دراسة تأثير التسمم الحملي على بعض المؤشرات الكيمياحيوية عند الأغنام

عاصم الباكير[1] محمد نور هدلة[2]

الملخص

أجريت هذه الدراسة لتحديد مدى انتشار التسمم الحملي تحت الأكلينيكي والأكلينيكي عند الأغنام في محافظة حمص من سوريا اعتماداً على تركيز البيتاهيدروكسي زبداوات BHB كما تم دراسة تأثير التسمم الحملي على بعض المؤشرات الكيميا حيوية في الدم عند الحيوانات المصابة وهي(الغلوكوز ،ALT،GGT،AST).

حيث تم إجراء هذه الدراسة على 150 رأس من الأغنام في الفترة الواقعة مابين 2023/11/1 إلى 2023/3/15 إذ تم جمع عينات الدم من الأغنام في الشهر الأخير من الحمل في مناطق مختلفة من ريف حمص.

أظهر نتائج التحليل الاحصائي للدراسة نسبة انتشار عالية للتسمم الحملي تحت الأكلينيكي والأكلينيكي عند الأغنام في محافظة إذ بلغ 54% ،8% على التوالي ، كما أظهرت النتائج وجود انخفاض معنوي ($P\leq0.05$) في تركيز الغلوكوز عند الأغنام المصابة بالتسمم الحملي تحت الأكلينيكي (55mg/dl) والأكلينيكي (44.8 mg/dl) مقارنة مع الأغنام الغير مصابة (74.4 mg/dl).

كذلك أظهرت النتائج وجود ارتفاع معنوي عند مستوى ($P\leq0.05$) في تركيز انزيم AST عند الأغنام المصابة بالتسمم الحملي تحت الأكلينيكي (143U/L) والأكلينيكي (167 U/L) مقارنة مع الأغنام الغير المصابة (83.4 U/L).

كما وجد ارتفاع معنوي عند مستوى ($P\leq0.05$) في تركيز انزيم ALT عند الأغنام المصابة بالتسمم الحملي تحت الأكلينيكي (45.6 U/L) والأكلينيكي (64.2 U/L) مقارنة مع الأغنام الغير المصابة (25.9 U/L). كما وجد ارتفاع معنوي عند مستوى ($P\leq0.05$) في تركيز انزيم GGT عند الأغنام المصابة بالتسمم الحملي تحت الأكلينيكي (68.1 U/L) والأكلينيكي (81.6 U/L) مقارنة مع الأغنام الغير المصابة (37.6 U/L).

الكلمات المفتاحية: التسمم الحملي، الأجسام الكيتونية، الأغنام، الأمراض الأستقلابية

1) محاضر في قسم الصحة العامة والطب الوقائي – كلية الطب البيطري – جامعة حماه.
2) دكتوراه في الأمراض الباطنة البيطرية – مديرية الزراعة في حماة – وزارة الزراعة.

A study on the effect of pregnancy toxemia on some biochemical parameters in sheep

ASEEM ALBAKER[1] **M.NOUR HADLA[2]**

ABSTRACT

This study was conducted to determine the prevalence of subclinical and clinical pregnancy toxemia in sheep in the Homs Governorate of Syria, based on the concentration of beta-hydroxybutyrate (BHB). The effect of pregnancy toxemia on some blood biochemical parameters in affected animals—namely glucose, AST, GGT, and ALT—was also investigated.

The study was performed on 150 sheep between November 1, 2023, and March 15, 2023. Blood samples were collected from sheep during the last month of pregnancy from various areas in the rural parts of Homs.

Statistical analysis of the results revealed a high prevalence of subclinical and clinical pregnancy toxemia in the sheep of the governorate, reaching 54% and 8%, respectively. The results also showed a significant decrease ($P \leq 0.05$) in glucose concentration in sheep with subclinical (55 mg/dL) and clinical (44.8 mg/dL) pregnancy toxemia compared to non-affected sheep (74.4 mg/dL).

