Journal of Libyan Academy Bani Walid 2026
مجلة الأكاديمية الليبية بني وليد
e-ISSN: 3104-3860
Volume 2, Issue 3, 2026, Pages: 20-35
Website: https://journals.labjournal.ly/index.php/Jlabw/index

Effect of Heat Stress on Body Temperature Indices, Respiratory Rate, and Heart Rate in Indigenous Libyan Sheep

Asma Taher Ibrahim Ashreaf [1*], Mohamed Asori Ahamed Aljrmi [2], Almabrouk Aboubakr Almaeloul [3]
[1,2] Department of Biology, Faculty of Education, University of Zawiya, Libya
[3] Department of Zoology, Faculty of Science, Raqdalin, Sabratha University, Libya
*Email: a.ashreaf@zu.edu.ly

تأثير الاجهاد الحراري على مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب للأغنام المحلية الليبية

أسماء الطاهر الشريف [1*] محمد السوري الجرمي [2], المبروك أبوبكر المعلول [3]
[2،1] قسم الاحياء، كلية التربية الزاوية ، جامعة الزاوية، ليبيا
[3] قسم علم الحيوان ، كلية العلوم رقدالين ، جامعة صبراتة، ليبيا

Received: 18-02-2026	**Accepted:** 28-04-2026	**Published**: 08-05-2026
Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of heat stress on temperature, respiration, and heart rate indicators in local Libyan sheep during the summer season. The study was conducted in Al-Zawiya, Libya, during July and August 2025, and included twenty-five local sheep distributed across five farms, with five animals from each farm. Data were collected over eighteen measurement days, twice daily: in the morning at 08:00 and at noon at 14:00, resulting in a total of 900 measurement records. The recorded variables included ambient temperature, relative humidity, temperature-humidity index, animal temperature, respiratory rate, and heart rate.

The results showed a clear increase in heat load during the noon period compared with the morning period. Mean ambient temperature increased from 26.38 ± 0.14 °C in the morning to 34.81 ± 0.24 °C at noon, while the temperature-humidity index increased from 75.59 ± 0.13 to 82.30 ± 0.15. This increase was associated with significant changes in animal indicators. Animal temperature increased from 38.88 ± 0.01 °C in the morning to 39.65 ± 0.01 °C at noon, respiratory rate increased from 30.27 ± 0.15 to 60.00 ± 0.38 breaths/min, and heart rate increased from 78.35 ± 0.16 to 98.20 ± 0.29 beats/min. All differences were statistically

significant at P < 0.001. The results also showed strong positive relationships between the temperature-humidity index and animal temperature, respiratory rate, and heart rate.
The study concluded that heat stress caused clear changes in the measured indicators of local Libyan sheep. Respiratory rate was the most responsive indicator, followed by heart rate and then animal temperature. These findings highlight the importance of improving housing conditions and providing shade, water, and adequate ventilation during periods of high temperature.

Keywords: heat stress, local Libyan sheep, temperature, respiratory rate, heart rate, temperature-humidity index.

الملخص

استهدفت هذه الدراسة تقييم تأثير الإجهاد الحراري في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية خلال فصل الصيف. تم إجراء الدراسة في مدينة الزاوية – ليبيا خلال شهري يوليو وأغسطس 2025، وشملت خمسة وعشرين حيوانًا من الأغنام المحلية موزعة على خمس مزارع، بواقع خمسة حيوانات من كل مزرعة. تم جمع البيانات خلال ثمانية عشر يوم قياس، وبواقع فترتين يوميًا؛ الفترة الصباحية عند الساعة 08:00، وفترة الظهيرة عند الساعة 14:00، ليبلغ عدد سجلات القياس الكلية 900 سجل. شملت القياسات درجة حرارة الجو، والرطوبة النسبية، ومؤشر الحرارة والرطوبة، إضافة إلى درجة حرارة الحيوان، ومعدل التنفس، وضربات القلب.
أظهرت النتائج ارتفاعًا واضحًا في العبء الحراري خلال فترة الظهيرة مقارنة بالفترة الصباحية، حيث ارتفع متوسط درجة حرارة الجو من 26.38 ± 0.14 °C صباحًا إلى 34.81 ± 0.24 °C ظهرًا، كما ارتفع مؤشر الحرارة والرطوبة من 75.59 ± 0.13 إلى 82.30 ± 0.15. وتزامن ذلك مع زيادة معنوية في مؤشرات الحيوانات، إذ ارتفعت درجة الحرارة من 38.88 ± 0.01 °C صباحًا إلى 39.65 ± 0.01 °Cظهرًا، وارتفع معدل التنفس من 30.27 ± 0.15 إلى 60.00 ± 0.38 نفس/دقيقة، كما ارتفعت ضربات القلب من 78.35 ± 0.16 إلى 98.20 ± 0.29 نبضة/دقيقة، وكانت جميع الفروق معنوية عند مستوى P < 0.001. كما أظهرت النتائج وجود علاقة موجبة قوية بين مؤشر الحرارة والرطوبة وكل من درجة الحرارة، ومعدل التنفس، وضربات القلب.
خلصت الدراسة إلى أن الإجهاد الحراري أدى إلى تغيرات واضحة في مؤشرات الأغنام المحلية الليبية، وكان معدل التنفس أكثر المؤشرات استجابة، يليه معدل ضربات القلب، ثم درجة الحرارة. وتؤكد النتائج أهمية تحسين ظروف الإيواء وتوفير الظل والماء والتهوية خلال فترات الحرارة المرتفعة.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الحراري، الأغنام المحلية الليبية، درجة الحرارة، معدل التنفس، ضربات القلب، مؤشر الحرارة والرطوبة.

المقدمة:

يُعدّ الإجهاد الحراري من أهم العوامل البيئية التي تؤثر في كفاءة تربية الأغنام، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتميز بارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف. ويحدث الإجهاد الحراري عندما تتجاوز الظروف المحيطة قدرة الحيوان على التخلص من الحرارة الزائدة والمحافظة على اتزانه الحراري، مما يدفعه إلى تنشيط عدد من آليات التكيف الظاهرية والداخلية. وتزداد أهمية هذه المشكلة في الأغنام المحلية الليبية نتيجة تعرضها لفترات طويلة من الحرارة المرتفعة، خصوصًا خلال أشهر الصيف، حيث قد تتأثر راحة الحيوان ونشاطه وقدرته الإنتاجية تبعًا لشدة الإجهاد ومدته.

تُعد مؤشرات درجة الحرارة، ومعدل التنفس، وضربات القلب من المؤشرات المباشرة والمهمة في تقييم استجابة الأغنام للظروف الحرارية المحيطة. فعند ارتفاع درجة حرارة الجو، يحاول الحيوان التخلص من الحرارة الزائدة من خلال زيادة معدل التنفس، إذ يساعد التنفس السريع على فقدان جزء من الحرارة عن طريق التبخر. كما قد تتغير ضربات القلب نتيجة زيادة الجهد المبذول في نقل الدم وتوزيع الحرارة داخل الجسم. وقد أشار Silanikove (2000) إلى أن ارتفاع درجة الحرارة، مع الإشعاع الشمسي والرطوبة، يُمثل عامل ضغط واضحًا على المجترات، وقد يؤدي إلى اضطراب قدرة الحيوان على المحافظة على اتزانه الحراري .

وتُظهر الأغنام استجابات متفاوتة للإجهاد الحراري تبعًا للسلالة، والعمر، والحالة الجسمية، ونظام التربية، ومدى توفر الظل والماء. وقد أوضح Marai et al. (2007) أن تعرض الأغنام للحرارة المرتفعة يؤثر سلبًا في وظائفها الحيوية وينعكس على أدائها العام، مما يجعل دراسة هذه المؤشرات ضرورية لفهم قدرة الأغنام على تحمل الظروف المناخية الصعبة .وبناءً على ذلك، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الإجهاد الحراري في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية، بما يسهم في توفير معلومات علمية يمكن الاستفادة منها في تحسين إدارة القطعان خلال فترات الحرارة المرتفعة.

مشكلة الدراسة

تتعرض الأغنام المحلية الليبية خلال فصل الصيف لظروف بيئية قاسية تتمثل في ارتفاع درجات الحرارة، وما قد يصاحبها من زيادة في العبء الحراري الواقع على الحيوان. وعلى الرغم من قدرة السلالات المحلية غالبًا على التكيف مع البيئة التي تعيش فيها، فإن استمرار التعرض للإجهاد الحراري قد يؤدي إلى تغيرات واضحة في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب، وهي مؤشرات تعكس مدى استجابة الحيوان للظروف المناخية المحيطة.

