The effect of heat stress on some immune parameters of broiler chickens in the conditions of the Syrian coast

Dr. Zouher Jabbour*
Ghayth Jazaa**

(Received 6 / 4 / 2023. Accepted 23 / 5 /2023)

□ ABSTRACT □

The study was conducted on 180 one-day-old Ross chicks, without distinguishing between males and females, to determine the effect of heat stress on some immune indicators. The chicks were divided into two groups, each group containing 90 chicks.

The two groups differed between them in the temperature of care, as the control group was under the ideal temperature conditions suitable for broiler chickens throughout the experiment period, While the birds of the heat stress group, from the age of 22 days to the age of 42 days, were exposed for 7 hours a day during the day from ten in the morning until five in the evening, to a temperature of 31±1 ° C and a relative humidity that ranged between 70 - 80%.

The experiment lasted for six weeks, from 17/7/2022 to 28/8/2022. At the end of the experiment, at the age of 42 days, the white blood cell count and the weight of the liver and spleen were calculated for each group.

The results showed a significant decrease ($P<0.05$) in the white blood cell count in the heat stress group (20.06±0.31) thousand cells/mm³ compared to the control sample (22.4±0.2) thousand cells/mm³, and a significant decrease ($P<0.05$) in the weight of the liver and spleen in the heat stress sample (33.6±0.41, 1.88±0.02) g, compared to the control group (38.7±0.64, 2.24±0.04) g.

Keywords: heat stress, broiler, immunological indicators.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Associate professor, Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. Jabourz@yahoo.com**
****Postgraduate Student, Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria-ghayth.jazaa@tishreen.edu.sy**

تأثير الإجهاد الحراري في بعض المؤشرات المناعية عند دجاج اللحم في ظروف الساحل السوري

د. زهير جبور *

غيث جزعه **

(تاريخ الإيداع 6 / 4 / 2023. قبل للنشر في 23 / 5 / 2023)

□ ملخّص □

أجريت الدراسة على 180 صوصاً من الهجين Ross بعمر يوم واحد دون تمييز بين الذكور والإناث، لتحديد تأثير الإجهاد الحراري في بعض المؤشرات المناعية، قسمت الصيصان إلى مجموعتين تتضمن كل مجموعة 90 صوصاً، تختلف المجموعتان فيما بينهما بدرجة حرارة الرعاية، إذ كانت مجموعة الشاهد تحت ظروف الحرارة المثالية المناسبة لدجاج اللحم طيلة فترة التجربة، بينما تم تعريض طيور مجموعة الإجهاد الحراري من عمر 22 يوم وحتى عمر 42 يوم ولمدة 7 ساعات يومياً خلال النهار من الساعة العاشرة صباحاً وحتى الساعة الخامسة مساءً لحرارة 31 ±1 م° ورطوبة نسبية راوحت بين 70 – 80%.

استمرت التجربة ستة أسابيع من تاريخ 17 / 7 / 2022 حتى تاريخ 28 / 8 / 2022، في نهاية التجربة بعمر 42 يوم تم حساب تعداد الكريات البيضاء ووزن الكبد والطحال لكل مجموعة.

أظهرت النتائج وجود انخفاض معنوي **(P<0.05)** في تعداد كريات الدم البيضاء عند مجموعة الإجهاد الحراري (0,31± 20,06) ألف كرية/ملم³ بالمقارنة مع عينة الشاهد (0,2± 22.4) ألف كرية/ملم³، وانخفاض معنوي **(P<0.05)** في وزن الكبد والطحال في عينة الإجهاد الحراري (0.41± 33.6، 0.02± 1.88) غ، بالمقارنة مع مجموعة الشاهد (0.64± 38.7، 0.04± 2.24) غ.

الكلمات المفتاحية: إجهاد الحراري، دجاج اللحم، مؤشرات المناعية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* **أستاذ مساعد في قسم الإنتاج الحيواني – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية Jabourz@yahoo.com**

** **طالب دراسات عليا (ماجستير) في قسم الإنتاج الحيواني – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
ghayth.jazaa@tishreen.edu.sy

مقدمة:

يعد ارتفاع الحرارة العالمي مصدر قلق كبير خلال السنوات الأخيرة، وسيكون قطاع الثروة الحيوانية أحد أكثر القطاعات تضرراً في الصناعات الزراعية (Summer *et al.,* 2019).

