

Research Article

Vol. 18, No.2, 2026, p. 305-315



Effect of Different Levels of B Complex Vitamins Injection Before Mating on Reproductive Performance of Afshari Ewes

Shahla Khdayary¹, Mohammad Shamsollahi^{1*}, Farshid Fatahnia¹, Jabar Jamali¹, Shahnaz Yousefizadeh²

1- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

2 –Department of Laboratory and Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Sciences, Ilam University, Ilam, Iran

*Corresponding Author's Email: m.shamsollahi@ilam.ac.ir

How to cite this article:

Received: 16-02-2026

Revised: 20-02-2026

Accepted: 21-02-2026

Available Online: 22-06-2026

Khdayary, S., Shamsollahi, M., Fatahnia, F., Jamali, J., & Yousefizadeh, S. (2026). Effect of Different Levels of B Complex Vitamins Injection Before Mating on Reproductive Performance of Afshari Ewes. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 18(2), 305-315. (In Persian).

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.92188.1237>

Introduction: Nutritional manipulation of reproduction is a practical management strategy to increase lambing rates in extensive sheep production systems, especially in semi-arid regions such as Iran. Nutrition influences reproductive performance by providing essential nutrients required for oocyte development, ovulation, fertilization, and embryo survival. Follicular development in ewes is highly sensitive to nutritional status, and folliculogenesis and ovulation rate can be enhanced through nutritional manipulation. Improved nutrient supply can affect the pituitary-hypothalamic axis and consequently alter the secretion of gonadotropins, progesterone, estrogen, insulin and growth hormone secretion leading to increased ovulation rate and oocyte quality. The most important nutritional factors affecting reproduction in ruminants include energy, protein, minerals and vitamins. Deficiencies of minerals and vitamins in the diet impair health status and reduce ovulation rate. B-complex vitamins are water-soluble compounds that include thiamine (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), pantothenic acid (B5), pyridoxine (B6), biotin (B7), folic acid (B9), and cobalamin (B12). B vitamins, as biochemical cofactors, are essential for various biological processes including maintaining cellular homeostasis, e.g., genomic stability, mitochondrial function, energy metabolism (e.g., in the Krebs cycle in mitochondria and the folate, glutathione, and methionine cycles in the cytosol), and redox homeostasis. All B vitamins required for growth are also required for reproduction and fetal development. Deficiencies of folic acid, riboflavin, pantothenic acid, choline, and cobalamin (vitamin B₁₂) can impair reproductive performance. Therefore, the objective of the present study was to investigate the effect of injecting different levels of B-complex vitamins (BCV) before mating on body condition score (BCS), plasma metabolite concentrations, and reproductive performance in Afshari ewes.

Materials and Methods: A total of 75 mature Afshari ewes were divided into three equal groups based on age (2-3 years) and body condition score (BCS; average = 3.25) and randomly allocated to experimental treatments (n = 25 ewes per group). Experimental treatments consisted of (1) control group (C; no BCV injection), (2) ewes received subcutaneous 5 mL injection of BCV (BCV-5) and (3) ewes received



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/))

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.92188.1237>

subcutaneous 10 mL injection of BCV (BCV-10). The BCV solution was injected subcutaneously at the beginning of estrous synchronization, 7 days later and at the day of sponge removal. Estrous of all ewes were synchronized by 12-day intravaginal sponge and intramuscular injection of 2.5 mL of vetaroline at the day of sponge removal. Animals also received an intramuscular injection of 5 mL of a solution contained vitamin A (50000 IU/mL), vitamin D₃ (10000 IU/mL) and vitamin E (20 mg/mL; 3VitADE, Nasr Fariman Co, Fariman, Iran) and 5 mL of a solution contained vitamin E (50 mg/mL) and Se (0.5 mg/mL; SelojectE, Razak Co, Tehran, Iran) at the day of sponge insertion and removal, respectively. All ewes were mated with Afshari rams for 3 consecutive days (1 ram per 5 ewes). Pregnancy diagnosis was performed for 30 days post-mating using plasma progesterone assay by an ELISA reader (STAT-FAX 3200, USA) and a commercial kit (Monobind Inc. USA, ELISA kit). Blood samples were collected at the beginning of experiment, on the day of sponge withdrawal and at the day of estrous.

Results and Discussion: Results showed that plasma glucose concentration on the day of sponge removal tended to be higher in BCV-10 group than other groups ($P=0.09$). However, plasma glucose concentration of glucose on the day of estrous did not influence by level of BCV injection before mating. Injection of different levels of BCV before mating had no effect on plasma concentrations of total cholesterol and total protein at the day of sponge removal and at the day of estrous ($P>0.05$). Ewes received BCV solution had lower plasma urea nitrogen concentrations at the day of sponge removal ($P<0.05$). However, experimental treatments had no effect on plasma concentration of urea nitrogen at the day of estrus ($P>0.05$). The body condition score (BCS) of ewes was similar among all groups ($P>0.05$). The highest plasma vitamin B₁₂ concentration at the day of estrous and at the day of sponge removal was observed in BCV-10 group compared to other groups ($P<0.05$). Higher lambing rate and fertility rate were observed in BCV-10 group than other groups ($P<0.05$). Whereas twinning rate was not influenced by experimental treatments ($P>0.05$).

Conclusion: The results of this experiment showed that injection of a solution containing BCV (especially 10 ml) before mating by increasing plasma glucose and vitamin B₁₂ concentrations and decreasing urea nitrogen concentration improved fertility and lambing rates in Afshari ewes. Therefore, it can be used as a strategy to improve the reproductive performance of ewes. However, this effect should be confirmed in future studies.

Keywords: Afshari ewe, B complex vitamin, Estrus, Fertility rate, Plasma metabolites

اثر تزریق سطوح مختلف ویتامین B کمپلکس پیش از جفت‌گیری بر عملکرد تولیدمثلی میش‌های افشاری

شهلا خدایاری^۱، محمد شمس الهی^{۲*}، فرشید فتاح‌نیا^۱، جبار جمالی^۱، شهناز یوسفی زاده^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۲