وتبرز المشكلة في أن المعلومات المحلية المتاحة حول استجابة الأغنام الليبية للإجهاد الحراري ما تزال محدودة، خاصة في ظل اختلاف نظم التربية، وشدة الحرارة، وفترات التعرض لها. كما أن الاعتماد على الملاحظة العامة دون قياسات منتظمة قد لا يكون كافيًا لتقدير حجم التأثير الحقيقي للإجهاد الحراري في هذه المؤشرات الحيوية المهمة.

ومن هنا تتمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى تقييم علمي دقيق لمدى تأثير الإجهاد الحراري في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية، وذلك بما يساعد على فهم استجابتها للحرارة المرتفعة وتحسين طرق رعايتها خلال فترات الصيف.

وعليه، تسعى الدراسة إلى الإجابة عن التساؤل الآتي:

ما تأثير الإجهاد الحراري في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية؟

أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الإجهاد الحراري في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية خلال فترة التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة.

الأهداف الفرعية

1. قياس التغيرات في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية تحت ظروف الإجهاد الحراري .
2. تحديد العلاقة بين الظروف الحرارية المحيطة واستجابة الأغنام من خلال تتبع تغير مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب .

3. تقدير مدى تأثر الأغنام المحلية الليبية بالإجهاد الحراري اعتمادًا على المؤشرات المقاسة، بما يساعد في فهم قدرتها على التكيف مع حرارة فصل الصيف.

فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية

يؤثر الإجهاد الحراري في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية تأثيرًا واضحًا.

الفرضيات الفرعية

1. توجد فروق في مؤشرات درجة الحرارة لدى الأغنام المحلية الليبية تبعًا لاختلاف مستوى الإجهاد الحراري.
2. يزداد معدل التنفس لدى الأغنام المحلية الليبية مع ارتفاع شدة الإجهاد الحراري.
3. تتغير ضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية تبعًا للتغير في مستوى الإجهاد الحراري.

أهمية الدراسة

تنبع أهمية هذه الدراسة من تناولها أحد العوامل البيئية المؤثرة في تربية الأغنام المحلية الليبية، وهو الإجهاد الحراري، الذي تزداد آثاره وضوحًا خلال فصل الصيف في المناطق ذات الحرارة المرتفعة. وتكتسب الدراسة أهميتها من جانبين رئيسيين: علمي وعملي.

- **الأهمية العلمية**

تسهم هذه الدراسة في إثراء المعرفة العلمية حول استجابة الأغنام المحلية الليبية لظروف الإجهاد الحراري، من خلال قياس مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب بوصفها مؤشرات مباشرة للتأثر بالحرارة. كما توفر الدراسة بيانات محلية يمكن أن تساعد في فهم مدى قدرة الأغنام الليبية على التكيف مع الظروف المناخية الحارة، وتدعم المقارنات العلمية مع نتائج الدراسات التي أجريت على سلالات أخرى أو في بيئات مختلفة. كذلك يمكن أن تشكل نتائجها أساسًا لدراسات لاحقة تتناول تأثير الإجهاد الحراري في مؤشرات أخرى مرتبطة بالأداء الإنتاجي أو الصحي.

- **الأهمية العملية**

تكمن الأهمية العملية للدراسة في إمكانية الاستفادة من نتائجها في تحسين إدارة قطعان الأغنام خلال فترات الحرارة المرتفعة، من خلال توجيه المربين إلى أهمية مراقبة مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب بوصفها علامات مبكرة للتأثر بالإجهاد الحراري. كما يمكن أن تساعد النتائج في دعم اتخاذ قرارات عملية تتعلق بتوفير الظل، وتحسين التهوية، وتنظيم مواعيد الرعي أو التعامل مع الحيوانات، وضمان توفر مياه الشرب، بما يقلل من الأثر السلبي للحرارة ويحافظ على راحة الأغنام وسلامتها.

الدراسات السابقة

تناولت عدة دراسات أثر الإجهاد الحراري في الأغنام من خلال متابعة التغيرات التي تحدث في درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، وضربات القلب، مع ربط هذه المؤشرات بالظروف البيئية المحيطة، ولا سيما درجة الحرارة والرطوبة. ففي دراسة أجراها **Saleh et al. (2006)** تحت ظروف بيئة الواحات المصرية، تم تقييم العلاقة بين مؤشر الحرارة والرطوبة وعدد من المؤشرات الصحية في الأغنام. وأظهرت الدراسة أن ارتفاع العبء الحراري البيئي ارتبط بزيادة واضحة في معدلات التنفس وضربات القلب ودرجة حرارة الجسم، مما يؤكد أن الأغنام تعتمد على هذه الاستجابات كوسائل مباشرة للمحافظة على الاتزان الحراري. وتُعد هذه الدراسة ذات صلة بالدراسة الحالية لكونها أجريت في بيئة حارة قريبة نسبياً من ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة في شمال إفريقيا.

وفي دراسة حديثة على أغنام **Madgyal**، قام **Jumnake et al. (2024)** بتقييم أثر التعرض المباشر لأشعة الشمس لمدة صفر، وأربع، وثماني ساعات يومياً خلال الرعي، وتمت متابعة الحيوانات في أيام مختلفة من التجربة. أظهرت النتائج أن درجة حرارة الجسم لم تختلف معنوياً بين المجموعات أو بين أيام القياس، في حين سجل كل من معدل التنفس ومعدل النبض وضربات القلب ارتفاعاً معنوياً مع زيادة مدة التعرض للحرارة. وتبرز أهمية هذه الدراسة في أنها توضح أن معدل التنفس وضربات القلب قد يكونان أكثر حساسية من درجة حرارة الجسم في الكشف المبكر عن تأثير الإجهاد الحراري في الأغنام .

كما درس **Jahnavi et al. (2025)** تأثير نظام الإيواء في حملان **Nellore brown** خلال فصل الصيف، حيث تمت مقارنة نظام الإيواء التقليدي بنظام الإيواء المرتفع. أوضحت النتائج أن الحملان الموجودة في الإيواء التقليدي سجلت قيماً أعلى في درجة حرارة الجسم ومعدل التنفس ومعدل النبض، كما ارتفع لديها تركيز الكورتيزول مقارنة بالحملان الموجودة في الإيواء المرتفع. كما بينت الدراسة أن جميع المؤشرات ارتفعت من الصباح إلى المساء مع زيادة مؤشر الحرارة والرطوبة، مما يدل على أن تصميم الحظائر ونوع الأرضية قد يسهمان في تخفيف أو زيادة شدة الإجهاد الحراري .

وفي السياق نفسه، قام **Kumar et al. (2025)** بدراسة استجابات أغنام **Munjal** للتغيرات في مؤشر الحرارة والرطوبة في مناخ شبه مداري. تم جمع البيانات من 29 أنثى على فترات منتظمة لمدة عام كامل، صباحاً ومساءً، وشملت القياسات درجة حرارة الجسم، معدل التنفس، ومعدل النبض. أظهرت النتائج أن القيم المسائية لهذه المؤشرات كانت أعلى من القيم الصباحية، كما وجدت ارتباطات موجبة ومعنوية بين مؤشر الحرارة والرطوبة وهذه المؤشرات، خصوصاً لدى الحملان الصغيرة والبالغة. وتؤكد هذه النتائج أن توقيت القياس خلال اليوم عامل مهم عند دراسة الإجهاد الحراري، وأن ارتفاع المؤشرات في ساعات ما بعد الظهر يعكس زيادة العبء الحراري على الحيوان.

أما دراسة **Yagoubi et al. (2025)** فقد تناولت استجابات إناث حملان **Barbarine** للتحدي الغذائي تحت ظروف حارة تراوحت بين 30 و50 درجة مئوية. قارنت الدراسة بين مجموعات تغذية مرتفعة ومنخفضة خلال مرحلة التقييد الغذائي، ثم مرحلة إعادة التغذية. أظهرت النتائج أن معدل التنفس وضربات القلب كانا أعلى في مجموعة التغذية المرتفعة أثناء التعرض للحرارة، في حين بقيت درجة حرارة الجسم مستقرة نسبياً. كما أوضحت الدراسة أن الجمع بين الحرارة ونقص التغذية أثر في النمو وقد يمتد أثره إلى الكفاءة التناسلية لاحقاً. وتفيد هذه الدراسة في توضيح أن استجابة الأغنام للإجهاد الحراري لا تعتمد على الحرارة وحدها، بل تتأثر أيضاً بالحالة الغذائية ومستوى الطاقة المتاح للحيوان.

