جـامعة القادسية
كلية الزراعة
قسم الثروة الحيوانية

دراسة اهم التـأثيرات الفسـيولوجية التـي يسـببها التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة (الاجهاد الحـراري) على الحيوانات

بحث مقدم الى

قسـم الثروة الحيوانية / كلية الزراعة/جامعة القادسية وهو جزء من

متطلبات نيل درجة البكالوريوس في العلوم الزراعية

من قبل

فلاح صباح

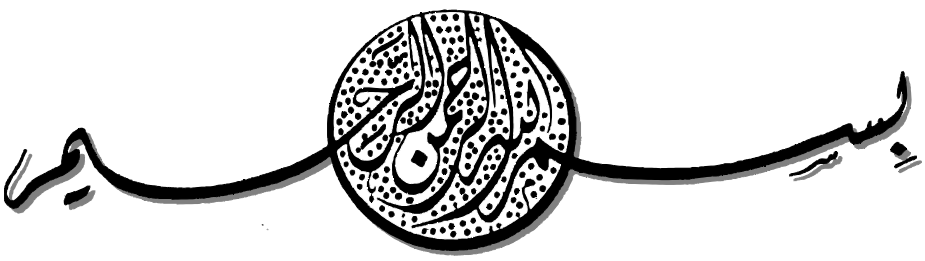
إشراف

م. نجلاء عبيس

هلول الجبوري

1437 هـ 2016م

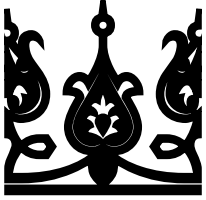
قرآن كريم



﴿ وَاللَّهُ جَعَلَ لَكُمْ مِمَّا خَلَقَ ظِلَالًا وَجَعَلَ لَكُمْ مِنَ
الْجِبَالِ أَكْنَانًا وَجَعَلَ لَكُمْ سَرَابِيلَ تَقِيكُمُ الْحَرَّ
وَسَرَابِيلَ تَقِيكُمْ بَأْسَكُمْ كَذَلِكَ يُتِمُّ نِعْمَتَهُ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ
تُسْلِمُونَ ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة النحل الاية (81)



شكر و تقدير

﴿وَقَالُوا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ﴾

صدق الله العظيم

الحمد لله الذي أنزل القرآن تبيانا لكل شيء ، وهدى ورحمة وشفاء لما في الصدور، و الصلاة والسلام على المبعوث رحمة للعالمين سيدنا محمد و آله الطيبين الطاهرين، حجج الله على خلقه.

وبعد، فإننا نتوجه بالثناء الجميل والشكر الجليل الى المولى عز وجل ونشكره على توفيقه لنا واعترف بفضل رئاسة قسم الثروة الحيوانية لما قدمته من مساعدة كريمة فـ شكرا لهم جميعـــــــاً وامد شكري الى كادر كلية الزراعة في جامعة القادسية وقسم الثروة الحيوانية لما ابدوه من تعاون ومساندة طيلة مدة دراستي ، كما أوجه شكري واعتزازي الى الأستاذة الفاضلة نجلاء عبيس هلول ، ولا أزال شاكراً لزملائي وزميلاتي جميعهم من طلبة كلية الزراعة وبالخصوص قسم الثروة الحيوانية ، و يدفعني الامتنان لتوجيه شكري لكل صديق صفي شرفني بمساندته أو أعانني بلسانه، واخص منهم بالذكر حسن, ليث, محمد, وفاء, أمجد, فلاح, سارة, رسل, و ليس لي إلا أن ابتهل أليه، جل وعلا، كي يثيبكم في الدنيا والآخرة على طريق العلم والمعرفة، ويجعل حياتكم مكللة بالنجاح. وفي الختام يطيب لي أن ابتهل إلى المولى القدير أن يحمل عني عناء الشكر والتقدير لأبي وأمي وإخوتي مما لا أستطيع أن أحمله من الجزاء والثواب لهم جميعا وان يجعل عملي هذا خالصا لوجهه الكريم، والحمد لله رب العالمين.

الإهـــــداء

إلى

نبع المحبة الذي لا ينضب والدتي ووالدي وشموعي المضيئة إخوتي

والى

من أحب العلم واجتهد وسعى لخدمة الإنسانية أهدي ما قاله الإمام علي

﴿عليه السلام﴾

لا فضلَ إلا لأهل العلمِ إنهمُ ... على الهُدى لمن استهدى أدلاءُ

وقيمةُ المرءِ ما قد كانَ يحسنه ... والجاهلونَ لأهلِ العلمِ أعداءُ

نُقسِمُ بعلمٍ ولا نبغي له بدلا ... فالناسُ موتى وأهلُ العلمِ أحياءُ

المقدمة Introduction

شهدت السنوات الأخيرة ارتفاعاً في درجات الحرارة في ظل الآثار المترتبة على الاحتباس الحراري، إذ أكدت التقارير العلمية أن النشاط الصناعي والسكاني الحالي يزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري على مستوى الكرة الأرضية، ويؤدي الى ارتفاع في درجة الحرارة وزيادة في موجات الجفاف والتصحر في مناطق واسعة من العالم، وأكدت الدراسات أن هناك علاقة بين زيادة درجة حرارة الأرض اليابسة والبحار مع زيادة انتشار مجموعة من الأمراض المعدية للإنسان في عدة مناطق من العالم (WHO, 2002).