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تزریق سطوح مختلف محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس (۱۰ میلی‌گرم تیامین، ۴ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۴ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۱۰ میلی‌گرم کوپالامین، ۵۰ میلی‌گرم نیاسین آمید و ۵ میلی‌گرم دکسپانتتول) در پیش از جفت‌گیری بر نمره وضعیت بدنی، غلظت ویتامین B₁₂، فراسنجه‌های پلاسما (گلوکز، کلسترول کل، نیتروژن اورهای، پروتئین کل و ویتامین B₁₂) و عملکرد تولیدمثلی میش‌های افشاری انجام شد. یک ماه قبل از شروع فعالیت‌های تولیدمثلی، تعداد ۷۵ رأس میش بالغ افشاری براساس سن (دو تا سه سال) و نمره وضعیت بدنی (میانگین ۳/۲۵) به سه گروه ۲۵ رأسی تقسیم و به‌طور تصادفی به تیمارهای آزمایشی اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- میش‌های گروه شاهد (بدون تزریق ویتامین B کمپلکس)، ۲- میش‌های دریافت‌کننده پنج میلی‌لیتر محلول ویتامین B کمپلکس ۳- میش‌های دریافت‌کننده ۱۰ میلی‌لیتر محلول ویتامین B کمپلکس بودند. محلول حاوی ویتامین B کمپلکس در زمان شروع آزمایش، هفت روز بعد و روز خروج اسفنج به‌صورت زیرجلدی به میش‌ها تزریق شد. هم‌زمان‌سازی فحلی میش‌ها با کارگزاری اسفنج‌های حاوی پروژسترون درون واژن به مدت ۱۲ روز و سپس ۲/۵ میلی‌لیتر وتارولین، با نام ژنریک آلارلین (لولیبرین-آ) در روز خروج اسفنج صورت گرفت. نمونه‌های خون در شروع آزمایش و در روزهای خروج اسفنج و فحلی از سیاهرگ وداج میش‌ها جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که غلظت ویتامین B₁₂ در روز فحلی در گروه ۱۰ میلی‌لیتری به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). میش‌های دریافت‌کننده ۱۰ میلی‌لیتر محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس دارای نرخ باروری و نرخ بهره‌زایی بیشتری در مقایسه با دیگر گروه‌ها بودند. به‌طور کلی، تزریق ۱۰ میلی‌لیتر محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس در پیش از جفت‌گیری باعث بهبود عملکرد تولیدمثلی میش‌های افشاری شد.

واژه‌های کلیدی: فحلی، فراسنجه‌های پلاسما، نرخ باروری، ویتامین B₁₂

مقدمه

بر برخی از هورمون‌ها و متابولیت‌ها بر آبستنی و باروری تأثیر می‌گذارد (Robinson *et al.*, 2006). بهبود تأمین مواد مغذی می‌تواند بر محور هیپوفیز-هیپوتالاموس و در نتیجه بر گنادوتروپین‌ها، تغییر غلظت پروژسترون، استروژن، انسولین، هورمون رشد و برخی متابولیت‌ها (مانند گلوکز) تأثیر گذاشته و منجر به افزایش نرخ تخمک‌گذاری و کیفیت تخمک می‌شود (Scaramuzzi *et al.*, 2006). کمبود مواد معدنی و ویتامین در جیره غذایی به‌ویژه در مورد گوسفندانی که از مرتع تغذیه می‌کنند، وضعیت سلامت را مختل کرده و سرعت تخمک‌گذاری را کاهش می‌دهد (Abdollahi *et al.*, 2015). نژاد افشاری جزء نژادهای سنگین وزن کشور محسوب می‌شود که سرعت رشد بالا، تولید شیر مطلوب و توان دوقلو زایی بالایی دارد. از طرف دیگر در گوسفند، ۲۰ تا ۴۰ درصد از تخمک‌های

دستکاری تولیدمثل از طریق تغذیه، یک روش مدیریتی عملی برای افزایش نرخ بهره‌زایی در سیستم‌های گسترده پرورش گوسفند به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک مانند ایران است. تغذیه از دو طریق به‌طور مستقیم با تأمین مواد مغذی ضروری برای رشد تخمک، تخمک‌گذاری، بقاء جنین، لقاح و به‌طور غیرمستقیم از طریق تأثیر آن

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- گروه علوم آزمایشگاهی و درمانگاهی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

*- نویسنده مسئول: (Email: m.shamsolahy@ilam.ac.ir)
<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.92188.1237>

بارور شده در طول بارداری، عمدتاً در ماه اول از بین می‌روند (Ashworth, 1995). ویتامین‌های B کمپلکس برای اطمینان از عملکرد صحیح تمام سلول‌های بدن مهم هستند و همچنین به عنوان عوامل کمکی برای آنزیم‌ها عمل می‌کنند. ویتامین‌ها به دلیل نقش سلولی آن‌ها در متابولیسم، نگهداری و رشد برای فعالیت تخمدان و رشد رویان، جفت و جنین مورد نیاز هستند. کمبود ویتامین B₁₂ نرخ تخمک‌گذاری در میش را کاهش داده و در صورت وجود غلظت بالای ویتامین B₁₂، تعداد جسم زردها در میش‌ها بیشتر می‌گردد (Mitchell et al., 2007). گزارش شده که مکمل ویتامین B₁₂، تعداد بلاستوسیت‌ها را افزایش می‌دهد (Mitchell et al., 2005). ترکیبات تزریقی سلنیوم، ویتامین E و ویتامین B₁ پس از هم‌زمان‌سازی فحلی باعث افزایش میزان باروری میش‌ها گردید (Yazlik et al., 2020). با توجه به کمبود اطلاعات در این زمینه و با در نظر گرفتن مطالب فوق، هدف از این تحقیق بررسی اثر تزریق سطوح مختلف ویتامین B کمپلکس پیش از جفت‌گیری بر عملکرد تولیدمثلی میش‌های افشاری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک واحد پرورش گوسفند نیمه‌صنعتی واقع در استان ایلام، شهر شیبان انجام شد. مراحل اجرایی آزمایش از اوایل خرداد ۱۴۰۲ شروع شد که تقریباً هم‌زمان با شروع فصل تولیدمثل گوسفند در منطقه بود و در آذر ماه ۱۴۰۲ به اتمام رسید. برای انجام این آزمایش از ۷۵ رأس میش بالغ افشاری با وزن بدن (میانگین 40 ± 2 کیلوگرم)، نمره وضعیت بدنی (میانگین $3/25$) و سن (دو تا سه سال) استفاده شد و سپس به سه گروه (۲۵ رأس در هر گروه) تقسیم گردید. سپس به منظور مبارزه با انگل‌های خارجی و داخلی، دو میلی‌لیتر آیورجکت (آیورمکتین) به صورت زیرجلدی به همه میش‌ها تزریق شد. علاوه بر این برای مبارزه با انگل‌های کبدی و انگل‌های دستگاه گوارش، دو بار با فاصله ۱۴ روز از دو بولوس نیکلوزام (نیکلوزاماید ۱۲۵۰ میلی‌گرمی)، ساخت شرکت زاگرس فارمد پارس (تهران، ایران) به صورت دهانی برای همه میش‌ها استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- میش‌های گروه شاهد (بدون تزریق محلول ویتامین B کمپلکس)، ۲- میش‌های دریافت‌کننده پنج میلی‌لیتر محلول ویتامین B کمپلکس (ب کوککت رویان دارو) و ۳- میش‌های دریافت‌کننده ۱۰ میلی‌لیتر محلول ویتامین B کمپلکس براساس توصیه شرکت سازنده و دو برابر آن بوده است. محلول ویتامین‌های B کمپلکس (۱۰ میلی‌گرم تیامین، ۴ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۴ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۱۰ میلی‌گرم کوبالامین، ۵۰ میلی‌گرم نیاسین آمید و ۵ میلی‌گرم دکسپانتنول) به صورت زیرجلدی و در زمان شروع هم‌زمان-