وفي دراسة غذائية تطبيقية، قيّم **Nurlatifah et al. (2025)** أثر إضافة زيت سمك الليمورو، وفيتامين E، والسيلينيوم في حملان **Garut** المعرضة لظروف إجهاد حراري شديد إلى بالغ الشدة. تم توزيع أربعين حملاً ذكراً على خمس معاملات غذائية لمدة 60 يوماً. أظهرت النتائج أن الإضافات الغذائية، ولا سيما الجمع بين زيت السمك وفيتامين E والسيلينيوم، أسهمت في خفض درجة حرارة الجسم وضربات القلب والكورتيزول، وتحسين مؤشرات مضادات الأكسدة مثل ارتفاع نشاط SOD وانخفاض MDA. وتدعم هذه الدراسة فكرة أن التدخلات الغذائية قد تساعد في رفع قدرة الأغنام على تحمل الحرارة، مع أن بعض مؤشرات النمو لم تتغير معنوياً .

كما تناول **Wang et al. (2025)** استجابة أغنام التبت للإجهاد الحراري من منظور أكثر عمقاً، حيث تم ربط المؤشرات الظاهرية مثل درجة حرارة الجسم، معدل التنفس، وضربات القلب بتغيرات أيضية ومؤشرات مضادات الأكسدة. أوضحت النتائج أن أغنام التبت بدت أكثر حساسية للإجهاد الحراري مقارنة ببعض السلالات الأكثر تحملاً، كما ارتبطت بعض المركبات الأيضية، مثل حمض الأراكيدونيك، إيجابياً بضربات القلب ومعدل التنفس ودرجة حرارة الجسم، وسلبياً ببعض مؤشرات الدفاع المضاد للأكسدة. وتوفر هذه الدراسة دعماً لفكرة أن المؤشرات الظاهرية البسيطة يمكن أن تعكس تغيرات داخلية أعمق مرتبطة بقدرة الحيوان على تحمل الحرارة .

ومن خلال الدراسات السابقة يتضح أن الإجهاد الحراري يؤدي غالباً إلى ارتفاع معدل التنفس وضربات القلب، بينما قد تبقى درجة حرارة الجسم أقل تغيراً في بعض الحالات نتيجة قدرة الحيوان على تنظيم حرارته ضمن حدود معينة. كما يتضح أن شدة الاستجابة تختلف باختلاف السلالة، عمر الحيوان، نظام الإيواء، مستوى التغذية، توقيت القياس، وشدة الظروف البيئية. وعلى الرغم من تعدد الدراسات الدولية حول هذا الموضوع، ما زالت البيانات المتاحة عن الأغنام المحلية الليبية محدودة، خصوصاً فيما يتعلق بوصف استجابتها المباشرة خلال أشهر الصيف الحارة. ومن هنا تبرز أهمية الدراسة الحالية في تقييم تأثير الإجهاد الحراري في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية، بما يسهم في توفير بيانات محلية يمكن الإفادة منها في تحسين إدارة القطعان تحت ظروف البيئة الليبية.

مواد وطرق البحث

1. منطقة وفترة الدراسة

تم إجراء هذه الدراسة في مدينة الزاوية – ليبيا، خلال شهري يوليو وأغسطس من عام 2025، وهي فترة تتزامن مع ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف، مما يجعلها مناسبة لدراسة تأثير الإجهاد الحراري في الأغنام المحلية. تم تنفيذ الدراسة في خمس مزارع لتربية الأغنام ضمن نطاق مدينة الزاوية ومحيطها، وتم ترميز هذه المزارع بالرموز F1 ، F2، F3، F4، و F5.

تم اختيار فترة الدراسة لتمثيل الظروف الحرارية المرتفعة التي تتعرض لها الأغنام في البيئة المحلية، ولا سيما خلال ساعات النهار التي ترتفع فيها درجة الحرارة مقارنة بالفترة الصباحية. وقد ساعد ذلك في تتبع التغيرات المرتبطة بالحرارة في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الحيوانات المدروسة.

2. تصميم الدراسة

تم اعتماد تصميم ميداني وصفي تحليلي قائم على القياسات المتكررة للحيوانات نفسها خلال فترة الدراسة. شملت الدراسة خمسة وعشرين حيوانًا من الأغنام المحلية الليبية، تم توزيعها على خمس مزارع، بواقع خمس حيوانات من كل مزرعة.

تم جمع البيانات خلال ثمانية عشر يوم قياس، موزعة على شهري يوليو وأغسطس، وبواقع يومين في الأسبوع. وفي كل يوم قياس، تم تسجيل قراءتين لكل حيوان؛ الأولى في الفترة الصباحية عند الساعة 08:00 صباحًا، والثانية في فترة الظهيرة عند الساعة 14:00 ظهرًا. وبناءً على ذلك، تم الحصول على 900 سجل قياس خام، ناتجة من:

25حيوانًا × 18 يومًا × فترتين يوميًا = 900 سجل قياس.

تم اعتماد هذا التصميم بهدف مقارنة استجابة الأغنام بين الفترة الصباحية وفترة الظهيرة، وربط التغيرات المسجلة في مؤشرات الحيوانات بالظروف الحرارية المحيطة ومستوى الإجهاد الحراري.

3. مزارع الدراسة وظروف التربية

تم تنفيذ الدراسة في خمس مزارع مختلفة لتربية الأغنام المحلية. وقد تضمنت المزارع أنماطًا متقاربة من التربية، مع وجود اختلافات في نوع الحظائر، ومستوى توفر الظل، ودرجة التهوية. تم تسجيل بيانات خاصة بكل مزرعة، شملت نظام التربية، نوع الحظيرة، حالة الظل، مستوى التهوية، نظام التغذية، وتوفر مياه الشرب.

تمت تربية الأغنام في نظم شبه مكثفة في معظم المزارع، مع الاعتماد على الرعي المحدود أو القصير إضافة إلى الأعلاف المتاحة مثل التبن، والشعير، والعلف المركز. كما تم تسجيل أن مياه الشرب كانت متوفرة للحيوانات أثناء فترة الدراسة. وتم توثيق هذه الظروف لأنها تمثل عوامل مساعدة في تفسير استجابة الحيوانات للحرارة، خاصة أن توفر الظل والماء والتهوية من العوامل المؤثرة في شدة الإجهاد الحراري.

4. حيوانات الدراسة

تم استخدام خمسة وعشرين حيوانًا من الأغنام المحلية الليبية في هذه الدراسة. تم توزيع الحيوانات على خمس مزارع، بواقع خمسة حيوانات من كل مزرعة. شملت العينة ذكورا وإناثا سليمة ظاهريا، وتم تسجيل بيانات كل حيوان بصورة مستقلة، بما في ذلك رمز الحيوان، رمز المزرعة، الجنس، العمر، الوزن، ودرجة الحالة الجسمية.

تراوحت أعمار الحيوانات بين 14 و36 شهرًا، وتراوحت أوزانها بين 32.9 و47.6 كجم. كما تراوحت درجة الحالة الجسمية بين 2.5 و3.5. بلغ عدد الإناث خمسة عشر حيوانًا، وتم تسجيل حالتها على أنها غير حامل وغير مرضعة، بينما بلغ عدد الذكور عشرة حيوانات.

تمت مراعاة السلامة الظاهرية للحيوانات عند إدراجها في الدراسة، وذلك للحد من تأثير العوامل المرضية أو الصحية غير المرتبطة بالإجهاد الحراري في المؤشرات المقاسة.

5. قياسات الظروف البيئية

تم تسجيل الظروف البيئية المصاحبة لكل عملية قياس، وشملت درجة حرارة الجو، والرطوبة النسبية، ومؤشر الحرارة والرطوبة. تم قياس درجة حرارة الجو بالقرب من الحيوانات بوحدة الدرجة المئوية، كما تم تسجيل الرطوبة النسبية بالنسبة المئوية في كل من الفترة الصباحية وفترة الظهيرة.