أشار Silanikove (2000) إلى أنه بالإضافة إلى المناطق القاحلة والمدارية إذ تمثل الحرارة بالفعل عاملا رئيسا مقيداً ومؤثراً على جهة عدم التربية والرعاية إلا في حالات خاصة يتم من خلالها تأمين الشروط المناسبة، لذلك ستكون المناطق الأقرب والأكثر تضررا هي تلك الموجودة في المناطق شبه الاستوائية وحوض البحر الأبيض المتوسط، والتي تتعرض لضغط حراري كبير لمدة 3 إلى 5 أشهر في السنة.

يعد المناخ الحار من المعوقات الواضحة على إنتاج الدواجن، إذ إن الدواجن حساسة بشكل خاص للتحديات البيئية المرتبطة بالحرارة، خاصة الإجهاد الحراري (Lara and Rostagno, 2013)، تؤدي درجات الحرارة المرتفعة، خاصة عندما تقترن بالرطوبة العالية، إلى إجهاد الطيور بشدة وتؤدي إلى انخفاض الأداء (Bhadauria *et al.,* 2014)، فمن الملاحظ أن تأثير ارتفاع الحرارة المترافق مع ارتفاع الرطوبة النسبية أشد من تأثير ارتفاع الحرارة دون ارتفاع الرطوبة، إذ إنه عند درجة حرارة 35 م° ورطوبة نسبية 40% يمكن للطيور تبديد 80% من اجمالي حرارتها من خلال فقد الحرارة بالتبخر، بينما عند 35 م° ورطوبة نسبية 50% ينخفض مقدار تبديد الحرارة إلى 50% (Saeed *et al.*, 2019).

تبلغ درجة حرارة جسم الدجاج 40.5 م°، ومن أجل تحقيق أقصى أداء للإنتاج في الدواجن، يجب أن تبقى درجة حرارة جسم الطيور ضمن حدود الدرجة الطبيعية بين 40–41 م° (Saeed et al., 2019)، فعندما تصل درجة الحرارة إلى 29.5 م° أو تتجاوزها، تبدأ حالة الإجهاد الحراري عند الدجاج المكتمل النمو ويبدأ انخفاض استهلاك العلف، وسلوكيات التبريد مثل التنفس السريع ورفع الأجنحة، لذلك يجب تجنب نطاق الحرارة هذا والبدء بإجراءات التبريد قبل الوصول اليه (Bhadauria et al., 2014).

عندما تتعرض الطيور لدرجات حرارة عالية، فإنها تحاول تبديد الحرارة الزائدة الناتجة داخل الجسم، من خلال التغيرات السلوكية والفيزيولوجية (Wasti *et al.*, 2020).

تشير العديد من الدراسات إلى التأثير المثبط للإجهاد الحراري على المناعة عند دجاج التسمين والدجاج البياض، إذ لوحظ عند دجاج التسمين المعرض للإجهاد الحراري انخفاض في التعداد الكلي للكريات البيضاء، كما لوحظ انخفاض ملحوظ في وزن الغدة الصعترية والطحال والكبد (Lara and Rostagno, 2013 ; Bhadauria *et al.*, 2014)، ونتيجة تثبيط المناعة، يزداد انتشار أمراض الدواجن المعدية، مثل مرض النيوكاسل ومرض الجمبورو، وخاصة خلال موسم الصيف في البلدان الاستوائية (Wasti *et al.,* 2020).

لوحظ في هذا الصدد اضطرابات مناعية خطيرة في دجاج التسمين المجهد بالحرارة، مثل انخفاض إنتاج الغلوبيولينات المناعية IgM, IgG وكذلك ضمور واختلال وظيفي في الأنسجة اللمفاوية الأولية والثانوية المصحوب بتثبيط الخلايا اللمفاوية، وأشار الباحثون إلى أن فرط كورتيكوستيرون الدم من الأسباب المؤدية لهذا الخلل في جهاز المناعة (Brugaletta *et al.,* 2022).