سازی فحلی، هفت روز بعد و روز خروج اسفنج به میش‌ها تزریق شد. همه میش‌ها در زمان اجرای آزمایش روزانه ۵۰۰ گرم کنسانتره دریافت کردند. جیره فلاشینگ براساس جداول استاندارد (NRC, 2007) متعادل شد. پس از پایان تغذیه با جیره فلاشینگ (دو هفته قبل از اسفنج‌گذاری تا یک هفته بعد از خروج اسفنج)، (۲۰ کیلوگرم کاه گندم (Wheat straw)، ۳۰ کیلوگرم یونجه (Alfalfa)، ۲۰ کیلوگرم جو (Barley)، ۱۰ کیلوگرم گندم، ۵ کیلوگرم ذرت (Corn)، ۵ کیلوگرم سبوس گندم (Wheat bran)، ۵ کیلوگرم سویا (Soybean)، ۳ کیلوگرم مکمل مواد معدنی، ۱ کیلوگرم جوش شیرین و ۱ کیلوگرم نمک) و تزریق محلول ویتامین‌های B کمپلکس همه میش‌ها تا زمان زایش در شرایط یکسان تغذیه‌ای و مدیریتی نگهداری شدند. دو هفته پس از شروع تغذیه جیره فلاشینگ، برنامه هم‌زمان‌سازی فحلی با استفاده از کارگذاری اسفنج به مدت ۱۲ روز درون واژن شروع گردید. سپس ۲/۵ میلی‌لیتر وتارولین آلارلین استات (لویبرین -A) در زمان خروج اسفنج به صورت درون عضلانی تزریق شد. تشخیص آبستنی ۳۰ روز پس از جفت‌گیری (جفت‌گیری به روش طبیعی، یک رأس قوچ به‌ازای پنج رأس میش) از طریق اندازه‌گیری سطح پروژسترون پلازما با استفاده از کیت آزمایشگاهی به روش الایزا انجام گردید. لازم به ذکر است که تا قبل از شروع برنامه هم‌زمان‌سازی فحلی از ارتباط میش‌ها با قوچ جلوگیری شد. نمره وضعیت بدنی همه میش‌ها در روز شروع آزمایش، روز خروج اسفنج و روز ۳۰ پس از جفت‌گیری اندازه‌گیری و ثبت گردید.

در زمان زایش، تعداد میش‌های زایش‌کرده و تعداد بره‌های متولدشده از هر میش یادداشت شد. سپس با توجه به این اطلاعات، پارامترهای عملکرد تولیدمثل شامل نرخ باروری، نرخ بره‌زایی و نرخ دوقلو زایی با استفاده از معادله‌های ۱، ۲ و ۳ محاسبه شد. (معادله ۱)

$100 \times (\text{تعداد کل میش‌های زایش‌کرده در هر گروه} / \text{تعداد کل میش‌های جفت‌گیری‌کرده در هر گروه}) = (\text{درصد} / \text{نرخ باروری})$ (معادله ۲)

$(\text{تعداد کل بره‌های متولدشده در هر گروه} / \text{تعداد کل میش‌های جفت‌گیری‌کرده در هر گروه}) = \text{نرخ بره‌زایی}$ (معادله ۳)

$100 \times (\text{تعداد کل میش‌های دوقلوزا در هر گروه} / \text{تعداد کل میش‌های زایش‌کرده در هر گروه}) = (\text{درصد} / \text{نرخ دوقلو زایی})$ در شروع آزمایش، روز خروج اسفنج و روز فحلی نمونه‌های خون از سیاهرگ و داج میش‌ها با استفاده از لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد (هیپارین) جمع‌آوری، پلاسمای آن‌ها جداسازی و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غلظت فراسنجه‌های پلازما با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (BT1500, Biotechnica, Italy) و براساس دستورالعمل‌های شرکت سازنده اندازه‌گیری گردید. داده‌های مربوط به

نمره وضعیت بدنی با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شدند و از نمره وضعیت بدنی در ابتدای آزمایش و سن میش‌های به‌عنوان کوواریت در مدل استفاده شد. غلظت فراسنجه‌ها و ویتامین B₁₂ پلاسمای میش‌ها با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شدند و از غلظت آن‌ها در روز قبل از شروع

آزمایش به‌عنوان کوواریت در مدل استفاده گردید. آنالیز داده‌های مربوط به عملکرد تولیدمثل با استفاده از روش FREQ، LOGISTIC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی و سطح معنی‌داری به‌صورت $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۱- اثر تزریق مقادیر مختلف محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس در حوالی جفت‌گیری بر غلظت فراسنجه‌های پلاسمای میش‌های افشاری
Table 1- Effect of injection of different amounts of solution containing B complex vitamins around mating on plasma parameter concentrations in Afshari ewes

concentrations in Ashan ewes					
پارامتر Parameter	مقدار تزریق ویتامین B کمپلکس Vitamin B complex injection dosage			SEM	P-value
	۰ 0	۵ میلی لیتر 5 ml	۱۰ میلی لیتر 10 ml		
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر) Glucose (mg/dL)					
شروع آزمایش Beginning of experiment	67.23	67.07	65.87	2.48	0.91
روز خروج اسفنج Day of CIDR removal	63.18	67.72	69.13	1.85	0.09
روز فحلی Day of estrous and mating	62.53	66.30	67.50	1.82	0.17
کلسترول کل (میلی گرم در دسی لیتر) Total cholesterol (mg/dL)					
شروع آزمایش Beginning of experiment	71.52	70.59	69.30	2.42	0.81
روز خروج اسفنج Day of CIDR removal	64.40	63.22	61.93	2.81	0.83
روز فحلی Day of estrous and mating	58.05	63.27	66.53	2.72	0.12
نیتروژن اوردهای (میلی گرم در دسی لیتر) Blood urea nitrogen (mg/dL)					
شروع آزمایش Beginning of experiment	12.80	10.30	13.10	1.07	0.19
روز خروج اسفنج Day of CIDR removal	11.09 ^a	8.69 ^b	7.90 ^b	0.77	0.03
روز فحلی Day of estrous and mating	10.09	8.09	8.48	1.01	0.32
پروتئین کل (گرم در دسی لیتر) Total protein (g/dL)					
شروع آزمایش Beginning of experiment	6.97	7.28	7.03	0.14	0.77
روز خروج اسفنج Day of CIDR removal	6.60	7.06	6.93	0.21	0.30
روز فحلی Day of estrous and mating	6.34	6.55	6.55	0.16	0.59

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$)
 Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

نتایج و بحث

کل، نیتروژن اوره‌ای و پروتئین کل پلاسما می‌ش‌ها در روز فحلی تحت تأثیر مقدار تزریق محلول حاوی ویتامین B کمپلکس قرار نگرفت ($P>0.05$).

