزن سه ماهگی بزغاله‌ها در گروه‌های مختلف آزمایشی را نشان می‌دهد. نتایج تأثیر معنادار نژاد و روش همزمان‌سازی فحلی بر شاخص‌های رشد بزغاله‌ها شامل وزن تولد، وزن از شیرگیری و وزن سه ماهگی را نشان می‌دهند (P < ۰/۰۵). وزن تولد در بزغاله‌های نژاد مهابادی به‌طور معنی‌داری (P < ۰/۰۵) بالاتر از نژادهای سانن و مورسیا بود که احتمالاً ناشی از پتانسیل ژنتیکی بالاتر این نژاد در رشد جنینی است. با این‌حال، روش‌های همزمان‌سازی فحلی تأثیر قابل‌توجهی بر وزن تولد نداشتند که نشان‌دهنده تأثیر محدود روش القای فحلی بر رشد جنین در این مطالعه است. در مورد وزن از شیرگیری، نتایج نشان دادند که نژاد مهابادی در هر دو روش همزمان‌سازی نسبت به سایر گروه‌ها افزایش معنی‌داری داشت (P < ۰/۰۵). نژاد مهابادی در روش سیدر عملکرد بهتری نسبت به سایر نژادها داشت که می‌تواند مرتبط با تأثیر مثبت این روش بر تولید شیر مادر یا توانایی رشد اولیه بزغاله‌ها باشد. با این‌حال، در روش پروستاگلاندین، وزن از شیرگیری نژاد مهابادی مشابه نژاد سانن بود، درحالی‌که نژاد مورسیا در هر دو روش کم‌ترین وزن از شیرگیری را داشت. این یافته‌ها حاکی از آن هستند که پاسخ به روش‌های همزمان‌سازی ممکن است تحت تأثیر اثرات

متقابل نژاد و مدیریت تغذیه‌ای پس از تولد قرار گیرد. بزغاله‌های نژاد مهابادی در روش پروستاگلاندین به طور معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) وزن سه ماهگی بالاتری را نشان دادند، در روش سیدر نیز همین نژاد از نظر عددی وزن بالاتری نسبت به سایر نژادها داشت. این تفاوت ممکن است ناشی از تأثیر روش‌های مختلف همزمان‌سازی بر رشد پس از شیرگیری و سازگاری متابولیکی بزغاله‌ها باشد. از سوی دیگر، پایین‌تر بودن وزن سه‌ماهگی نژاد مورسیا در مقایسه با دو نژاد دیگر در روش سیدر می‌تواند نشان‌دهنده نیاز به بررسی دقیق‌تر عوامل مدیریتی مانند تغذیه و سلامت در این دوره باشد.

جدول ۷- مقایسه اثرات همزمان‌سازی فحلی بر وزن بزغاله‌ها در سنین متفاوت در گروه‌های مختلف
Table 7. A comparison of the effects of estrus synchronization on kid weights at different ages across experimental groups

فراسنجه‌ها Parameters	نژاد سانن + سیدر Saanen breed + CIDR	نژاد مورسیا + سیدر Murcia breed + CIDR	نژاد مهابادی + سیدر Mahabadibreed + CIDR	نژاد سانن + پروستاگلاندین Saanen breed + prostaglandin	نژاد مورسیا + پروستاگلاندین Murcia breed + prostaglandin	نژاد مهابادی + پروستاگلاندین Mahabadi breed + prostaglandin	سطح معنی‌داری P - value	خطای استاندارد میانگین SEM
وزن تولد (کیلوگرم) Birth weight (kg)	2.24^{b}	2.18^{b}	2.48^{a}	2.08^{b}	2.21^{b}	2.48^{a}	<0.0001	0.056
وزن از شیرگیری (کیلوگرم) Weight From milking (kg)	18.44^{b}	17.81^{c}	19.42^{a}	19.14^{a}	18.17^{b}	19.23^{a}	<0.0001	0.084
وزن ۳ ماهگی (کیلوگرم) Months 3 Weight (kg)	20.66^{bc}	20.41^{dc}	20.89^{b}	20.12^{de}	19.88^{e}	22.06^{a}	<0.0001	0.106

۱. اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی‌دار دارند ($P < ۰/۰۵$).

1. Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که روش سیدر برای نژادهای سانن و مهابادی و پروستاگلاندین برای نژاد مورسیا مناسب‌تر است. سیدر زمان فحلی را کوتاه‌تر و میزان آبستنی را افزایش داد، درحالی‌که پروستاگلاندین موجب کاهش مرده‌زایی شد. علاوه بر این، نژاد سانن در هر دو روش بیش‌ترین میزان بزغاله‌زایی را داشت، درحالی‌که نژاد مهابادی با وجود وزن تولد بیش‌تر بزغاله‌ها، در شاخص‌های تولیدمثلی عملکرد متوسطی نشان داد. بنابر این، تفاوت‌های نژادی نقش کلیدی در انتخاب پروتکل بهینه دارند و انتخاب روش همزمان‌سازی باید با توجه به اهداف پرورشی و ویژگی‌های نژادی صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

در پایان از همکاری سازمان جهاد کشاورزی شهرستان فردوس و شرکت سهامی صیانت آب و خاک صمیمانه تقدیر و تشکر می‌شود.