تم الاعتماد على هذه القياسات لتوصيف مستوى التعرض الحراري الذي تعرضت له الأغنام أثناء الدراسة. كما تم استخدام البيانات المناخية اليومية خلال فترة الدراسة لدعم تفسير التغيرات المسجلة في مؤشرات الحيوانات، حيث شملت هذه البيانات درجة الحرارة الصغرى، والمتوسطة، والعظمى، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار، ومؤشر الحرارة والرطوبة اليومي.

6. تقدير الإجهاد الحراري

تم تقدير الإجهاد الحراري اعتمادًا على مؤشر الحرارة والرطوبة **Temperature-Humidity Index (THI)**، حيث تم حساب المؤشر باستخدام درجة حرارة الجو والرطوبة النسبية المسجلتين وقت القياس، وفق المعادلة التي أوردها **National Research Council (1971)**:

$$THI = (1.8T + 32) - [(0.55 - 0.0055RH) \times (1.8T - 26.8)]$$

حيث إن:

T= درجة حرارة الجو بالدرجة المئوية.

RH =الرطوبة النسبية بالنسبة المئوية.

تم استخدام مؤشر الحرارة والرطوبة بوصفه مؤشرًا بيئيًا رئيسيًا لتقدير مستوى العبء الحراري الذي تعرضت له الأغنام خلال فترتي القياس، كما تم استخدامه في تفسير التغيرات المسجلة في درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، وضربات القلب. **(National Research Council, 1971)**

7. المؤشرات المقاسة في الحيوانات

تم قياس ثلاثة مؤشرات رئيسية في كل حيوان، وهي: درجة الحرارة، ومعدل التنفس، ومعدل ضربات القلب. وتم اختيار هذه المؤشرات لأنها تعكس استجابة الحيوان المباشرة للتغيرات في الظروف الحرارية المحيطة.

تم قياس **درجة حرارة الجسم** باستخدام ترمومتر بيطري رقمي نظيف ومخصص للاستخدام الحيواني، وتم تسجيل القراءة بعد ثبات المؤشر على شاشة الجهاز. وأُجريت عملية القياس لكل حيوان بصورة فردية وبنفس الطريقة خلال فترتي القياس الصباحية والظهرية، مع الحرص على تقليل حركة الحيوان أثناء القياس لتجنب تأثير الإجهاد الناتج عن التعامل معه في القراءة المسجلة.

تم قياس **معدل التنفس** من خلال عدّ الحركات التنفسية الظاهرة في منطقة الصدر أو الخاصرة لمدة دقيقة واحدة كاملة، وسُجلت القيم بوحدة نفس/دقيقة. كما تم قياس **معدل ضربات القلب** بعدّ النبضات لمدة دقيقة واحدة، وسُجلت القيم بوحدة نبضة/دقيقة.

تم تنفيذ جميع القياسات على الحيوانات وهي في حالة هدوء قدر الإمكان، كما تم تسجيل حالة النشاط قبل القياس، مثل الهدوء أو الحركة السابقة للقياس، وذلك للتمييز بين التغيرات المرتبطة بالحرارة والتغيرات التي قد تنتج عن الحركة أو التعامل مع الحيوان.

8. جدول القياسات وتسجيل البيانات

تم تنفيذ القياسات خلال ثمانية عشر يومًا، موزعة على تسعة أسابيع، بواقع يومين أسبوعيًا. وتمت عملية القياس في يومي الثلاثاء والجمعة من كل أسبوع. وفي كل يوم قياس، تم جمع البيانات في فترتين ثابتتين: الفترة الصباحية عند الساعة 08:00 صباحًا، وفترة الظهيرة عند الساعة 14:00 ظهرًا.

تم تسجيل البيانات في جداول منظمة شملت: رمز المزرعة، رمز الحيوان، التاريخ، الشهر، رقم الأسبوع، فترة القياس، وقت القياس، درجة حرارة الجو، الرطوبة النسبية، مؤشر الحرارة والرطوبة، درجة حرارة الحيوان، معدل التنفس، معدل ضربات القلب، حالة الظل، توفر الماء، حالة نشاط الحيوان قبل القياس، وأية ملاحظات ميدانية مرتبطة بظروف القياس.

وقد ساعد هذا التنظيم في ضمان اتساق البيانات، وتتبع القياسات المتكررة لكل حيوان، وتسهيل تحليل الفروق بين فترتي القياس وبين مستويات التعرض الحراري المختلفة.

9. ضبط جودة البيانات

تم ترميز المزارع والحيوانات باستخدام رموز ثابتة طوال فترة الدراسة، وذلك لضمان دقة تتبع القياسات المتكررة وتقليل أخطاء الإدخال. كما تم إعداد قاموس للمتغيرات لتوضيح أسماء الحقول، ووحدات القياس، ونوع كل متغير، والقيم المقبولة عند الإدخال.

تمت مراجعة البيانات قبل التحليل للتأكد من اكتمال السجلات، واتساق القيم، ومنطقية القراءات المسجلة. كما تم فحص القيم الدنيا والعليا والمتوسطات الأولية لكل من درجة الحرارة، ومعدل التنفس، وضربات القلب، بهدف تحديد أية قيم غير منطقية أو شاذة قبل اعتماد البيانات في التحليل النهائي.

10.التحليل الإحصائي

تم تنظيم البيانات في جداول إلكترونية، ثم تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامج **SPSS**. تم حساب الإحصاءات الوصفية للمؤشرات المدروسة، وشملت المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، والخطأ القياسي، والقيم الدنيا والعليا لكل من درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، ومعدل ضربات القلب، إضافة إلى المتغيرات البيئية المصاحبة.

ونظرًا لأن القياسات تم تكرارها على الحيوانات نفسها خلال فترة الدراسة، فقد تم تحليل تأثير فترة القياس في مؤشرات درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، وضربات القلب باستخدام **النموذج الخطي المختلط**. عُدت فترة القياس، صباحًا وظهرًا، عاملًا ثابتًا، بينما عُد الحيوان عاملًا عشوائيًا للتعامل مع تكرار القياسات داخل الحيوان نفسه. كما أُدرجت المزرعة في النموذج بوصفها عاملًا عشوائيًا عند اختبار تأثير فترة القياس، وذلك للحد من تأثير اختلاف ظروف التربية بين المزارع.

تم تحليل العلاقة بين مؤشر الحرارة والرطوبة **THI** وكل من درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، وضربات القلب باستخدام **معامل ارتباط بيرسون**، كما تم استخدام **الانحدار الخطي البسيط** لتقدير مقدار التغير المتوقع في مؤشرات الحيوان مع كل زيادة مقدارها وحدة واحدة في مؤشر الحرارة والرطوبة.

ولتحليل الفروق بين المزارع خلال فترة الظهيرة، تم حساب متوسط كل حيوان خلال قياسات الظهيرة عبر أيام الدراسة، ثم تمت مقارنة هذه المتوسطات بين المزارع باستخدام تحليل التباين الأحادي One-way ANOVA، وذلك لتجنب التعامل مع القياسات المتكررة للحيوان نفسه على أنها مشاهدات مستقلة. وعند وجود فروق معنوية، تم استخدام اختبار Tukey للمقارنات البعدية بين المزارع. وفي هذا التحليل عُدت المزرعة عاملًا ثابتًا، بينما عُد الحيوان وحدة التحليل الأساسية.

تم اعتماد مستوى معنوية إحصائية عند $P \leq 0.05$ للحكم على وجود فروق أو علاقات ذات دلالة إحصائية، وعُرضت النتائج في صورة **المتوسط ± الخطأ القياسي**، مع استخدام الجداول والأشكال لتوضيح الفروق بين فترتي القياس والعلاقات بين المؤشرات البيئية ومؤشرات الحيوان.

11.الاعتبارات الأخلاقية

تم تنفيذ القياسات بعد الحصول على موافقة أصحاب المزارع، واقتصرت إجراءات الدراسة على قياسات ميدانية غير مؤذية للحيوانات، دون أي تدخل تجريبي يسبب ألمًا أو ضررًا. وتم التعامل مع الحيوانات بهدوء أثناء القياس وبما لا يخل بنظام التربية المعتاد داخل المزارع.