نمره وضعیت بدنی و غلظت ویتامین B₁₂ پلاسما

اثر تزریق مقادیر مختلف محلول ویتامین B کمپلکس در پیش از جفت‌گیری بر نمره وضعیت بدنی و غلظت ویتامین B₁₂ پلاسما می‌ش‌های افشاری در **جدول ۲** ارائه شده است. نمره وضعیت بدنی می‌ش‌ها در روز خروج اسفنج و روز فحلی تحت تأثیر تزریق مقادیر مختلف محلول ویتامین B کمپلکس قرار نگرفت ($P>0.05$). بالاترین غلظت ویتامین B₁₂ پلاسما در روز خروج اسفنج و روز فحلی در می‌ش‌های دریافت‌کننده ۱۰ میلی‌لیتر محلول ویتامین‌های B کمپلکس مشاهده شد ($P<0.05$).

اثر تزریق مقادیر مختلف محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس در پیش از جفت‌گیری بر غلظت فراسنجه‌های پلاسما می‌ش‌های افشاری در **جدول ۱** گزارش شده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده، غلظت گلوکز، کلسترول کل، نیتروژن اوره‌ای و پروتئین کل پلاسما می‌ش‌ها در روز شروع آزمایش یکسان بود ($P>0.05$). غلظت گلوکز پلاسما می‌ش‌های دریافت‌کننده ۱۰ میلی‌لیتر محلول ویتامین‌های B کمپلکس در روز خروج اسفنج در مقایسه با سایر گروه‌ها تمایل به افزایش داشت ($P=0.09$). می‌ش‌های گروه شاهد در مقایسه با می‌ش‌های دریافت‌کننده محلول ویتامین B کمپلکس، غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما می‌ش‌های بیشتری داشتند ($P<0.05$). غلظت کلسترول کل و پروتئین کل پلاسما می‌ش‌ها در روز خروج اسفنج تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P>0.05$). غلظت گلوکز، کلسترول

جدول ۲- اثر تزریق مقادیر مختلف محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس در حوالی جفت‌گیری بر غلظت ویتامین B₁₂ پلاسما و نمره وضعیت بدنی می‌ش‌های افشاری
Table 2- Effect of injection of different amounts of B complex vitamin solution around mating on plasma B₁₂ concentration and body condition score of Afshari ewes

r پارامتر Paramete	مقدار تزریق ویتامین B کمپلکس Vitamin B complex injection dosage			SEM	P-value
	۰	۵ میلی لیتر 5 ml	۱۰ میلی لیتر 10 ml		
	0	5 ml	10 ml		
نمره وضعیت بدنی Body condition score					
شروع آزمایش Beginning of experiment	3.30	3.15	3.20	0.07	0.31
روز خروج اسفنج Day of CIDR removal	3.03	3.04	3.19	0.08	0.41
روز فحلی Day of estrous and mating	3.25	3.20	3.18	0.07	0.75
ویتامین B ₁₂ (پیکوگرم در میلی لیتر) Vitamin B ₁₂ (pg/mL)					
شروع آزمایش Beginning of experiment	1244.71	1257.51	1232.14	48.96	0.93
روز خروج اسفنج Day of CIDR removal	1266.03 ^b	1472.28 ^a	1621.06 ^a	52.67	<0.01
روز فحلی Day of estrous and mating	926.64 ^c	1564.40 ^b	1879.05 ^a	49.38	<0.01

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$)
Means within same row with different superscripts differ ($P<0.05$).

دریافت‌کننده محلول ویتامین‌های B کمپلکس در مقایسه با سایر گروه‌ها بیشتر بود ($P<0.05$). در صورتی که نرخ دوقلو زایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P>0.05$).

عملکرد تولیدمثلی

اثر تزریق مقادیر مختلف محلول ویتامین‌های B کمپلکس در پیش از جفت‌گیری بر عملکرد تولیدمثلی می‌ش‌های افشاری در **جدول ۳** نشان داده شده است. نرخ بهره‌زایی و نرخ باروری در می‌ش‌های

جدول ۳- اثر تزریق مقادیر مختلف محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس در حوالی جفت‌گیری بر عملکرد تولیدمثلی میش‌های افشاری
Table 3- Effect of injection of different amounts of solution B complex vitamins around mating on reproductive performance of Afshari ewes

پارامتر Parameter	مقدار تزریق ویتامین B کمپلکس Vitamin B complex injection dosage			SEM	P-value
	۰ 0	۵ میلی‌لیتر 5 ml	۱۰ میلی‌لیتر 10 ml		
نرخ بره‌زایی (درصد) Lambing rate (%)	120.0 ^a	116.0 ^b	152.0 ^a	10.06	0.05
نرخ باروری (درصد) Fertility rate (%)	76.0 ^b	80.0 ^b	100.0 ^a	-	0.01
نرخ دوقلوزایی (درصد) Twining rate (%)	57.89	47.62	52.0	-	0.81

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$)
Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