References

Abo-Farw, M. A., Gabr, S. H., Nagy, W. M., Fateh Hammad, M., & EL-Emary, E. A. A. (2019). Synchronization of Estrus and Ovulation using CIDR and Prostaglandin for Improving Pregnancy Rate of Repeat Breeder Egyptian Buffaloes. *Journal of Animal and Poultry Production*, *10*(9), 305-312. 10.21608/jappmu.2019.59995

Arikan, M. S., Mat, B., Alkan, H., Çevrimli, M. B., Akin, A. C., Şahin, T. S., & Tekindal, M. A. (2021). A meta-analysis of the effects of synchronization protocols applied to sheep in Turkey on pregnancy rates during breeding and non-breeding seasons. *Veterinary Medicine and Science*, *7*(6), 2280-2289. 10.1002/vms3.610

Arjmandi, R., Vodjgani, M., Naslaji, A. N., Gharagozlou, F., & Akbarinejad, V. (2021). Efficacy of Pre-Synchronization and CIDR on the Outcome of Short-Term Synchronization Program in Zandi Ewes During the Breeding Season. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, *15*(1). 10.22059/ijvm.2020.298598.1005064. [In Persian]

Arya, D., Goswami, R., & Sharma, M. (2023). Estrous synchronization in cattle, sheep and goat. *Multidisciplinary Reviews*, *6*(1), 2023001-2023001. 10.31893/multirev.2023001

Bolooki, Z., Jafarzadeh Shirazi, M. R., Kafi, M., Kargar, S., & Boostani, A. (2024). The Difference of the Rumen Microbial Population in Cyclic and Acyclic Grey Shirazi Ewes. *Research on Animal Production*, *15*(2), 69-79. 10.61186/rap.15.2.69 [In Persian]

Chaves, A. S., Silva, F., Valentim, R., & Quintas, H. (2024). Body condition in small ruminants—Effects of nutrition on the hypothalamic–pituitary–gonad axis and ovarian activity that controls reproduction. *Physiologia*, *4*(2), 213-225. 10.3390/physiologia4020012

De, K., Kumar, D., Balaganur, K., & Naqvi, S. M. K. (2020). Effect of environmental factors on estrus synchronization and artificial insemination success in farmers flock in sheep under semi-arid tropical region. *Reproduction in Domestic Animals*, *55*(7), 777-784. 10.1111/rda.13683

Dea, D., Mekasha, Y., & Melesse, A. (2024). Evaluating the Effect of Oestrus Synchronization on the Reproductive Efficiency of Indigenous Goats Reared in two districts of Gamo Zone, South Ethiopia. *International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research*, *9*(1), 593508. 10.22161/ijfaf.9.1.3

Didarkhah, M., & Vatandoost, M. (2022). Comparison of reproductive performance of imported ewes and Iranian ewes using the method of artificial insemination. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *14*(1), 43-53. 10.22067/ijasr.2021.38292.0. [In Persian]

Doğan, İ., Toker, M. B., Aktar, A., Yılmaz, M. M., Hüraydın, O., & Udum, D. (2024). Comparison of hCG and GnRH for synchronization of the follicular wave in saanen goats during the breeding season. *Slovenian Veterinary Research, 61*(3), 72-167. 10.26873/SVR-1787-2023

FAOStat. (2021). Crops and livestock products. Available online at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA https:// www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (accessed July 26, 2023).

Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., & Leboeuf, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*, *124*(3-4), 211-219. 10.1016/j.anireprosci.2010.08.029

Ferdowsi, H. R., Vodjgani, M., Gharagozloo, F., Garoussi, M. T., Naslaji, A. N., & Akbarinejad, V. (2020). The Effects of eCG Injection Time on the Reproductive Performance in Shal Ewes Treated with Short-Term Synchronization Program During the Breeding Season. *Journal of Veterinary Research/Majallah-i Taḥqīqāt-i Dāmpizishkī University*, *75*(1). 10.22059/jvr.2018.264746.2844. [In Persian]

Gonzalez-Bulnes, A., Menchaca, A., Martin, G. B., & Martinez-Ros, P. (2020). Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep oestrous cycle: Where we are and where we should go. *Reproduction, Fertility and Development*, *32*(5), 441-452. 10.1071/RD18477

Gore, D. L. M., Mburu, J. N., Okeno, T. O., & Muasya, T. K. (2020). Short-term oestrous synchronisation protocol following single fixed-time artificial insemination and natural mating as alternative to long-term protocol in dairy goats. *Small Ruminant Research*, *192*, 106207. 10.1016/j.smallrumres.2020.106207

Habeeb, H. M. H., & Kutzler, M. A. (2021). Estrus synchronization in the sheep and goat. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *37*(1), 125-137. 10.1016/j.cvfa.2020.10.007

Hameed, N., Khan, M. I. U. R., Zubair, M., & Andrabi, S. M. H. (2021). Approaches of estrous synchronization in sheep: developments during the last two decades: a review. *Tropical Animal Health and Production*, *53*(5), 485.