أهمية البحث وأهدافه:

يعد الإجهاد الحراري والآثار المترتبة عليه إحدى المشاكل الصحية والإنتاجية الهامة في قطاع الإنتاج الحيواني في الجمهورية العربية السورية وخاصة في قطاع الدواجن ويتجلى هذا بشكل خاص في فصل الصيف خلال ارتفاع درجات الحرارة المترافق مع الرطوبة العالية تاركاً تداعيات مهمة تراوح بين انخفاض الإنتاج وتدني نوعية المنتجات الحيوانية إلى نفوق مرتفع وخسائر كبيرة للمنتجين وقد يؤثر أيضا نتيجة الهلاكات المرتفعة وتدني الإنتاج على الأسعار مسبباً زيادتها على المستهلكين وزيادة كلفتها على المنتجين في آن واحد. هذا وإضافة إلى ما سبق ونتيجة إلى قلة الأبحاث وخاصة في سورية التي تعنى بتأثيرات الإجهاد الحراري المناعية تتأتى وتزداد أهمية هذا البحث الذي هدف إلى دراسة الإجهاد الحراري في المؤشرات المناعية عند دجاج اللحم.

طرائق البحث ومواده :

طيور التجربة:

تمت حضانة ورعاية 180 صوصاً منتجة للحم من الهجين Ross بعمر يوم، وكانت الصيصان متجانسة فيما بينها في الوزن بمتوسط 40–42 غرام للصوص الواحد، تم الحصول عليها من احدى مزارع أمات الفروج في محافظة حماة، وقد أدخلت الصيصان إلى الحظيرة المجهزة مسبقاً لاستقبالها في مزرعة خاصة في قرية اسطامو التابعة لريف القرداحة، وزعت الصيصان بشكل عشوائي دون تمييز بين الذكور والإناث على مجموعتين (مجموعة الإجهاد الحراري ومجموعة الشاهد) ضمت كل مجموعة 90 صوصاً، وقسمت كل مجموعة إلى ثلاث مكررات، وضعت كل مجموعة في قطاع منفصل مزود بمعدات الرعاية المناسبة من معالف ومشارب.

- **برنامج الحرارة والإضاءة:**

تمت حضانة الصيصان وفق شروط نموذجية للحرارة والرطوبة في كلتا المجموعتين حتى عمر 21 يوم، إذ كانت الحرارة 32 م في الأسبوع الأول مع خفضها درجتين كل أسبوع، وكانت الرطوبة النسبية 70–80 %، تم ضبط الحرارة في كلا القطاعين باستخدام مدافئ وخلايا تبريد وشفاطات جدارية ومراوح تهوية وتم تخفيض أثر الحرارة على مجموعة الشاهد بطلاء سطح المزرعة بالكلس ورش الماء عليه لتخفيف أثر الأشعة الشمسية، بينما عرضت طيور مجموعة الإجهاد الحراري لحرارة 31±1 م° بشكل مستمر من العاشرة صباحاً وحتى الخامسة مساءً إذ تم الاعتماد بشكل كبير على الحرارة الخارجية عبر إيقاف وسائل التبريد وبوجود رطوبة نسبية تتراوح بين 70 – 80% وذلك من عمر 22 يوماً وحتى عمر 42 يوماً، كما عُرضت جميع الطيور في المجموعتين خلال الأسبوعين الأولين من العمر إلى إضاءة مستمرة (ليلاً ونهاراً)، ثم تم قطع الإضاءة لمدة ساعتين خلال الأسبوعين الثالث والرابع ومدة ثلاث ساعات خلال الأسبوع الخامس وأربع ساعات خلال الأسبوع الأخير.

- **التغذية:**

تم تغذية الطيور على الخلطة العلفية المتعارف عليها والتي تعتمد في أساسها على الذرة الصفراء وفول الصويا حسب جدول الاحتياجات العلفية السورية 1987.

الجدول (1): تركيب الخلطة العلفية المستخدمة في مرحلتي الحضانة والرعاية لطيور التجربة.

المادة العلفية %	1-21 يوم	22-42 يوم
الذرة الصفراء	58.8	63.62
كسبة فول الصويا	37	31.9
زيت الصويا	0.2	0.4
فوسفات ثنائية الكالسيوم	2.05	2.1
كربونات الكالسيوم	0.74	0.74
ميثيونين حر	0.18	0.16
لايسين حر	0.05	0.1
ملح طعام ميود	0.3	0.3
كلوريد الكولين	0.1	0.1
خلطة فيتامينات	0.1	0.1
خلطة معادن	0.1	0.1
بيكربونات الصوديوم	0.23	0.23
مضاد كوكسيديا	0.05	0.05
مضاد سموم فطرية	0.1	0.1
المجموع	100	100

- **المؤشرات المدروسة:**
- **التعداد الكلي لكريات الدم البيضاء:**

تم اختيار عينة عشوائية مؤلفة من 30 طيراً من كل مجموعة في نهاية التجربة بعمر 42 يوماً، جمعت العينات الدموية منها من الوريد الجناحي بوساطة محقن 3 مل، ووضعت في أنابيب حاوية مانع تخثر EDTA.