Furthermore, the results indicated a significant increase ($P \leq 0.05$) in AST enzyme concentration in sheep with subclinical (143 U/L) and clinical (167 U/L) pregnancy toxemia compared to non-affected sheep (83.4 U/L).
A significant increase ($P \leq 0.05$) was also observed in ALT enzyme concentration in sheep with subclinical (45.6 U/L) and clinical (64.2 U/L) pregnancy toxemia compared to non-affected sheep (25.9 U/L). Similarly, a significant increase ($P \leq 0.05$) was found in GGT enzyme concentration in sheep with subclinical (68.1 U/L) and clinical (81.6 U/L) pregnancy toxemia compared to non-affected sheep (37.6 U/L).

Keywords: Pregnancy Toxemia, Ketone Bodies, Sheep, Metabolic Disorders

1. Lecturer, Department of Public Health and Preventive Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Hama University
2. **Ph.D. in Veterinary Internal Medicine** – Directorate of Agriculture in Hama – Ministry of Agriculture.

المقدمة:

تكتسب الأمراض الاستقلابية أعلى مستويات الأهمية في أبقار الحليب والنعاج والماعز الحوامل بين الحيوانات المزرعية المنزلية، بينما تظهر هذه الأمراض بشكل متقطع فقط في الأنواع الأخرى. إذا تفاقمت المتطلبات الغذائية المستمرة للحمل بسبب نظام غذائي غير كاف خلال فترة الجفاف، فإن معدل حدوث الأمراض الاستقلابية يزداد. يكون تأثير الحمل مهمًا بشكل خاص في النعاج، خاصة تلك التي تحمل أكثر من حمل واحد (Radostits *et al.*,2006).

يعَدُّ تسمم الحمل اضطرابًا استقلابيًا يتسم باختلالات في التوازن الهرموني والاستقلابي، غالبًا ما يحدث خلال المراحل المتأخرة من الحمل في النعاج، لا سيما التي تحمل أجنة متعددة. وهو مرض قد يكون مميتًا ناجمًا عن نقص حاد في الطاقة (Barbagianni *et al.,* 2015; Brozos *et al.,* 2011). يتجلى هذا الاضطراب عادة خلال الأسابيع الثلاثة الأخيرة من الحمل، عندما تعجز الاحتياطيات الطاقية للأم عن تلبية المتطلبات الطاقة المتسارعة للجنين (Mongini and Van Saun, 2023). حيث يؤدي عدم كفاية الطاقة المكتسبة إلى حدوث اختلال في توازن الطاقة، مُحفِّزًا عملية تحلل الدهون (Karaağaç and Falakacılar, 2023) ومؤديًا إلى الإفراط في إنتاج الأجسام الكيتونية، بما في ذلك بيتا–هيدروكسي بيوتيرات، وأسيتوأسيتات، والأسيتون (Harmeyer and Schlumbohm, 2006; Ruoff et al., 2017). ونتيجةً لذلك، تضعف الوظيفة الكبدية، ويتطور نقص سكر الدم، وقد تنشأ تأثيرات سامة ضمن الجهاز الدوري.

أشار Barbagianni وآخرون (2015) إلى زيادة معدلات الولادة المبكرة، وشذوذ وضعيات الجنين، والمواليد الميتة، والتهاب الرحم في النعاج المصابة بتسمم الحمل.

مع تقدم حمل النعجة، تزداد الاحتياجات الطاقية لجسمها. في نفس الوقت، تتقلص سعة كرشها حيث أن الحملان المتنامية في الرحم تشغل مساحة متزايدة داخل الجسم، تاركة مساحة أقل للكرش (Bickhardt *et al.,*1989). يمكن أن يؤدي هذا المزيج إلى عدم حصول النعجة على طاقة كافية من خلال نظامها الغذائي. نتيجة لذلك، ستلجأ إلى تكسير أنسجة جسمها الخاصة، عادةً الدهون، لتوفير الطاقة لحملانها المتنامية، مما يطلق الكيتونات (نتيجة ثانوية سامة لتحلل الدهون) في مجرى دمها. عندما يحدث هذا بسرعة كبيرة، لا يستطيع جسم النعجة إزالة سمية الكيتونات بالسرعة الكافية، مما يؤدي إلى الحالة الكيتونية أو تسمم الحمل. يمكن أن تحدث الحالة الكيتونية أيضًا عندما تكون النعجة بدينة جدًا، حيث إن الدهون تشغل أيضًا حيزًا داخل جسم الخروف، مما يقلل من المساحة المتاحة للكرش لاحتواء العلف. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للظروف التي تعطل تناول العلف، مثل النقل أو الأمراض الأخرى، أن تحفز هذا المرض الاستقلابي (Freetly and Ferrell, 1998).