بیشتر گلوکز را در طول رشد تخمک متابولیزه می‌کند تا پیرووات را به‌عنوان یک سوپسترای حاوی انرژی تولید کند. گلوکز، بلوغ هسته‌ای و حالت اکسیداسیون-احیا را از طریق مسیر پنتوز فسفات تنظیم می‌کند. گلوکز، ترکیبات خارج سلولی و گلیکوزیلاسیون متصل به انتقال سیگنال را از طریق مسیر بیوسنتز هگزوزامین در طول بلوغ تخمک تحریک می‌کند (Sutton-McDowall et al., 2010). گلوکز همچنین بر سطح انسولین گردش خون و IGF-1 تأثیر می‌گذارد. انسولین، حرکت گلوکز را به اندام‌های خارج کبدی مانند تخمدان‌ها افزایش می‌دهد (Kawashima et al., 2012). غلظت بالای گلوکز، انسولین و IGF-1 پلاسما، تنظیم‌کننده‌های کلیدی محور تولیدمثل هستند (Kawashima et al., 2012). دانه‌های ذرت، جو و گندم بیشترین سهم از جیره‌های فلاشینگ گوسفند و بز را تشکیل می‌دهند (Scaramuzzi et al., 2006). به‌طور کلی، نشاسته غلات، تولید اسیدهای آلی شکمبه به‌ویژه پروپیونات را افزایش می‌دهد (Huntington et al., 2006). در نشخوارکنندگان، ۲۰ درصد از گلوکز گردش خون از طریق جذب گلوکز به داخل ورید باب کبدی پس از هضم نشاسته در دستگاه گوارش وارد می‌شود، درحالی‌که بقیه از گلوکونئوزن کبد منشأ می‌گیرد (Galindo et al., 2011). پروپیونات، پیش‌ساز اولیه گلوکز در نشخوارکنندگان تغذیه‌شده است و کبد حدود ۶۰ درصد از گلوکز پلاسما را تأمین می‌کند (Larsen & Kristensen, 2013). پروپیونات، قبل از ورود به چرخه کربس ابتدا باید به پروپیونیل-CoA، سپس متیل‌مالونیل-CoA و در نهایت سوکسینیل-CoA تبدیل شود. تبدیل متیل‌مالونیل‌کوآ به سوکسینیل‌کوآ توسط متیل‌مالونیل‌کوآ موتاز به ویتامین B₁₂ به‌عنوان کوفاکتور نیاز دارد (Mann et al., 2001). علاوه‌بر متابولیسم انرژی و تولید گلوکز، گاوهای شیری که B₁₂ دریافت کرده بود، پاسخ بافتی بهتری به انسولین داشتند (Girard et al., 2019)، که ممکن است عملکرد تولیدمثلی را بهبود بخشد. تشکیل فولیکول‌های تخمدان و

در مطالعه حاضر، اثرات تزریق مقادیر مختلف محلول ویتامین‌های B کمپلکس در پیش از جفت‌گیری بر نمره وضعیت بدنی، غلظت فراسنجه‌ها و ویتامین B₁₂ پلاسما و عملکرد تولیدمثلی میش‌های افشاری مورد بررسی قرار گرفت. مهم‌ترین یافته‌ها، تغییر در غلظت چند پارامتر از جمله غلظت گلوکز، نیتروژن اوردهای و B₁₂ پلاسما و نرخ‌بره‌زایی و باروری بود. به‌گونه‌ای‌که تزریق محلول ویتامین B کمپلکس (مخصوصاً ۱۰ میلی‌لیتر) باعث تمایل به افزایش غلظت گلوکز و کاهش غلظت نیتروژن اوردهای پلاسما و بهبود نرخ بره‌زایی و باروری شد. این نتایج، یافته‌های قبلی در ارتباط با تأثیر مواد مغذی بر عملکرد تولیدمثلی در حیوانات مزرعه‌ای را تأیید می‌کند (Smith & Akinbamijo, 2000). انرژی، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها از مهم‌ترین عوامل تغذیه‌ای مؤثر بر تولیدمثل در حیوانات نشخوارکننده هستند (Vázquez-Armijo et al., 2011). این مواد مغذی با تغییر غلظت پارامترهای پلاسمایی مانند گلوکز، کلسترول، اسیدآمینه، اسیدچرب، نیتروژن اوردهای، کلسیم، فسفر، منیزیم، سایر مواد معدنی، انسولین، لپتین، LH، FSH، IGF-1، استرادیول و پروژسترون بر تولیدمثل تأثیر می‌گذارند (Ferguson, 2005). همه این عوامل بر جنبه‌های مختلف فرآیندهای تولیدمثلی در حیوانات نشخوارکننده از جمله تعداد فولیکول، تعداد جنین، مدت زمان آبستنی و بقاء جنین تأثیر می‌گذارد (Fleming et al., 2012). انرژی جزء اصلی جیره غذایی است که بر تخمک‌گذاری و بره‌زایی میش تأثیر دارد (Daghighkia & Safdar, 2015). دریافت انرژی باعث افزایش گلوکز خون، انسولین و IGF-1 می‌شود که ممکن است باعث رشد گیرنده LH در سلول‌های گرانولوزا و تخمک‌گذاری فولیکول‌ها گردد (Rassu et al., 2004). بارداری، بقاء اولیه جنین و رشد جنین به کیفیت تخمک بستگی دارد (Krisher, 2004). گلیکولیز، مسیر پنتوز فسفات، مسیر بیوسنتز هگزوزامین، جایگاه گلوکز را به‌عنوان یک متابولیت حیاتی برای تخمک برجسته می‌کنند. مسیر گلیکولیتیک

افزایش حساسیت سلول‌های گنادوتروپ به GnRH برای تولید FSH ایفا می‌کند. با بهبود وضعیت انرژی، B₁₂ ممکن است بر بیان ژن‌های مرتبط با رشد فولیکول در تخمدان تأثیر بگذارد (Gagnon et al., 2015). متیونین سنتز که هموسیستین را به متیونین تبدیل می‌کند از B₁₂ به عنوان کوفاکتور استفاده می‌کند (McFadden et al., 2020). با توجه به نتایج مطالعه حاضر، تزریق ۱۰ میلی‌لیتر محلول ویتامین B کمپلکس، کاهش قابل توجهی در غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما ایجاد کرد. مشابه نتایج مطالعه حاضر، تزریق محلول حاوی ویتامین B₁₂ باعث افزایش غلظت B₁₂ پلاسما در گاوهای شیری در اوایل دوره شیردهی (Duplessis et al., 2017) و دوره انتقال (Wang et al., 2018) (Matte et al., 2006) و بزها (Kadim et al., 2006) شد. مشابه نتایج مطالعه حاضر، محققان دریافتند که تزریق ویتامین B₁₂ هیچ تأثیری بر غلظت کلسترول کل پلاسمای گاوهای شیری در طول دوره انتقال نداشت (Wang et al., 2018). در حیوانات نشخوارکننده، عمده گلوکز خون از منابع پیش‌سازهای گلوکوژنیک مانند پروپیونات، لاکتات، گلیسرول و اسیدهای آمینه گلوکوژنیک منشأ می‌گیرد (Lucy, 2016). طبق گفته محققان، تخمیر کربوهیدرات‌های سریع تخمیر مانند نشاسته در شکمبه، منبع اصلی تولید پروپیونات است (De Koster & Opsomer, 2013). نیتروژن اوره‌ای پلاسما از آمونیاک جذب شده از طریق دیواره شکمبه و دامیناسیون اسیدهای آمینه بافتی تولید می‌شود (Lapierre & Lobley, 2001). اگرچه، غلظت آمونیاک مایع شکمبه در آزمایش حاضر اندازه‌گیری نشد، عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت پروتئین کل پلاسما ممکن است به غلظت مشابه آمونیاک در مایع شکمبه و دامیناسیون یکسان اسیدهای آمینه در بافت ماهیچه‌ای آن‌ها مرتبط باشد. زیرا میش‌های همه تیمارهای آزمایشی با جیره یکسان در زمان فلاشینگ تغذیه شدند. موافق با نتایج ما گزارش شده است که عملکرد تولیدمثلی نشخوارکنندگان با کاهش سطح نیتروژن اوره‌ای پلاسما افزایش می‌یابد (Rhoads et al., 2004). مشخص شده که میش‌هایی که طی سه هفته قبل تا دو هفته پس از جفت‌گیری با جیره حاوی پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بالاتر تغذیه شدند، میزان دوقلو زایی، باروری و بهره‌زایی بالاتری داشتند که با کاهش سطح نیتروژن اوره‌ای پلاسما همراه بود (Daghighkia & Safdar, 2015). از سوی دیگر، افزایش دریافت پروتئین خام یا پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و در نتیجه سطوح بالاتر نیتروژن اوره‌ای پلاسما با نرخ باروری کمتر مرتبط است (Butler, 2001). بافت‌های تولیدمثلی برای تولید هورمون‌های استروئیدی مانند استرادیول، پروژسترون و تستوسترون به کلسترول نیاز دارند (Sèdes et al., 2018). موافق با نتایج حاضر، تزریق ویتامین B₂ باعث افزایش میزان بهره‌زایی شد (Waheed et al., 2020). تخمک‌ریزی در میش، پدیده‌ای بیولوژیک بوده و با آزاد شدن تخمک از