تم اجراء عد الكريات الدموية البيضاء الكلية بطريقة نات وهيريك اليدوية المباشرة بسبب وجود خلايا دموية حمراء ذات نواة في دم الدواجن تتداخل مع الكريات البيضاء عند استخدام الأجهزة الآلية، تم استخدام عدادة نيوباور المعدلة والماصة الخاصة بعد كريات الدم البيضاء ومحلول تمديد Natt-Herrick، وتم عد الخلايا في أربع مربعات في أطراف شريحة العد المؤلفة من 9 مربعات، فقد بدت الخلايا البيضاء بلون أزرق بنفسجي وتم حساب التعداد الكلي للكريات البيضاء في 1 مم مكعب من الدم من خلال المعادلة :

TWBC mm³: Total WBC in four squares x 50 (Natt and Herrick, 1952)

- **وزن الكبد والطحال:**

في نهاية التجربة، تم استخراج عينات الكبد والطحال بعد قتل الدجاج بطريقة خلع العنق إذ تم جمع 30 عينة من كلتا المجموعتين، وتم تسجيل وزن الأعضاء لأقرب 0,01 غ باستخدام ميزان الكتروني.

- **التحليل الإحصائي:**

تم إجراء اختبار T لعينتين مستقلتين لمقارنة متوسط النسب المئوية للمؤشرات المدروسة بين مجموعة الإجهاد الحراري ومجموعة الشاهد عند مستوى معنوية 5%، واستخدم في إجراء التحليل الإحصائي برنامج SPSS الإصدار 20.

النتائج والمناقشة:

- **التعداد الكلي للكريات البيضاء:**

أظهرت نتائج حساب تعداد الكريات البيضاء في عينات الدم المأخوذة من طيور المجموعتين، والموضحة في الجدول (2) أدى إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في تعداد كريات الدم البيضاء عند مجموعة الإجهاد (20.06 ±0.31) بالمقارنة مع عينة الشاهد (22.4 ±0.2)، لوحظ أن هذه القيم تراوح بين (20,06–22,4) ألف كرية في ملم^3 من الدم وكانت قيم الدراسة قريبة من النتائج التي أشارت إليها Roushdy وآخرين (2020).

الجدول (2): متوسط تعداد كريات الدم البيضاء لعينات دم طيور مجموعتي الشاهد والإجهاد الحراري

المؤشر	الشاهد	الإجهاد الحراري
متوسط تعداد كريات الدم البيضاء WBC ألف كرية/ملم^3	22.4 ±0,2	*20,06 ±0,31

***وجود فروق معنوية مقارنة مع الشاهد ($P<0.05$)**

اتفقت النتائج مع ما أشار إليه Mashaly وآخرين (2004) بأن الإجهاد الحراري المزمن المستمر عدة أسابيع أدى إلى حدوث انخفاض عدد كريات الدم البيضاء الكلية وانخفاض في نسبة الخلايا اللمفاوية رافقه ارتفاع في نسبة الخلايا المتغايرة (غير المتجانسة)، بالتالي سبب خلل في نسبة heterophils / lymphocytes في الدم وأشار إلى أن التعرض لإجهاد حراري لفترة قصيرة أسبوع أو أقل لم يؤثر على تعداد الكريات البيضاء الكلية، وقد يعزى السبب في ذلك إلى عدم تضرر الأعضاء اللمفاوية المنتجة للكريات البيضاء خلال الفترات القصيرة للإجهاد الحراري، بينما أفاد Maxwell (1993) أنه في ظروف الإجهاد الشديد لا يمكن استخدام نسبة heterophils / lymphocytes كمقياس موثوق للإجهاد.

أشارت دراسة (Chauhan et al., 2021) إلى أن انخفاض عدد الكريات البيضاء يعني انخفاض المناعة وبالتالي زيادة الاستعداد للعدوى وحدوث الأمراض وهذا بحد ذاته يهدد حياة الكائن الحي.