Hashemi, M., Safdarian, M., Hashemi, M. R., Norollahi, H., & Agah, M. J. (2018). Evaluation of reproductive performance in Torki-ghashghaie does using different protocols of estrus synchronization and artificial insemination during non-breeding season. *Research Journal of Livestock Science*, *31*(118), 15-22. 10.22092/asj.2017.109763.1412

Hashemi, M., Agah, M. J., Hashemi, S. M. R., & Norollahi, H. (2024). Investigating the Effect of Hydroponic Barley Fodder Feeding on the Meat Characteristics of Native goats in Fars Province. *Research on Animal Production*, *15*(1), 119-127. 10.61186/rap.15.43.108 [In Persian]

Hernández-Arteaga, L. E., Vázquez-García, J. M., Flores-Najera, M. J., Cuevas-Reyes, V., Mellado, M., Sims, R., ... & Rosales-Nieto, C. A. (2025). Evaluating reproductive outcomes in Saanen and Alpine doelings with suboptimal live weight and performance of their progeny. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *23*(1), 21200-21200. 10.5424/sjar/2025231-21200

Knights, M., & Singh-Knights, D. (2016). Use of controlled internal drug releasing (CIDR) devices to control reproduction in goats: A review. *Animal Science Journal*, *87*(9), 1084-1089. 10.1111/asj.12627

Masoodi, R., Kohram, H., Lotfi, M., & Ghaffari, M. (2014). Evaluation of reproductive parameters in different programs of CIDR insertion and eCG injection in Mahabadi does during nonbreeding season. *Iranian Veterinary Journal*, *10*(1), 96-102. [In Persian]

Metodiev, N., & Raicheva, E. (2011). Effect of the short-term progestagen treatments plus PMSG prior ram introduction on the estrus synchronization and the fertility of Ile de France ewes. *Biotechnology in Animal Husbandry*, *27*(3), 1157-1166. 10.2298/BAH1103157M

Muth-Spurlock, A. M., Poole, D. H., & Whisnant, C. S. (2016). Comparison of pregnancy rates in beef cattle after a fixed-time AI with once-or twice-used controlled internal drug release devices. *Theriogenology*, *85*(3), 447-451. 10.1016/j.theriogenology.2015.09.019

Omontese, B. O., Rekwot, P. I., Ate, I. U., Ayo, J. O., Kawu, M. U., Rwuaan, J. S., ... & Bello, A. A. (2016). An update on oestrus synchronisation of goats in Nigeria. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, *5*(2), 96-101. 10.1016/j.apjr.2016.01.002

Romano, J. E. (2002). Does in proestrus-estrus hasten estrus onset in does estrous synchronized during breeding season. *Applied Animal Behaviour Science*, *77*(4), 329-334. 10.1016/S0168-1591(02)00064-3

Stevenson, J. S., & Britt, J. H. (2017). A 100-Year Review: Practical female reproductive management. *Journal of Dairy Science*, *100*(12), 10292-10313. 10.3168/jds.2017-12959

Sun, S., Lv, M., Niu, H., & Luo, J. (2024). Influence of repeated estrus synchronization treatment on hormone secretion, growth, and development of dairy goats. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1333633. 10.3389/fvets.2023.1333633

Thammasiri, J., Navanukraw, C., Uriyapongson, S., Khanthusaeng, V., & Kamollirt, C. (2016). Expression of cumulus-oocyte complex genes and embryonic development in goats subjected to progestogen-based estrus synchronization. *Theriogenology*, *86*(2), 612-618. 10.1016/j.theriogenology.2016.02.011

Waqas, M. S., & Tibary, A. (2025). Manipulation of ovarian function in sheep and goats. *Clinical Theriogenology*, *17*, 24-35. 10.58292/CT. v17.11653

Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *Journal of Animal Science*, *77*(1), 47-53. 10.2527/jas2000.00218812007700ES0040x

Zhang, T., Wang, J., Bai, Y., Wang, Q., Wang, K., Zhu, H., ... & Lan, X. (2025). A functional SNP of the core promoter region within goat C DC25A gene affects litter size. *Frontiers in Veterinary Science*, *11*, 1471123. 10.3389/fvets.2024.1471123