عملکرد تولیدمثلی در نشخوارکنندگان به طور مثبت تحت تأثیر غلظت گلوکز در گردش خون است. گلوکز یکی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های رویدادهای تولیدمثلی در نشخوارکنندگان است که هم به طور مستقیم از طریق تأمین انرژی و هم به طور غیرمستقیم با افزایش ترشح انسولین (Lucy, 2016) این کار را انجام می‌دهد. مطالعات قبلی در شرایط آزمایشگاهی (Zacchini et al., 2017) و مزرعه‌ای (Mitchell et al., 2007) نشان داد که مکمل B₁₂ به عنوان یک دهنده گروه متیل باعث بهبود رشدونمو تخمک در میش‌ها می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها بر بسیاری از جنبه‌های تولیدمثل در نشخوارکنندگان تأثیر می‌گذارند (Awawdeh et al., 2019). اثر تزریق ویتامین‌های B کمپلکس در حوالی جفت‌گیری بر تغییرات نمره وضعیت بدنی حیوانات نشخوارکننده به خوبی مشخص نیست. با توجه به گزارش‌های قبلی، تزریق ویتامین B₁₂ با افزایش وزن بز همراه بوده است (Kadim et al., 2006). نمره وضعیت بدنی نشانگر وضعیت تغذیه و ذخایر چربی بدن با اثرات برجسته بر عملکرد تولیدمثلی در حیوانات نشخوارکننده است. نمره وضعیت بدنی توصیه شده در اطراف جفت‌گیری برای میش حدود ۲/۵ تا ۳/۵ است (Kenyon et al., 2014). نرخ باروری، آبستنی و بهره‌زایی با نمره وضعیت بدنی همبستگی مثبت دارد (Atti et al., 2001). ویتامین B₁₂، یک کوآنزیم ضروری برای متیل‌مالونیل کوآنزیم A موتاز در طی تبدیل پروپیونات به گلوکز از طریق گلوکوئوژنز و مسیرهای چرخه کربس در نشخوارکنندگان است (McDowell, 2000). بنابراین، تغییر در نمره وضعیت بدنی میش‌ها ممکن است به دلیل تغییر در متابولیسم انرژی باشد (McDowell, 2000). اگرچه در مطالعه حاضر، نمره وضعیت بدنی میش‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. یکی از دلایل افزایش نرخ باروری و بهره‌زایی با تزریق ۱۰ میلی‌لیتر محلول حاوی ویتامین‌های B کمپلکس احتمالاً مربوط به تأثیر ویتامین B کمپلکس بر سنتز هورمون‌های استروئیدی است (Kim et al., 2020). افزایش دریافت انرژی باعث افزایش گلوکز خون، انسولین و IGF-1 می‌شود، که ممکن است با گیرنده‌های FSH و LH در سلول‌های گرانولوزا کار کند و باعث بلوغ فولیکول و تخمک‌گذاری شود (Rassu et al., 2004). سطوح بالای B₁₂ و IGF-1 محور تولیدمثل را تنظیم می‌کند (Kawashima et al., 2012). در آخرین مرحله از چرخه فحلی، کاهش پروژسترون و افزایش استرادیول باعث افزایش ترشح گنادوتروپین می‌شود. پروژسترون و استرادیول بر فرکانس و دامنه پالس LH تأثیر می‌گذارند و ترشح ضربان‌دار LH، رابطه معکوس با ترشح پروژسترون توسط جسم زرد دارد (Barrett et al., 2007). در میش‌هایی با چرخه فحلی فعال، پروژسترون، یک سیگنال غدد درون‌ریز است که هم فرکانس امواج فولیکولی و هم افزایش دوره‌ای غلظت FSH را تنظیم می‌کند (Bartlewski et al., 2011). پروژسترون، نقش مؤثری در

کردند و افزایش درصد بزه‌زایی را گزارش کردند (Hemingway et al., 2001). در مطالعه حاضر، درصد بزه‌زایی در میش‌های گروه شاهد کاهش یافت. این نتایج بیانگر این است که کمبود مواد مغذی از جمله ویتامین‌های B کمپلکس باعث کاهش انرژی مورد نیاز برای فعالیت تخمدان شده و در صورت جبران کمبود ویتامین می‌توان درصد بزه‌زایی را افزایش داد. گزارش شده که تزریق ویتامین B₁₂ قبل از فصل تولیدمثل و بعد از جفت‌گیری فحلی، و نرخ گیرایی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (Moss et al., 2007). همچنین گزارش شده که مکمل جیره‌ای B₁₂ بر درصد آبستنی میش تأثیری نداشت (Mitchell et al., 2007). در تحقیق حاضر، نتایج نشان داد که تزریق ویتامین B کمپلکس احتمالاً با بهبود متابولیسم انرژی بر باروری میش‌ها در فصل تولیدمثل مؤثر بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که تزریق محلول ویتامین B کمپلکس (مخصوصاً ۱۰ میلی‌لیتر) در پیش از جفت‌گیری، با بهبود غلظت گلوکز و افزایش ویتامین B₁₂ و کاهش غلظت نیتروژن اورهای پلاسما باعث بهبود نرخ باروری و نرخ بزه‌زایی میش‌های افشاری شد و می‌توان از آن به‌عنوان یک راه‌کار برای بهبود عملکرد تولیدمثل میش استفاده کرد.