النتائج

1. وصف البيانات العامة

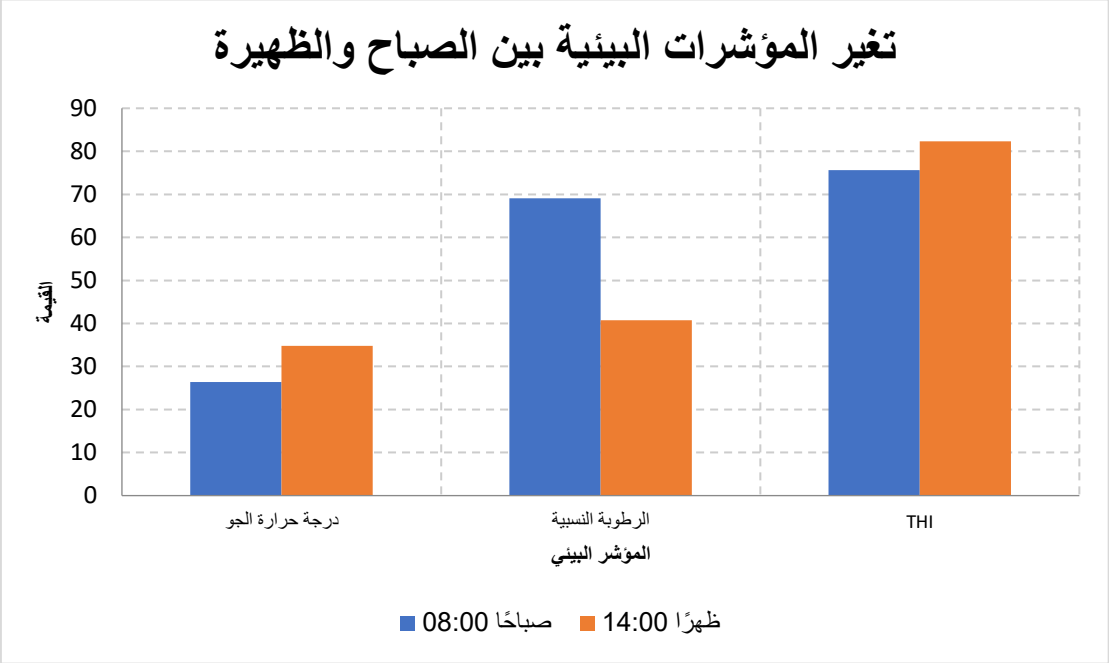
تم تحليل بيانات الدراسة اعتمادًا على **900 سجل قياس** مكتمل، جُمعت من **25 حيوانًا** من الأغنام المحلية الليبية موزعة على **5 مزارع**، وبواقع **5حيوانات من كل مزرعة**. تم تسجيل القياسات خلال **18 يوم قياس** في شهري يوليو وأغسطس 2025، بواقع فترتين يوميًا: الفترة الصباحية عند الساعة **08:00** وفترة الظهيرة عند الساعة **14:00**. بلغ عدد القياسات في كل فترة **450 سجلًا**. ولم تُسجل قيم مفقودة في المتغيرات الأساسية الخاصة بدرجة الحرارة، ومعدل التنفس، وضربات القلب، ودرجة حرارة الجو، والرطوبة النسبية، ومؤشر الحرارة والرطوبة.

2. الظروف البيئية أثناء القياس

أظهرت البيانات وجود اختلاف واضح بين الفترة الصباحية وفترة الظهيرة في الظروف البيئية المحيطة بالحيوانات. فقد ارتفع متوسط درجة حرارة الجو من **26.38 ± 0.14 °C** صباحًا إلى **34.81 ± 0.24 °C** ظهرًا، بزيادة مقدارها **8.43 °C**. في المقابل، انخفض متوسط الرطوبة النسبية من **69.11 ± 0.73%** صباحًا إلى **40.78 ± 0.69%** ظهرًا. كما ارتفع متوسط مؤشر الحرارة والرطوبة من **75.59 ± 0.13** صباحًا إلى **82.30 ± 0.15** ظهرًا، بفارق مقداره **6.71وحدة**. وكانت جميع هذه الفروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى **P < 0.001**.

جدول 1. متوسطات الظروف البيئية حسب فترة القياس

المؤشر البيئي	صباحًا 08:00	ظهرًا 14:00	مقدار التغير	الدلالة الإحصائية
درجة حرارة الجو°C	26.38 ± 0.14	34.81 ± 0.24	+8.42	**P < 0.001**
الرطوبة النسبية %	69.11 ± 0.73	40.78 ± 0.69	-28.33	**P < 0.001**
مؤشر الحرارة والرطوبةTHI	75.59 ± 0.13	82.30 ± 0.15	+6.71	**P < 0.001**



شكل 1. التغير في درجة حرارة الجو والرطوبة النسبية ومؤشر الحرارة والرطوبة بين الفترة الصباحية وفترة الظهيرة.

3. تأثير فترة القياس في درجة الحرارة

أظهرت النتائج ارتفاعًا واضحًا في متوسط درجة الحرارة لدى الأغنام خلال فترة الظهيرة مقارنة بالفترة الصباحية. فقد بلغ المتوسط صباحًا **38.88 ± 0.01 °C**، بينما ارتفع ظهرًا إلى **39.65 ± 0.01 °C**، وبفارق مقداره **0.77 °C**. وقد كان هذا الفرق ذا دلالة إحصائية عالية عند مستوى **P < 0.001**. وتراوحت القيم الكلية المسجلة خلال الدراسة بين **38.50** و**40.20 °C**.

تدل هذه النتيجة على أن ارتفاع العبء الحراري خلال فترة الظهيرة ارتبط بزيادة واضحة في درجة الحرارة المسجلة لدى الأغنام، مقارنة بالقيم المسجلة في الفترة الصباحية.

4. تأثير فترة القياس في معدل التنفس

سجل معدل التنفس أعلى استجابة للتغير الحراري بين المؤشرات المدروسة. فقد بلغ متوسط معدل التنفس في الفترة الصباحية **30.27 ± 0.15 نفس/دقيقة**، ثم ارتفع في فترة الظهيرة إلى **60.00 ± 0.38 نفس/دقيقة**. وبلغ مقدار الزيادة **29.73 نفس/دقيقة**، وهو ما يعادل زيادة نسبية قدرها حوالي **98.2%** مقارنة بالفترة الصباحية. وكان الفرق بين الفترتين ذا دلالة إحصائية عند مستوى **P < 0.001**.

وتراوحت قيم معدل التنفس في جميع القياسات بين **23** و**78 نفس/دقيقة**، حيث سُجلت القيم الأعلى غالبًا خلال فترة الظهيرة.

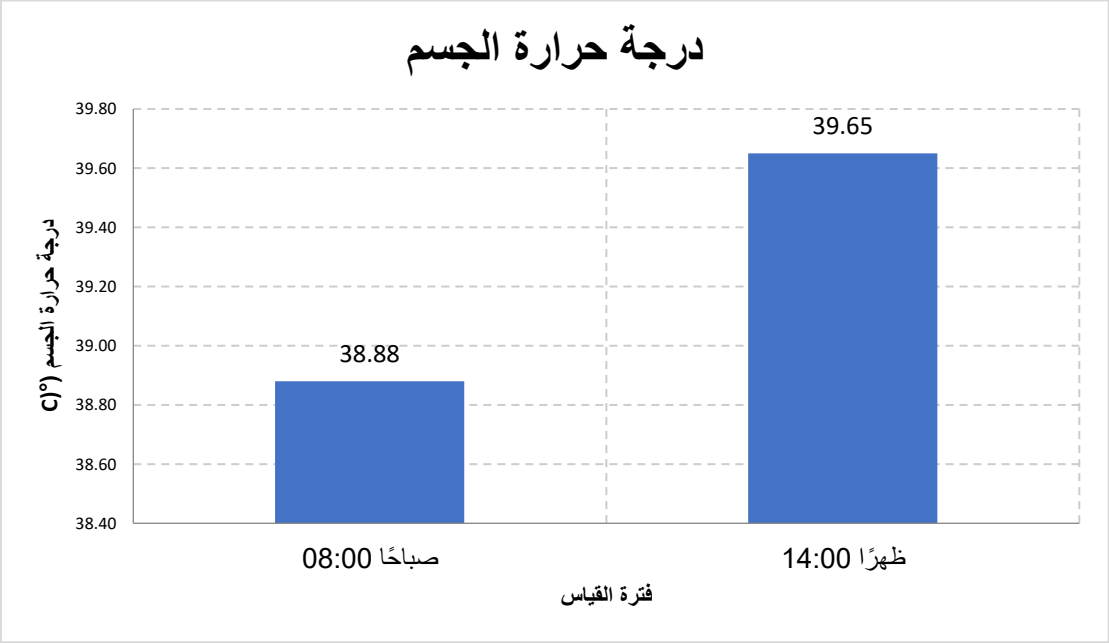
5. تأثير فترة القياس في ضربات القلب

أظهرت النتائج ارتفاعًا واضحًا في معدل ضربات القلب خلال فترة الظهيرة مقارنة بالفترة الصباحية. فقد بلغ متوسط ضربات القلب صباحًا **78.35 ± 0.16 نبضة/دقيقة**، بينما بلغ ظهرًا **98.20 ± 0.29 نبضة/دقيقة**. وبلغ مقدار الزيادة **19.85 نبضة/دقيقة**، بنسبة زيادة قدرها حوالي **25.3%** مقارنة بالفترة الصباحية. وكان هذا الفرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى **P < 0.001**.