تميل النعاج المصابة إلى ضعف التحكم العضلي والتوازن. ومن الأعراض الكلاسيكية النفس ذو الرائحة الحلوة (الكيتوني). قد تطحن الأغنام أسنانها أيضًا. مع تقدم المرض، تتعرض الأجهزة العصبية للخطر إلى نقص الجلوكوز. ومن ثم، ينتج اعتلال الدماغ عن كبت استقلاب الجلوكوز في الدماغ (Andrews, 1997). يتم ملاحظة العمى، ورفع الرأس نحو النجوم (التحديق)، والرعش، والمشي بدون هدف، وعدم التناسق الحركي، وفي النهاية تدخل النعاج في حالة غيبوبة وتعجز عن النهوض. وعادة ما يتبع الموت خلال بضعة أيام (Sargison, 2007) .

يعد تحديد تركيزات الجلوكوز في الدم وحمض بيتا هيدروكسي بيوتيريك (BHBA) مهمًا جدًا للتشخيص المبكر (Lacetera *et al.,*2001). إذا تم تشخيص تسمم الحمل في المراحل المبكرة، يمكن أن يكون العلاج الطبي (Sargison, 2007). لكن علاج تسمم الحمل المتقدم عادة ما يكون غير ناجح (Marteniuk and Herdt , 1988).

الهدف من هذه الدراسة:

1) دراسة نسبة انتشار حالات التسمم الحملي في الأغنام في محافظة حمص
2) تأثير التسمم الحملي على بعض المؤشرات الكيمياحيوية في مصل الدم (AST, ALT, GGT, Glucose).

المواد وطرق العمل:

شملت هذه الدراسة 150 نعجة، تراوحت أعمارها ما بين 2–4 سنوات. وقد أُجريت هذه الدراسة خلال فصل الخريف والشتاء في الفترة الممتدة ما بين 2023/11/1 إلى 2024/3/18 وقد تم إجراء الدراسة على قطعان أغنام مختلفة تقع في محافظة حمص. تم تأكيد الحمل باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية. ثم تم تحديد فترات الحمل بناءً على تواريخ إدخال الكباش واختبرت الأغنام في الشهر الأخير من الحمل.

بعد تشخيص الحمل، تم أخذ عينة دم بمقدار 5 مل من الوريد الوداجي باستخدام محاقن طبية عقيمة في فترة الصباح وقبل تناول الحيوان للعليقة، ووضعت عينات الدم في أنابيب معقمة غير حاوية على مانع تخثر، و ثم وضعت ضمن حافظة تحتوي على ثلج لنقلها الى المخبر، حيث ثفلت العينات بسرعة /3000/ دورة في الدقيقة في المثفلة لمدة 5–10 دقائق بغية الحصول على مصل دم نقي، ثم تم وضعه في أنابيب اختبار / Eppendrof / وحفظت في الثلاجة عند درجة 20 درجة مئوية تحت الصفر لحين اجراء الاختبارات البيوكيميائية المطلوبة (Coles, 1989).

تم إجراء قياس تركيز حمض البيتا هيدروكسي زبداوات (βHBA) في مصل الدم باستخدام جهاز المطياف الضوئي (spectrophotometer) و حسب تعليمات الشركة المصنعة باستخدام كيت جاهز من شركة (Randox LRD). وقد تم تصنيف النعاج التي كانت مستويات البيتا–هيدروكسي بيوتيرات في مصولها أقل من 0.8 مليمول/لتر على أنها سليمة وتم معاملتها على أنها مجموعة شاهد، بينما صنفت تلك التي كانت مستويات البيتا–هيدروكسي بيوتيرات في مصولها بين 0.8 و 1.6 مليمول/لتر على أنها مصابة بتسمم الحمل تحت السريري (Turgut, 2025; Xue et al., 2019).