فولیкул‌های سطح تخمدان همراه است. در حقیقت، این واقعه تحت تأثیر مسیرهای تنظیمی مختلفی قرار می‌گیرد. به علت تلفات جنینی در روزهای اول آبستنی و همچنین وجود میش‌های نابارور در گله، درصد زایش در گله کاهش می‌یابد، ولی دو یا چندقلوزایی، این کاهش را جبران می‌کند. در آزمایشی، تأثیر بلوس شکمبه‌ای حاوی برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی بر عملکرد تولیدمثل میش بررسی شد و گزارش کردند که نرخ بزه‌زایی از ۱۲۴ درصد به ۱۵۲ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت (Hemingway et al., 2001). گزارش شده که مکمل ویتامین B₁₂، تعداد بلاستوسیت‌ها را افزایش می‌دهد (Mitchell et al., 2005). ویتامین B₁₂ به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق تأثیر بر متابولیسم انرژی و ترشح هورمون‌های تولیدمثل و اثرات متقابل با این هورمون‌ها بر فیزیولوژی طبیعی تولیدمثل در میش تأثیر دارد و باعث افزایش نرخ باروری و نرخ آبستنی و بهبود عملکرد تخمدان می‌شود (Abdelrahman et al., 2006). بنابراین، بهبود نرخ باروری و بزه‌زایی در میش‌های دریافت‌کننده ۱۰ میلی‌لیتر محلول ویتامین B کمپلکس در آزمایش حاضر را می‌توان به بهبود وضعیت انرژی (افزایش گلوکز پلاسما)، افزایش غلظت ویتامین B₁₂ پلاسما و متابولیسم بهتر تخمدان در این میش‌ها ارتباط داد. براساس نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر، احتمالاً عدم تزریق ویتامین‌های B کمپلکس تأثیر منفی بر فعالیت تخمدان داشته است که با کاهش عملکرد تولیدمثل میش‌ها همراه بوده است. محققان طی مطالعه‌ای، اثر بلوس‌های شکمبه‌ای حاوی برخی ویتامین‌ها بر میش را بررسی

References

- Abdelrahman, M., Abo-Shehada, M., & Mukbel, R. (2006). Effect of stage of gestation on the accumulation of copper, manganese, zinc, iron and calcium in fetal tissue of Awassi ewes in Northern Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 53(6), 538-552.
- Abdollahi, E., Kohram, H., Shahir, M. H., & Nemati, M. H. (2015). Effects of a sustained-release multi-trace element ruminal bolus on sex ratio, reproductive traits and lambs growth in synchronized Afshari ewes. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.22067/veterinary.v7i1.33598>
- Ashworth, C. J. (1995). Maternal and conceptus factors affecting histotrophic nutrition and survival of embryos. *Livestock Production Science*, 44(2), 99-105. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00045-5](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00045-5)
- Awawdeh, M. S., Eljarah, A. H., & Ababneh, M. M. (2019). Multiple injections of vitamin E and selenium improved the reproductive performance of estrus-synchronized Awassi ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 1421-1426. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01826-0>
- Barrett, D. M., Duggavathi, R., Davies, K. L., Bartlewski, P. M., Bagu, E. T., & Rawlings, N. C. (2007). Differential effects of various estradiol-17beta treatments on follicle-stimulating hormone peaks, luteinizing hormone pulses, basal gonadotropin concentrations, and antral follicle and luteal development in cyclic ewes. *Biology of Reproduction*, 77(2), 252-262. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.106.058842>
- Bartlewski, P. M., Baby, T. E., & Giffin, J. L. (2011). Reproductive cycles in sheep. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.024>
- Butler, W. R. (2001). Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum dairy cows. *BSAP Occasional Publication*, 26(1), 133-145. <https://doi.org/10.1017/S0263967X00033644>
- De Koster, J. D., & Opsomer, G. (2013). Insulin resistance in dairy cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 29(2), 299-322. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.002>
- Duplessis, M., Lapierre, H., Pellerin, D., Laforest, J. P., & Girard, C. L. (2017). Effects of intramuscular injections of folic acid, vitamin B₁₂, or both, on lactational performance and energy status of multiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 4051-4064. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12381>