قد يعود هذا الانخفاض إلى انخفاض وزن الأعضاء اللمفاوية مثل الغدة الصعترية وجراب فابريشوس والطحال وبالتالي انخفاض في أنواع الخلايا البيضاء، وقد يرجع هذا التدهور في الأعضاء اللمفاوية إلى ارتفاع تركيز القشرانيات السكرية (الكورتيزول، الكورتيكوستيرون) في ظروف الإجهاد الحراري (Siegel. 1995)

- **وزن الكبد والطحال:**

يبين الجدول رقم (3) متوسط وزن الكبد والطحال، إذ يلاحظ انخفاض معنوي ($P<0.05$) في أوزان الكبد والطحال في مجموعة الإجهاد الحراري بالمقارنة مع مجموعة الشاهد، فلدى إجراء مقارنة بين المجموعتين كان متوسط وزن الكبد ومتوسط وزن الطحال في مجموعة الشاهد (38.7 و2.24) على التوالي، أعلى مقارنة مع معاملة الإجهاد الحراري والتي كان متوسط وزن الكبد والطحال فيها (33.6 و1.88) على التوالي.

الجدول (3): متوسط وزن الكبد والطحال بالـ غرام

المؤشر	المجموعة	
	الشاهد	الإجهاد الحراري
وزن الكبد غرام	38.7 ±0.64	*33.6 ±0.41
وزن الطحال غرام	2.24 ±0.04	*1.88 ±0.02

***وجود فروق معنوية مقارنة مع الشاهد (P<0.05)**

يعد انخفاض وزن الطحال من أهم المؤشرات على الخلل المناعي عند الطائر إذ يرتبط وزن الطحال بشكل كبير بوظيفة المناعة في الدجاج والثدييات على حد سواء (Felver-Gant *et al.,* 2012)

بالمقابل يعد انخفاض وزن الكبد من العلامات المميزة لاختلال وظائف التمثيل الغذائي ووظائف المناعة (Zaefarian *et al.*, 2019).

وقد اتفقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Felver-Gant وآخرين (2012) الذي أفاد بانخفاض أوزان الكبد والطحال عند الدجاج البياض المعرض للإجهاد الحراري المزمن، ومع نتائج دراسة Tang وآخرين (2022) الذي وجد أن تعرض دجاج اللحم للإجهاد الحراري لمدة أسبوعين أدى إلى انخفاض في وزن الكبد

كما اتفقت النتائج مع ما توصل إليه Bartlett و Smith (2003) بأن دجاج اللحم المعرض للإجهاد الحراري تنخفض فيه أوزان الكبد والأعضاء اللمفاوية (الطحال، الجراب، الغدة الصعترية) وقد عزى هذا الانخفاض إلى انخفاض معدل استهلاك الأعلاف، وبالتالي عدم توفر العناصر الغذائية الأساسية اللازمة لحدوث تطور سليم لهذه الأعضاء، وقد يعزى انخفاض وزن الكبد إلى انخفاض تناول العلف بشكل عام وانخفاض وزن الجسم (Bartov.1996).

تم اقتراح أن نشاط محور ما تحت المهاد والغدة النخامية والكظرية HPA الناجم عن الإجهاد وما ينتج عنه من إطلاق لهرمونات الكظرية مسؤولاً عن الآثار السلبية التي لوحظت على الوظائف المناعية عند الدواجن وانخفاض وزن الأعضاء اللمفاوية كالطحال والغدة الصعترية وجراب فابريشوس (Quinteiro *et al.,* 2010).

الاستنتاجات والتوصيات:

- **الاستنتاجات:**
- التأثير السلبي لدرجات الحرارة المرتفعة على تعداد الكريات البيضاء.
- انخفاض وزن كل من الكبد والطحال بسبب الإجهاد الحراري.
- انخفاض المناعة بسبب درجات الحرارة المرتفعة.
- **التوصيات:**
- ضرورة البحث عن آليات جديدة لرفع مناعة الطيور المعرضة لظروف الإجهاد الحراري.
- استخدام وسائل فيزيائية أو دوائية أو غيرها لتخفيف تأثيرات الحرارة المرتفعة.
- تطبيق العزل الجيد في مساكن الدواجن واعتماد نظم الرعاية المغلقة.
- الاستمرار في البحث عن مؤشرات فيزيولوجية أخرى للكشف عن الإجهاد الحراري للعمل على تجنب إجهاد الطيور مما ينعكس ايجاباً على أداءها الإنتاجي، وبالتالي تفادي الخسائر الإنتاجية والاقتصادية.