وتراوحت القيم الكلية لضربات القلب خلال الدراسة بين **71** و**112 نبضة/دقيقة**.

جدول 2. متوسطات مؤشرات الأغنام حسب فترة القياس

المؤشر	صباحًا 08:00	ظهرًا 14:00	مقدار الزيادة	نسبة الزيادة %	الدلالة الإحصائية
درجة الحرارة°C	38.88 ± 0.01	39.65 ± 0.01	+0.77	2.0	**P < 0.001**
معدل التنفس، نفس/دقيقة	30.27 ± 0.15	60.00 ± 0.38	+29.72	98.2	**P < 0.001**
ضربات القلب، نبضة/دقيقة	78.35 ± 0.16	98.20 ± 0.29	+19.85	25.3	**P < 0.001**



شكل 2. متوسطات درجة الحرارة ومعدل التنفس وضربات القلب في الأغنام المحلية الليبية خلال فترتي الصباح والظهيرة.

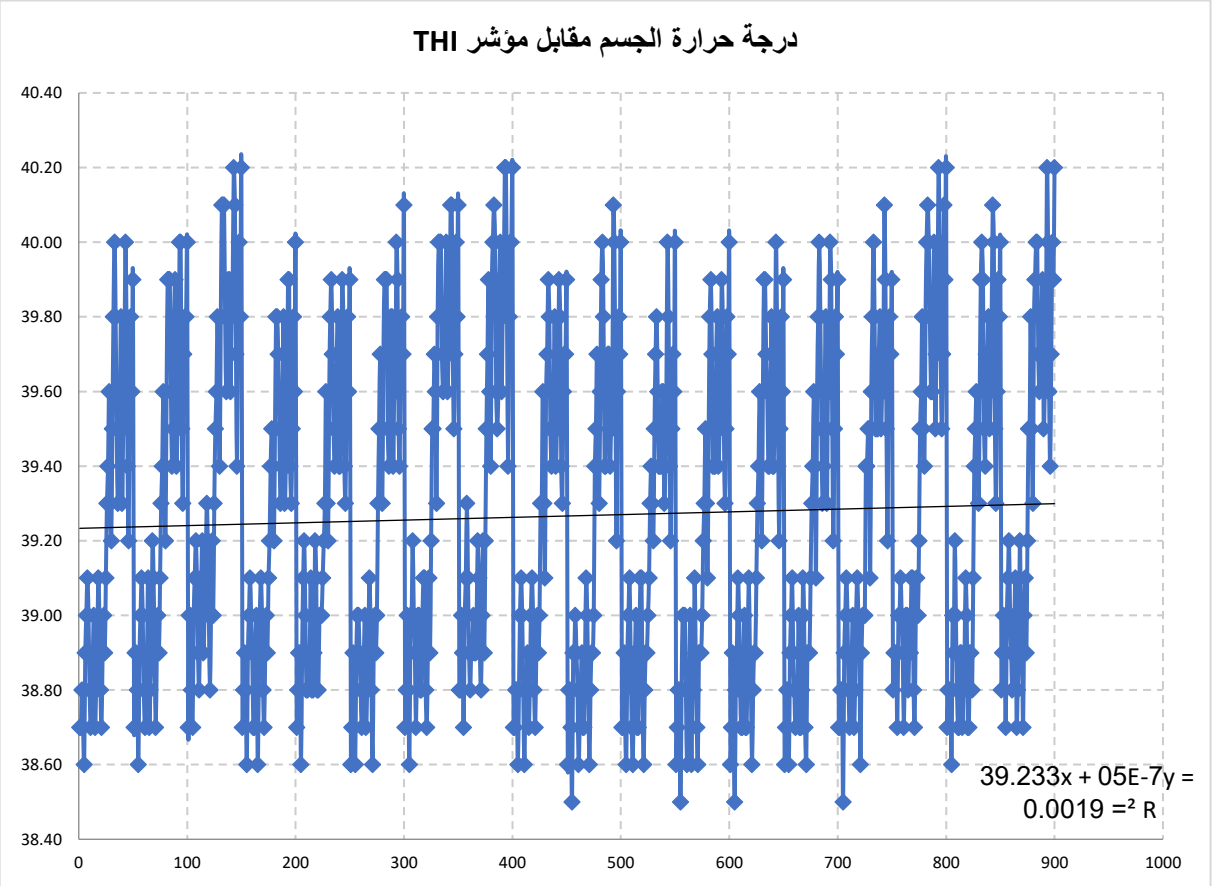
6. العلاقة بين مؤشر الحرارة والرطوبة ومؤشرات الأغنام

أظهر تحليل الارتباط وجود علاقة موجبة واضحة بين مؤشر الحرارة والرطوبة وجميع مؤشرات الأغنام المدروسة. فقد بلغ معامل الارتباط بين مؤشر الحرارة والرطوبة ودرجة الحرارة **r = 0.781**، وبين مؤشر الحرارة والرطوبة ومعدل التنفس **r = 0.835**، وبين مؤشر الحرارة والرطوبة وضربات القلب **r = 0.818**. وكانت جميع العلاقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى **P < 0.001**.

كما أوضح تحليل الانحدار أن كل زيادة مقدارها وحدة واحدة في مؤشر الحرارة والرطوبة ارتبطت بزيادة تقديرية مقدارها **0.076 °C** في درجة الحرارة، و **2.99 نفس/دقيقة** في معدل التنفس، و **2.02 نبضة/دقيقة** في ضربات القلب.

جدول 3. علاقة مؤشر الحرارة والرطوبة بمؤشرات الأغنام.

المؤشر التابع	معامل الارتباط r	معامل التحديد R^2	مقدار التغير المتوقع لكل وحدة THI	الدلالة الإحصائية
درجة الحرارة °C	0.781	0.611	+0.076 °C	$P < 0.001$
معدل التنفس، نفس/دقيقة	0.835	0.697	+2.99 نفس/دقيقة	$P < 0.001$
ضربات القلب، نبضة/دقيقة	0.818	0.670	+2.02 نبضة/دقيقة	$P < 0.001$



شكل 3. العلاقة بين مؤشر الحرارة والرطوبة ومؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية.