كما تم قياس كل من AST, ALT, GGT باستخدام جهاز المطياف الضوئي وذلك باستخدام عتيدة تحليل جاهزة (Kit) المُصنعة من قبل شركة (BioSystem) واتباع تعليمات الشركة المصنعة.

التحليل الإحصائي:

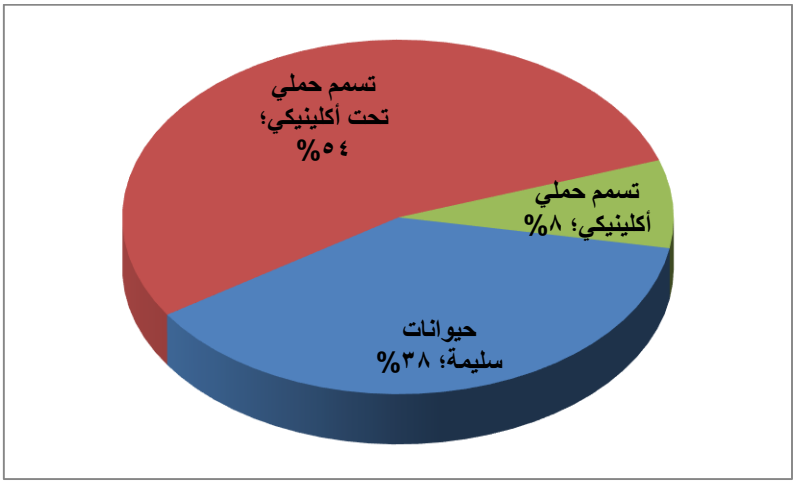
تم استخدام برنامج Minitab للتحليل الإحصائي للبيانات وحساب الفروق المعنوية ما بين المجموعات عند مستوى $p\leq0.05$.

النتائج:

تظهر النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) والمخطط رقم (1) نسبة انتشار التسمم الحملي عند الأغنام بالأعتماد على تركيز βHB في مصل الدم، حيث بلغت نسبة انتشار التسمم الحملي تحت الإكلينيكي 54%، كما بلغت نسبة انتشار التسمم الحملي الإكلينيكي 8%، في حين بلغت نسبة الحيوانات التي كان فيها تركيز الـHB β أقل من 0.8 ميليمول/ ليتر 38% والتي اعتبرت مجموعة شاهد للمقارنة، كما يوضح الجدول رقم (1) نتائج اختبار قياس تركيز βHB إذ بلغ 0.71، 1.32، 2.44 ميليمول/ ليتر في كل من الحيوانات السليمة والمصابة بالتسمم الحملي دون الإكلينيكي والمصابة بالتسمم الحملي الإكلينيكي على التوالي.

الجدول رقم (1): يبين نسبة انتشار التسمم الحملي الإكلينيكي وتحت الإكلينيكي عند الأغنام في محافظة حمص

	نقاط القطع	βHB±SD mmol/l	عدد الحالات	النسبة المئوية
سليم	BHB <0.8	0.71±0.32	57/150	%38
تسمم حملي تحت إكلينيكي	0.8< BHB >1.6	1.32±0.21	81/150	%54
تسمم حملي إكلينيكي	BHB > 1.6	2.44±0.48	12/150	%8