- Ferguson, J. D. (2005). Nutrition and reproduction in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21(2), 325-347. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.03.001>
- Fleming, T. P., Velazquez, M. A., Eckert, J. J., Lucas, E. S., & Watkins, A. J. (2012). Nutrition of females during the peri-conceptional period and effects on foetal programming and health of offspring. *Animal Reproduction Science*, 130(3-4), 193-197. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.015>
- Gagnon, A., Khan, D. R., Sirard, M. A., Girard, C. L., Laforest, J. P., & Richard, F. J. (2015). Effects of intramuscular administration of folic acid and vitamin B₁₂ on granulosa cells gene expression in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7797-7809. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9623>
- Galindo, C. E., Ouellet, D. R., Pellerin, D., Lemosquet, S., Ortigues-Marty, I., & Lapierre, H. (2011). Effect of amino acid or casein supply on whole-body, splanchnic, and mammary glucose kinetics in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5558-5568. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3978>
- Girard, C. L., Vanacker, N., Beaudet, V., Duplessis, M., & Lacasse, P. (2019). Glucose and insulin responses to an intravenous glucose tolerance test administered to feed-restricted dairy cows receiving folic acid and vitamin B₁₂ supplements. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 6226-6234. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16298>
- Hemingway, R. G., Parkins, J. J., & Ritchie, N. S. (2001). Enhanced reproductive performance of ewes given a sustained-release multi-trace element/vitamin ruminal bolus. *Small Ruminant Research*, 39(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00175-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00175-9)
- Huntington, G. B., Harmon, D. L., & Richards, C. J. (2006). Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *Journal of Animal Science*, 84(suppl_13), E14-E24. https://doi.org/10.2527/2006.8413_supple14x
- Kadim, I. T., Mahgoub, O., Al-Ajmi, D., Al-Habsi, K. R., & Johnson, E. H. (2006). Comparative effects of low levels of dietary cobalt and parenteral injections of vitamin B₁₂ on body dimensions in different breeds of Omani goats. *Small Ruminant Research*, 66(1-3), 244-252. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.018>
- Kawashima, C., Matsui, M., Shimizu, T., Kida, K., & Miyamoto, A. (2012). Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. *Journal of Reproduction and Development*, 58(1), 10-16. <https://doi.org/10.1262/jrd.11-139n>
- Kenyon, P. R., Maloney, S. K., & Blache, D. (2014). Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57(1), 38-64. <https://doi.org/10.1080/00288233.2013.857698>
- DaghighiKia, H., & Safdar, A. H. A. (2015). Effects of calcium salts of fatty acids (CSFA) with different profiles ($\omega 3$ and $\omega 6$) during the flushing period on reproductive performance of 'Afshari' ewes. *Small Ruminant Research*, 126, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.02.020>
- Kim, K., Mills, J. L., Michels, K. A., Chaljub, E. N., Wactawski-Wende, J., Plowden, T. C., & Mumford, S. L. (2020). Dietary intakes of vitamin B-2 (riboflavin), vitamin B-6, and vitamin B-12 and ovarian cycle function among premenopausal women. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 120(5), 885-892. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2019.10.013>
- Krisher, R. L. (2004). The effect of oocyte quality on development. *Journal of Animal Science*, 82(suppl_13), E14-E23.
- Lapierre, H., & Lobley, G. E. (2001). Nitrogen recycling in the ruminant: A review. *Journal of Dairy Science*, 84, E223-E236. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70222-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70222-6)
- Larsen, M., & Kristensen, N. B. (2013). Precursors for liver gluconeogenesis in periparturient dairy cows. *Animal*, 7(10), 1640-1650. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001171>
- Lucy, M. C. (2016). The role of glucose in dairy cattle reproduction. *Adv. Dairy Technol*, 28, 161-173.
- Mann, G. E., Payne, J. H., & Lamming, G. E. (2001). Hormonal regulation of oxytocin-induced prostaglandin F_{2a} secretion by the bovine and ovine uterus in vivo. *Domestic Animal Endocrinology*, 21(2), 127-141. [https://doi.org/10.1016/s0739-7240\(01\)00105-9](https://doi.org/10.1016/s0739-7240(01)00105-9)
- Matte, J. J., Guay, F., & Girard, C. L. (2006). Folic acid and vitamin B₁₂ in reproducing sows: New concepts. *Canadian Journal of Animal Science*, 86(2), 197-205. <https://doi.org/10.4141/A05-059>
- McDowell, L. R. (2000). Vitamins in animal and human nutrition. John Wiley & Sons; 2000 Oct 11.
- McFadden, J. W., Girard, C. L., Tao, S., Zhou, Z., Bernard, J. K., Duplessis, M., & White, H. M. (2020). Symposium review: One-carbon metabolism and methyl donor nutrition in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5668-5683. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17319>
- Mitchell, L. M., Mccallum, G., Mackie, K., Ewell, M., Ainslie, A., & McEroy T. G. (2005). In vitro development of ovine oocytes from ewes of contrasting vitamin B₁₂ status. *Journal of Reprpdution and Fertility Development*, 17(2), 222-228. <https://doi.org/10.1071/RDv17n2Ab143>
- Mitchell, L. M., Robinson, J. J., Watt, R. G., McEvoy, T. G., Ashworth, C. J., Rooke, J. A., & Dwyer, C. M. (2007). Effects of cobalt/vitamin B₁₂ status in ewes on ovum development and lamb viability at birth. *Reproduction, Fertility and Development*, 19(4), 553-562. <https://doi.org/10.1071/rd07012>
- Atti, N., Theriez, M., & Abdennebi, L. (2001). Relationship between ewe body condition at mating and reproductive

performance in the fat-tailed Barbarine breed. *Animal Science Research*, 50, 135-144.

Moss, G. E., Cammack, K. M., Larson, B. A., Alexander, B. M., Stobart, R. H., Hill, W. J., & Hess, B. W. (2007). Effect of cobalt supplementation and estrous synchronization on body weight gain and conception rates in yearling ewes and periparturient ewe lambs. In *Proceedings-American Society of Animal Science Western Section*. Vol. 58, p. 153.

National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids*. Washington, D.C., USA.

Rassu, S., Enne, G., Ligios, S., & Molle, G. (2004). Nutrition and reproduction. *Dairy Sheep Nutrition*. G. Pulina & R. Bencini (Eds.). 1st Ed. Wallingford: CABI Publishing, p. 109-128. <https://doi.org/10.1079/9780851996813.0109>

Rhoads, M. L., Gilbert, R. O., Lucy, M. C., & Butler, W. R. (2004). Effects of urea infusion on the uterine luminal environment of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(9), 2896-2901. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73420-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73420-7)

Robinson, J. J., Ashworth, C. J., Rooke, J. A., Mitchell, L. M., & McEvoy, T. G. (2006). Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3-4), 259-276. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2005.08.006>

Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., & Somchit, A. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 339-354. <https://doi.org/10.1051/rnd:2006016>

Sèdes, L., Thirouard, L., Maqdasy, S., Garcia, M., Caira, F., Lobaccaro, J. M. A., & Volle, D. H. (2018). Cholesterol: A gatekeeper of male fertility? *Frontiers in Endocrinology*, 9, 369. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00369>

Smith, O. B., & Akinbamijo, O. O. (2000). Micronutrients and reproduction in farm animals. *Animal Reproduction Science*, 60, 549-560. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00114-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00114-7)

Sutton-McDowall, M. L., Gilchrist, R. B., & Thompson, J. G. (2010). The pivotal role of glucose metabolism in determining oocyte developmental competence. *Reproduction*, 139(4), 685. <https://doi.org/10.1530/REP-09-0345>

Waheed, M. M., El-Shahat, K. H., Sallam, A. A., El-Saidy, B. E., & Khalifa, T. A. A. (2020). Influence of vitamin B₂, ascorbic acid and melatonin on reproduction of ewes during summer season under temperate climate. *Indian Journal of Small Ruminants (The)*, 26(1), 38-42. <https://doi.org/10.23880/izab-16000191>

Wang, D. M., Zhang, B. X., Wang, J. K., Liu, H. Y., & Liu, J. X. (2018). Effect of dietary supplements of biotin, intramuscular injections of vitamin B₁₂, or both on postpartum lactation performance in multiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 7851-7856. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14524>

Yazlik, M. O., Olgac, K. T., Colakoglu, H. E., Kaya, U., Yildirim, M. M., & Bas, B. (2020). Effects of vitamin B₁, vitamin E and selenium on pregnancy and blood metabolites profile during non-breeding season and early prediction of pregnancy by thermographic monitoring in Merino ewes. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 90(10), 1368-1372. <https://doi.org/10.56093/ijans.v90i10.111306>

Zacchini, F., Toschi, P., & Ptak, G. E. (2017). Cobalamin supplementation during *in vitro* maturation improves developmental competence of sheep oocytes. *Theriogenology*, 93, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.01.035>

Vázquez-Armijo, J. F., Rojo, R., López, D., Tinoco, J. L., González, A., Pescador, N., & Domínguez-Vara, I. A. (2011). Trace elements in sheep and goats reproduction: A review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 1-13.