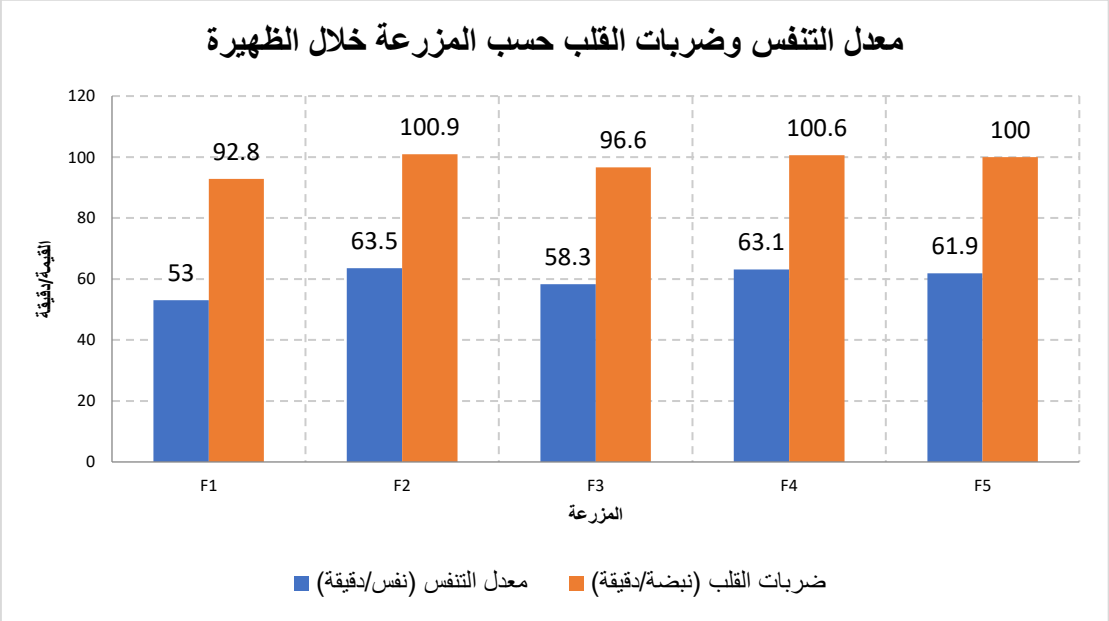
7. الفروق بين المزارع خلال فترة الظهيرة

أظهر تحليل الفروق بين المزارع خلال فترة الظهيرة وجود اختلافات معنوية بين المزارع في مؤشر الحرارة والرطوبة **THI**، ومعدل التنفس، وضربات القلب، في حين لم تصل الفروق في درجة حرارة الجسم إلى مستوى المعنوية الإحصائية. فقد سجلت المزرعة **F1** أقل متوسطات في درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، وضربات القلب خلال الظهيرة، بينما سجلت المزارع **F2** و**F4** و**F5** متوسطات أعلى نسبيًا، خاصة في معدل التنفس وضربات القلب.

وتشير هذه النتائج إلى أن اختلاف ظروف المزارع، مثل مستوى الظل، والتهوية، وطبيعة الإيواء، قد يكون مرتبطًا بتباين استجابة الأغنام للإجهاد الحراري خلال فترة الظهيرة، مع ضرورة تفسير هذه الفروق في ضوء أن الدراسة لم تكن مصممة لعزل أثر كل عامل من عوامل المزرعة بصورة مستقلة.

جدول 4. متوسطات مؤشر الحرارة والرطوبة ومؤشرات الأغنام خلال فترة الظهيرة حسب المزرعة

المؤشر	F1	F2	F3	F4	F5	الدلالة الإحصائية
مؤشر الحرارة والرطوبةTHI	81.98	82.38	82.18	82.51	82.45	**P < 0.001**
درجة حرارة الجسمC°	39.42	39.78	39.59	39.75	39.71	**P = 0.069**
معدل التنفس، نفس/دقيقة	53.0	63.5	58.3	63.1	61.9	**P = 0.037**
ضربات القلب، نبضة/دقيقة	92.8	100.9	96.6	100.6	100.0	**P = 0.049**



شكل 4. متوسطات معدل التنفس وضربات القلب خلال فترة الظهيرة حسب المزرعة.

مناقشة النتائج

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن الأغنام المحلية الليبية تعرضت لاختلاف واضح في مستوى العبء الحراري بين الفترة الصباحية وفترة الظهيرة، حيث ارتفعت درجة حرارة الجو ومؤشر الحرارة والرطوبة بصورة معنوية في الظهيرة مقارنة بالصباح. وقد انعكس هذا الارتفاع مباشرة على مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب، إذ سجلت جميعها قيماً أعلى خلال فترة الظهيرة. ويشير ذلك إلى أن فترة الظهيرة مثّلت حالة حرارية أكثر إجهادًا للحيوانات، وأن الأغنام استجابت لهذا العبء من خلال تنشيط آليات تنظيم الحرارة.

ارتفعت درجة الحرارة لدى الأغنام من **38.88 ± 0.01 °C** صباحًا إلى **39.65 ± 0.01 °C** ظهرًا، وبفارق بلغ **0.77 °C**. وعلى الرغم من أن مقدار الزيادة لم يكن كبيرًا مقارنة بالزيادة الواضحة في التنفس وضربات القلب، فإنه كان ذا دلالة إحصائية، مما يدل على أن الحرارة البيئية أثرت في الاتزان الحراري للحيوانات. ويمكن تفسير محدودية الزيادة في درجة الحرارة نسبيًا بقدرة الأغنام المحلية على تنشيط وسائل فقد الحرارة، خاصة زيادة التنفس، قبل حدوث ارتفاع أكبر في حرارة الجسم. وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت إليه بعض الدراسات من أن درجة حرارة الجسم قد تبقى ضمن حدود قريبة من الطبيعي في بعض

السلالات، رغم تعرضها للإجهاد الحراري، نتيجة كفاءة آليات التنظيم الحراري. ففي دراسة Jumnake et al. (2024) على أغنام Madgyal ، لم تظهر درجة الحرارة فروقًا معنوية واضحة، بينما ارتفعت مؤشرات التنفس والنبض وضربات القلب مع التعرض الحراري.

كان معدل التنفس أكثر المؤشرات استجابة للإجهاد الحراري في الدراسة الحالية، إذ ارتفع من **30.27 ± 0.15 نفس/دقيقة** صباحًا إلى **60.00 ± 0.38 نفس/دقيقة** ظهرًا، بنسبة زيادة بلغت حوالي **98.2%**. وتُعد هذه الزيادة استجابة تعويضية مهمة؛ لأن الأغنام تعتمد على زيادة التنفس وسيلةً لفقد الحرارة عن طريق التبخر، خاصة عندما ترتفع حرارة الجو ويصبح فقد الحرارة بالحمل أو الإشعاع أقل كفاءة. وتتوافق هذه النتيجة مع ما ورد في دراسة Jahnavi et al. (2025) ، حيث ازداد معدل التنفس مع ارتفاع مؤشر الحرارة والرطوبة، وفسر الباحثون ذلك بأنه استجابة لتنشيط مركز التنفس بهدف تعزيز الفقد التبخري للحرارة. كما تتفق مع دراسة Jumnake et al. (2024) التي أوضحت أن زيادة معدل التنفس كانت من أبرز الاستجابات الحرارية في الأغنام المعرضة لأشعة الشمس المباشرة.

كما أظهرت النتائج ارتفاع معدل ضربات القلب من **78.35 ± 0.16 نبضة/دقيقة** صباحًا إلى **98.20 ± 0.29 نبضة/دقيقة** ظهرًا، بنسبة زيادة بلغت حوالي **25.3%**. ويدل ذلك على أن الإجهاد الحراري لم يؤثر في آلية التنفس فقط، بل امتد إلى الجهاز الدوري، حيث زادت ضربات القلب غالبًا لدعم انتقال الدم وتوزيع الحرارة بين الأنسجة وسطح الجسم. ويُعد هذا الارتفاع استجابة متوقعة عند زيادة العبء الحراري، إذ يحتاج الحيوان إلى تعزيز دوران الدم للمساعدة في التخلص من الحرارة الزائدة. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Jahnavi et al. (2025) ، التي سجلت ارتفاعًا في النبض مع ارتفاع THI من الصباح إلى المساء، كما بينت أن نوع الإيواء أثّر في مستوى هذه الاستجابة.

أظهر تحليل العلاقة بين مؤشر الحرارة والرطوبة ومؤشرات الأغنام وجود ارتباطات موجبة قوية، حيث بلغ معامل الارتباط بين THI ودرجة الحرارة **r = 0.781**، وبين THI ومعدل التنفس **r = 0.835**، وبين THI وضربات القلب **r = 0.818**. وتؤكد هذه العلاقات أن زيادة العبء الحراري كانت مرتبطة بارتفاع مباشر في المؤشرات المدروسة. ويُعد معدل التنفس أكثر المؤشرات ارتباطًا بمؤشر الحرارة والرطوبة، مما يعزز اعتباره مؤشرًا ميدانيًا حساسًا لتقييم الإجهاد الحراري في الأغنام. وتتفق هذه النتيجة مع ما أشار إليه Kumar et al. (2025) ، حيث سجلت أغنام Munjal قيماً أعلى لدرجة الحرارة والتنفس والنبض خلال فترة ما بعد الظهر، وظهرت ارتباطات موجبة بين THI والمؤشرات الحيوية، خاصة معدل التنفس والنبض.