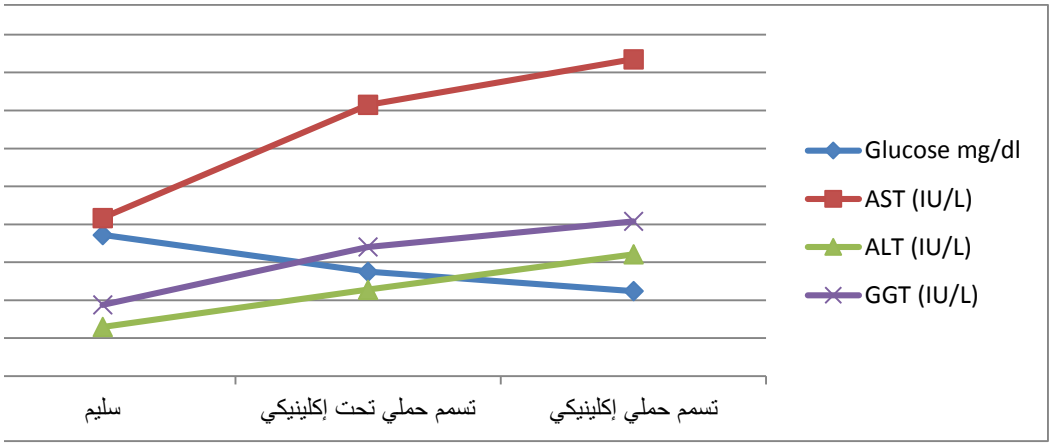
المخطط رقم (1): يبين نسبة انتشار التسمم الحملي الإكلينيكي وتحت الإكلينيكي عند الأغنام في محافظة حمص

كما أظهرت نتائج الاختبارات الكيمياحيوية في الحيوانات المصـــابة وجود فروق معنوية عند مســـتوى $p\leq0.05$ ما بين الحيوانات المصابة بالتسمم الحملي ومجموعة الحيوانات غير المصابة (الشاهد)، إذ تبين انخفاض في تركيز غلوكوز الدم في حين بينت النتائج ارتفاع في مستوى تركيز كل من AST و ALT و GGT في كل من الأغنام المصـابة بالتسـمم الحملي الإكلينيكي وتحت الإكلينيكي مقارنة مع مجموعة الشاهد، جدول رقم(2)، مخطط رقم (2)

الجدول رقم (2): يبين معدل بعض المؤشرات الدموية الكيمياحيوية عند حيوانات الدراسة

	Glucose mg/dl	AST (IU/L)	ALT (IU/L)	GGT (IU/L)
سليم	$74.4^{a} \pm 3.16$	$83.4^{a} \pm 5.23$	$25.9^{a} \pm 1.74$	$37.6^{a} \pm 3.54$
تسمم حملي تحت إكلينيكي	$55^{b} \pm 5.26$	$143^{b} \pm 6.32$	$45.6^{b} \pm 3.13$	$68.1^{b} \pm 5.11$
تسمم حملي إكلينيكي	$44.8^{c} \pm 3.64$	$167^{c} \pm 8.38$	$64.2^{c} \pm 9.16$	$81.6^{c} \pm 7.27$

تشير الأحرف a,b,c, المختلفة إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ($p\leq0.05$) في العمود الواحد



المخطط رقم (2): يبين معدل بعض المؤشرات الدموية الكيمياحيوية عند حيوانات الدراسة

المناقشة:

يعتبر التسمم الحملي، المعروف أيضًا باسم كيتوزس الأغنام الحوامل أو مرض التوائم، اضطرابًا استقلابيًا حادًا يصيب الأغنام في المراحل المتأخرة من الحمل. ينتج هذا المرض بشكل أساسي عن عدم قدرة الجسم على تلبية متطلبات الطاقة العالية للحمل المتعدد في ظل نقص المدخلات من الطاقة الغذائية. تؤدي هذه الحالة إلى سلسلة من الاضطرابات الأيضية والكبدية التي تنعكس بوضوح على معايير مصل الدم. وقد أظهرت هذه الدراسة انخفاضا في تركيز سكر الدم في كل من الحيوانات المصابة بالتسمم الحملي الإكلينيكي والتسمم الحملي تحت الإكلينيكي وبمقارنة نتائج هذه الدراسة نجدها متوافقة مع ما وجده (Mustafa et al.,2023) حيث أخبر عن انخفاض مستوى الغلوكوز في مصل دم النعاج المصابة بالتسمم الحملي التحت إكلينيكي إلى 34.2 mg/dl مقارنة بمجموعة الشاهد التي بلغت 68.94 mg/dl كما أنه أبلغ عن ارتفاع في مستوى نشاط أنزيمات الكبد إذ بلغ 152 U/L و 48.4 U/L و 45.7 U/L في الأغنام المصابة بالتسمم الحملي مقارنة بـ 87.6 U/L و 22.7 U/L و 32.6 U/L في مجموعة الشاهد لكل من AST و ALT و GGT كما أنها متوافقة مع ما وجده (EL-din and AL-sangery, 2005) إذ بلغ تركيز الغلوكوز ومستوى نشاط ALT