References:

1- BARTLETT, J.R; SMITH, M.O. (2003) *Effects of different levels of zinc on the performance and immune competence of broilers under heat stress*. Poult. Sci. 82, 1580–1588.

2- BARTOV, I. (1996). *Inter-relationship between the effects of dietary factors and feed withdrawal on the content and composition of liver fat in broiler chicks*. Poult. Sci. 75, 632–641

3- BHADAURIA, P.; KATARIA, J.; MAJUMDAR, S.; BHANJA, S.; DIVYA. and KOLLURI, G. (2014). *Impact of Hot Climate on Poultry Production System-A Review*. Journal of Poultry Science and Technology. Vol 2 | Issue 4 | Pages 56-63

4- BRUGALETTA G.; TEYSSIER J-R.; ROCHELL SJ.; DRIDI S and SIRRI F (2022), *A review of heat stress in chickens. Part I: Insights into physiology and gut health*. Front. Physiol. 13:934381.

5- CHAUHAN, S. S.; RASHAMOL, V. P.; BAGATH, M.; SEJIAN, V. and DUNSHEA, F. R. (2021). *Impacts of heat stress on immune responses and oxidative stress in farm animals and nutritional strategies for amelioration*. Int. J. Biometeorol. 65, 1231–1244.

6- FELVER-GANT JN.; MACK LA.; DENNIS RL.; EICHER SD. and CHENG HW (2012). *Genetic variations alter physiological responses following heat stress in 2 strains of laying hens*. Poultry Science, 91: 1542-1551

7- LARA, L. and ROSTAGNO, M. (2013*). Impact of Heat Stress on Poultry Production*. Animals 3, 356-369

8- MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O. and PATTERSON, P.H. (2004). *Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens*. Poult. Sci.83, 889–894

9- MAXWELL, M.H (1993). *Avian blood leucocyte responses to stress.* World's Poultry Science Journal. 49:34-43.

10- NATT, M. and HERRICK, C. (1952). *A New Blood Diluent for Counting the Erythrocytes and Leucocytes of the Chicken*. Poult Sci 31: 735-738

11- QUINTEIRO-FILHO, W.M.; RIBEIRO, A.; FERRAZ-DE-PAULA, V.; PINHEIRO, M.L.; SAKAI, M.; SA, L.R.M.; FERREIRA, A.J.P. and PALERMO-NETO, J (2010). *Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens*. Poultry Science 89:1905–1914

12- ROUSHDY, E.; ZAGLOOL, A and HASSAN, F. (2020) *Thermal stress consequences on growth performance, immunological response, antioxidant status, and profitability of finishing broilers: transcriptomic profile change of stress-related genes*. Springer Nature B.V. doi.org/10.1007/s11250-020-02405-4

13- SAEED, M.; ABBAS, G.; ALAGAWANY, M.; KAMBOHE, A.; ABD EL-HACK, M.; KHAFAGAF, A. and CHAOA, S. (2019). *Heat stress management in poultry farms: A comprehensive overview*. Journal of Thermal Biology. 84 :414-425.

14- SIEGEL, H.S. (1995). *Stress, strain and resistance.* Brit. Poultry Sci, vol. 36 pp. 3-22, 1995.

15- SILANIKOVE, N. (2000). *Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants*. Livest. Prod. Sci. 67:1–18.

16- SUMMER, A.; LARA, I.; FORMAGGIONI, P. and GOTTARDO, F. (2019). *Impact of heat stress on milk and meat production.* animal frontiers. Vol. 9, No. 1.

17- TANG, L.; LIU, Y.; ZHANG, J.; DING, K.; LU, M and HE Y. (2022). *Heat stress in broilers of liver injury effects of heat stress on oxidative stress and autophagy in liver of broilers*. Poultry Science 101:102085

18- WASTI, S.; SAH, N. and MISHRA, B. (2020). *Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies*. Animals, 10, 1266

19- ZAEFARIAN, F.; ABDOLLAHI, M.; COWIESON, A. and RAVINDRAN V. (2019). *Avian Liver: The Forgotten Organ.* Animals 2019, 9, 63