تدعم نتائج الدراسة الحالية كذلك ما توصلت إليه دراسة Nurlatifah et al. (2025) ، التي أوضحت أن الأغنام المعرضة لظروف إجهاد حراري شديد تُظهر تغيرات واضحة في المؤشرات الحيوية، وأن خفض العبء الحراري أو تحسين القدرة المضادة للأكسدة يمكن أن يساعد في استقرار درجة الحرارة وضربات القلب. وقد أوضحت تلك الدراسة أن التدخلات الغذائية باستخدام زيت السمك وفيتامين E والسيلينيوم حسّنت حالة مضادات الأكسدة وخفضت بعض مؤشرات الإجهاد، ومنها درجة الحرارة وضربات القلب. ويشير ذلك إلى أن ارتفاع المؤشرات في الدراسة الحالية يمثل استجابة طبيعية لغياب تدخلات تخفيفية مباشرة خلال فترات الحرارة المرتفعة.

أما الفروق بين المزارع خلال فترة الظهيرة، فقد أظهرت النتائج وجود اختلافات معنوية بين المزارع في مؤشر الحرارة والرطوبة، ومعدل التنفس، وضربات القلب، في حين لم تصل الفروق في درجة حرارة الجسم إلى مستوى المعنوية الإحصائية. وقد سجلت المزرعة F1 أقل متوسطات في درجة حرارة الجسم ومعدل التنفس وضربات القلب مقارنة ببعض المزارع الأخرى، ولا سيما F2 و F4 و F5. وقد يُعزى هذا التباين جزئيًا إلى اختلاف ظروف الإيواء، ومستوى الظل، والتهوية، وطبيعة إدارة الحيوانات بين المزارع، مع ضرورة تفسير هذه النتائج بحذر لأن الدراسة لم تكن مصممة لعزل أثر كل عامل من عوامل المزرعة بصورة مستقلة. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Jahnavi et al. (2025) ، التي أوضحت أن نظام الإيواء

أثر في شدة استجابة الحملان للإجهاد الحراري، وانعكس ذلك على درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، والنبض.

وتشير نتائج الدراسة أيضًا إلى أن الأغنام المحلية الليبية تمتلك قدرة واضحة على الاستجابة للحرارة من خلال رفع معدلي التنفس وضربات القلب، مع بقاء درجة الحرارة ضمن نطاق يمكن للحيوان التعامل معه نسبيًا. إلا أن استمرار هذه الاستجابات خلال فترات الحرارة العالية قد يعكس عبئًا حراريًا حقيقيًا، وقد يؤثر في راحة الحيوان وكفاءته الإنتاجية إذا استمر لفترات طويلة. وهذا يتفق مع ما أشارت إليه دراسة Yagoubi et al. (2025) على حملان Barbarine ، حيث أدى اجتماع الحرارة المرتفعة مع التحدي الغذائي إلى تغيرات في معدل التنفس وضربات القلب، وتأثيرات ممتدة في النمو والأداء التناسلي.

بناءً على ذلك، تدعم نتائج الدراسة الحالية الفرضية الرئيسية التي تنص على أن الإجهاد الحراري يؤثر في مؤشرات درجة الحرارة والتنفس وضربات القلب لدى الأغنام المحلية الليبية. كما تدعم الفرضيات الفرعية المتعلقة بارتفاع معدل التنفس وتغير ضربات القلب مع زيادة مستوى الإجهاد الحراري. ويبدو أن معدل التنفس كان المؤشر الأكثر حساسية، تلاه معدل ضربات القلب، ثم درجة الحرارة. وتبرز أهمية هذه النتيجة في إمكانية استخدام معدل التنفس وضربات القلب كمؤشرات ميدانية سريعة لمتابعة تأثر الأغنام المحلية الليبية خلال فترات الصيف، خاصة في المزارع التي لا تتوفر فيها أدوات قياس متقدمة.

التوصيات

1. توفير الظل الكافي داخل الحظائر ومناطق الرعي خلال فترات الصيف، خاصة في ساعات الظهيرة التي يرتفع فيها العبء الحراري على الأغنام.
2. تحسين تهوية الحظائر من خلال استخدام حظائر مفتوحة أو نصف مفتوحة تسمح بتجدد الهواء وتقليل تراكم الحرارة.
3. توفير مياه شرب نظيفة وبكميات كافية بصورة مستمرة، ولا سيما خلال ساعات الحرارة المرتفعة.
4. تجنب نقل الأغنام أو فحصها أو تلقيحها أو تعريضها لأي مجهود زائد وقت الظهيرة، ويفضل تنفيذ هذه العمليات في الصباح الباكر أو المساء.
5. متابعة معدل التنفس وضربات القلب ميدانيًا بوصفهما مؤشرين سريعين للكشف المبكر عن تأثر الأغنام بالإجهاد الحراري.
6. تنظيم الرعي خلال الصيف بحيث يتم في الساعات الأقل حرارة، مع تقليل مدة التعرض المباشر لأشعة الشمس.
7. تحسين برامج التغذية خلال فترات الحرارة المرتفعة بما يضمن تلبية احتياجات الحيوان دون زيادة العبء الحراري الناتج عن سوء التغذية أو نقص الطاقة.
8. إجراء دراسات لاحقة على أعداد أكبر من الأغنام المحلية الليبية وفي مناطق ليبية مختلفة، لدعم النتائج الحالية وتحديد الفروق بين البيئات ونظم التربية.

المراجع

Jahnavi, G., Sreedhar, S., Venkata Seshaiah, C., & Subrahmanyeswari, B. (2025). Effect of heat stress on physiological responses and concentration of cortisol of Nellore brown lambs in conventional and elevated housing system. *Indian Journal of Animal Health, 64*(1), 124–130. DOI: 10.36062/ijah.2025.13924

Jumnake, A. R., Patodkar, V. R., Sardar, V. M., Mehere, P. V., Jadhav, S. N., & Pawar, S. S. (2024). Effect of heat stress on physiological parameters in Madgyal sheep. *Uttar Pradesh Journal of Zoology, 45*(14), 164–169. DOI: 10.56557/upjoz/2024/v45i144190

Kumar, S., Magotra, A., Kumar, N., Bangar, Y. C., & Dahiya, S. P. (2025). Physiological responses of Munjal sheep to variations in temperature humidity index in subtropical climate. *Tropical Animal Health and Production, 57*(3), 163. DOI: 10.1007/s11250-025-04420-9

Marai, I. F. M., El-Darawany, A. A., Fadiel, A., & Abdel-Hafez, M. A. M. (2007). Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. *Small Ruminant Research, 71*(1–3), 1–12. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.10.003

Nurlatifah, A., Astuti, D. A., Herdis, H., Arifiantini, I., Pamungkas, F. A., Santoso, S., Diapari, D., Sitaresmi, P. I., Setiatin, E. T., & Diansyah, A. M. (2025). Mitigating heat stress in Garut lambs: Synergistic effects of Lemuru fish oil, vitamin E, and selenium on antioxidant defense, hematology, and physiological responses. *Veterinary World, 18*(8), 2230–2240. DOI: 10.14202/vetworld.2025.2230-2240

Saleh, M. A., El-Mileegy, I. M., & El-Ela, A. A. (2006). The interaction between temperature humidity index and some health parameters of sheep under the Egyptian oasis environment. *Assiut Veterinary Medical Journal, 52*(108), 63–86.

Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science, 67*(1–2), 1–18. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00162-7

Wang, Q.-J., Meng, Z., Chen, J.-H., Ren, C.-H., & Zhang, Z.-J. (2025). Novel insights into heat tolerance via metabolomic analysis in Tibetan sheep. *Journal of Thermal Biology, 132*, 104230. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2025.104230

Yagoubi, Y., Nasraoui, M., Mahouachi, M., Smeti, S., Ben Saïd, S., Bartkiz, A., Bouzid, K., & Atti, N. (2025). Productive, hematological and physiological responses of Barbarine ewe lambs subjected to nutritional challenge under hot conditions. *Animal Production Science, 65*(11), AN25008. DOI: 10.1071/AN25008

National Research Council. (1971). *A guide to environmental research on animals*. National Academy of Sciences. https://doi.org/10.17226/20608

Effect of sheep manure compost, sulfur and irrigation water quali+ty on soil Na, Ca and Mg content (C mol/Kg soil) of maize plant. (2025). *Albahit Journal of Applied Sciences*, *4*(1), 278-286. https://doi.org/10.65419/albahit.v4i1.64

Effect of sheep manure compost, sulfur and irrigation water quality on soil electrical conductivity (EC, ds/m) of maize plant. (2025). *Albahit Journal of Applied Sciences*, *4*(2), 09-16. https://doi.org/10.65419/albahit.v4i2.78

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JLABW** and/or the editor(s). **JLABW** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.