في التســـمم الحملي الإكلينيكي 24 mg/dl و 40U/L وفي التســـمم الحملي تحت الإكلينيكي بلغ 33mg/dl و 33 U/L مقارنة بمجموعة الشـــاهد التي بلغ فيها تركيز الغلوكوز 48 mg/dl و 25 U/L لكل من الغلوكوز و ALT على التوالي ، كما أنها متوافقة مع (Ramin et al., 2012) في دراسـتهم إذ بلغ مسـتوى الغلوكوز و مسـتوى نشـاط AST و مسـتوى نشـاط ALT على التوالي في الأغنام المصـابة بالتسـمم الحملي 35.3 mg/dl و 212.8 U/L و 26.2 U/L مقارنة بالأغنام الغير مصـابة التي بلغ 61.4 mg/dl و 133.6 U/L و 20.4 U/L لكل من الغلوكوز و مسـتوى نشاط AST و مستوى نشاط ALT على التوالي.

يبرز التسـمم الحملي بشـكل أسـاسـي في ارتفاع الأجسـام الكيتونية (الأسـيتون، أسـيتوأسـيتات، وبيتا-هيدروكسـي بيوتيرات) حيث تكمن في تحول مسار التمثيل الغذائي نحو تكسير الدهون بشكل مكثف. نظرًا لانخفاض مسـتويات الجلوكوز في الدم (نقص سـكر الدم) وعدم كفاية المدخول من الكربوهيدرات القابلة للتخمر في الكرش، يضـطر الجسـم إلى تعويض النقص في الطاقة، حيث يبدأ الكبد في عملية تكوين الجلوكوز (Gluconeogenesis) (Benedet *et al.,*2020) ولكن نظرًا لشـح المواد الأولية (مثل البروبيونات)، يلجأ الجسـم إلى تعبئة الأحماض الدهنية غير المشـبعة من الأنسـجة الدهنية، إذ يتم نقل هذه الأحماض الدهنية إلى الكبد، حيث تخضـع لعملية أكسـدة بيتا (Beta-oxidation) في الحالة الطبيعية، تدخل نواتج الأكسدة (أسيتيل Co-A) في دورة كريبس لإنتاج الطاقة. لكن و بسبب الحمل الزائد للكبد بالأسـيتيل Co-A وتثبيط إنزيمات دورة كريبس بفعل نقص الأوكسـالات يتم تحويل المســـار نحو تكوين الأجســـام الكيتونية في عملية تســـمى Ketogenesis (Rook, 2000). Sargison, 2007; يؤدي الإنتـاج المفرط للكيتونـات، الـذي يفوق قـدرة الأنســـجـة الطرفيـة على اسـتخدامها، إلى تراكمها في الدم، مسـببًا حالة الحماض الاسـتقلابي الكيتوني، والتي تعد سـمة مميزة للتسمم الحملي (Mavrogianni and Brozos, 2021).

الأستنتاجات:

1) ارتفاع نسبة الإصابة بالتسمم الحملي عند الأغنام في المراحل الأخيرة من الحمل.

2) انخفاض في مستوى تركيز الغلوكوز في مصل دم الأغنام المصابة بالتسمم الحملي.
3) ارتفاع في مستوى نشاط أنزيمات الكبد دليل على الأذية الكبدية.

التوصيات:

1) دراسة عوامل الخطورة المرافقة للتسمم الحملي عند الأغنام
2) الاهتمام بالتغذية المتوازنة خلال فترة الحمل .

المراجع:

1) Andrews, A.(1997). Pregnancy toxemia in the ewe and doe. *Farm Animal Practice,* 19:306-312. .
2) Barbagianni, M., et al. (2015). Increased incidence of peri-parturient problems in ewes with pregnancy toxaemia. Small Ruminant Research, 132, 111-114.
3) Benedet, A., Comin, A., Peric, T., Prandi, A., Dickson, A., & Leblou, A. (2020). Association between plasma metabolites and metabolic disorders in dairy ewes during the peri-parturient period. *Journal of Animal Science, 98*(11): 2644-2657.
4) Bickhardt, K, Grocholl, G and Konig G. 1989. Glucose metabolism in different reproductive stages of sheep and with ketosis using the intravenous glucose tolerance test. *Zentralbl Veterinary Medicine* A, 36:514-529.
5) Coles, E.H.(1989).Veterinary Clinical pathology 4th. edition. Saunders company, Philadelphia.

6) El-Din, I. M. G., & El-Sangery, F. H. (2005). Clinico-biochemical studies on pregnancy toxaemia in sheep in Sharkia Governorate. *Assiut Veterinary Medical Journal, 51*(105), 142-151.

7) Freetly, H and Ferrell, C. 1998. Net flux of glucose, lactate, volatile fatty acids, and nitrogen metabolites across the portal drained viscera and liver of pregnant ewes. *Journal of Animal Science,* 76:3133-3145.

8) Harmeyer, J., & Schlumbohm, C. (2006). Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: implications for onset of pregnancy toxaemia. Research in veterinary Science, 81(2), 254-264.

9) Karaağaç, R. M., & Falakacılar, Ç. P. (2023). Kısıtlı Enerji Alımının Metabolik Etkileri. Sağlık ve Spor Bilimleri Dergisi, 6(3), 73-78.

10) Lacetera, N, Bernabucci, U, Ronchi, B and Nardone, A.(2001). Effects of subclinical pregnancy toxemia on immune responses in sheep. *Am. J. Vet. Res.;* 62:1020-1024.

11) Marteniuk, J and Herdt, T. (1988). Pregnancy toxemia and ketosis of ewes and does. *The Veterinary Clinics of North America (Food Animal Practice)*, 4:307-315.

12) Mavrogianni, V. S., & Brozos, C. (2021). Metabolic diseases of sheep and goats: A systematic review. *Veterinary Sciences, 8*(7), 126.

13) Mongini, A., & Van Saun, R. J. (2023). Pregnancy Toxemia in Sheep and Goats. Vet Clin North Am Food Anim Pract, 39(2), 275-291.

14) Mustafa, K. M., Saed, O. S., & Ismaeel, M. A. (2023). Clinical and biochemical study of pregnancy toxemia in Iraqi ewes. *Archives of Razi Institute, 78*(3), 1131-1139.

15) Radostits, M, Gay C, Blood, C and Kenneth, W.(2006). Veterinary Medicine A Text Book of The Disease of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats. 10th ed, Baillire Tindall publisher, London, Pp: 1668-1671.

16) Ramin, A. G., Asri, S., & Majdani, R. (2012). Correlations among serum levels of glucose, beta-hydroxybutyrate and urea in ewes with pregnancy toxemia. *Veterinary Research Forum*, 3(2), 133-137.

17) Rook, J. S. (2000). Pregnancy toxemia of ewes, does, and beef cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *16*(2), 293-317.

18) Ruoff, J., et al. (2017). Associations between blood glucose concentration, onset of hyperketonemia, and milk production in early lactation dairy cows. journal of Dairy Science, 100(7), 5462-5467.

19) Sargison, N. D. (2007). Pregnancy toxaemia. In *Sheep Flock Health: A Planned Approach* pp. 211-219.

20) Turgut, A. O. (2025). The Negative Effects of Subclinical Pregnancy Toxaemia on Fetal Skeletal Muscle Development and Evaluation of the Protective Effects of Dietary l-Carnitine Supplementation in Sheep. Reproduction in Domestic Animals, 60(6), e70088.

21) Xue, Y. F., et al. (2019). Molecular mechanisms of lipid metabolism disorder in livers of ewes with pregnancy toxemia. Animal, 13(5), 992-999.