تنقسم الحيوانات إلى نوعين رئيسين من حيث التنظيم الحراري: حيوانات داخلية المصدر الحراري Endothermic وهي التي تسمى أيضاً بذوات الدم الحار أو ثابت الحرارة مثل: الثدييات والطيور والقليل من الزواحف والأسماك السريعة العوم والحشرات، إذ تمتلك هذه الحيوانات سرعة عالية لإنتاج الحرارة من الأيض، وسرعة بطيئة لتوصيل الحرارة من الجسم الى الخارج، وهي تُحافظ على درجة حرارة أجسامها ثابتة بالاتزان فيما بين إنتاج الحرارة وفقدها، وحيوانات خارجية المصدر الحراري Ectothermic وهي التي تسمى بذوات الدم البارد أو حيوانات متغيرة الحرارة، مثل الزواحف والأسماك والبرمائيات، وهذه الحيوانات تتأثر حرارة أجسامها بسهولة بحرارة البيئة المحيطة وهي تفقد سريعاً الحرارة التي تنتُجها وهي تحرر نفسها جزئياً من التغيرات الحرارية المحيطة عن طريق بحثها عن بيئات ذات درجات حرارة مناسبة أو بتنظيم حراري سلوكي، أو بضبط الأيض مع درجة الحرارة السائدة من خلال تغيرات الكيموحيوية (ال صفر، 2006).

تعتمد الآثار الناجمة من التغيرات في درجات الحرارة على مقدار درجة الحرارة ومدة التعرض لها ودرجة تأقلم الحيوان حالته الفسيولوجية وعمر الحيوان وسلالته ومدى إصابته أو سلامته من الأمراض، وبعض حالات الإجهاد الحراري العالي يمكن أن تحدث استجابات فسيولوجية وسلوكية وتغيرات إنتاجية ولكن المستمر منها يمكن أن يؤدي الى الموت إذ يكون تأثير الحرارة أكثر في حالة كوّن الحيوان مصاباً باضطراب فسيولوجي سواء كان عضوياً أو مرضاً معيناً(بابور، 2010) .

إن الإجهاد يؤدي إلى تكوين الجذور الحرة بشكل مفرط والتي تعد العامل الأساس لحدوث تهديد في الاستتباب الداخلي Homeostasis في الكائنات المختلفة، والإجهاد البيئي ومن ضمنهُ الحراري هو الظاهرة التي تُسبب بشكل رئيس الإجهاد التاكسدي (Dhanalakshmi *et al.*, 2007).

الهدف من الدراسة Aim of study

في ضوء ما تقدم، هدفت الدراسة الحالية الى التعرف على مصادر توليد او انتاج الحرارة في اجسام الحيوانات وطرق فقدانها فضلا عن التعرف على ما المقصود بالتنظيم الحراري والطرق او الوسائل التي يتم بها باختلاف الحيوانات، اضافة الى التعريف بالإجهاد الحراري واهم التأثيرات او التغيرات التي يسببها في اصناف متعددة من الحيوانات والتي شملت:

1. التغيرات الهرمونية أثناء الإجهاد الحراري
2. التغيرات الدموية أثناء الإجهاد الحراري
3. التغيرات المناعية أثناء الإجهاد الحراري
4. التغيرات في مضادات الأكسدة أثناء الإجهاد الحراري
5. التغيرات الكيموحيوية أثناء الإجهاد الحراري

علاوة على ذلك، ونظرا لصعوبة تجنب التغيرات المناخية عموما والتغير في درجة الحرارة على وجه الخصوص لكونه سيتطلب تغييرات ضخمة تكنولوجية واقتصادية و مؤسسية وسلوكية وسيتطلب كذلك قيادة على جميع مستويات المجتمع، تم التطرق في الدراسة الحالية بشكل مختصر على اهم الوسائل التي يمكن من خلالها التخفيف او مقاومة تأثيرات الاجهاد الحراري سواء عن طريق تعديل البيئة المحيطة بالحيوان بوسائل التبريد والتهوية والتظليل المختلفة فضلا عن انتخاب الاصناف ذات القدرة الاعلى على التكيف مع الارتفاع في درجات الحرارة فضلا عن التعرف على بعض المركبات التي لها القدرة على التقليل من الاثار السلبية التي يسببها التعرض للحرارة العالية.

2-استعراض المراجع Review of Literature

(2-1): الحرارة Heat

تؤكد العديد من الدراسات والأبحاث العلمية أن التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية التي زاد حدوثها خلال السنوات الأخيرة الماضية أسهمت بزيادة انتشار عدة أمراض ميكروبية معدية، كما أدت الى زيادة في معدل الوفاة والإصابة بالأمراض بين البشر في العالم. وتؤكد التقارير العلمية أن النشاط الصناعي والسكاني الحالي يزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري على مستوى الكرة الأرضية، ويؤدي الى ارتفاع في درجة الحرارة وزيادة في موجات الجفاف والتصحر أو فيضانات المياه في مناطق واسعة من العالم وتؤكد الدراسات أيضاً أن هناك علاقة بين زيادة درجة حرارة الأرض اليابسة والبحار مع زيادة انتشار مجموعة من الأمراض للإنسان في عدة مناطق من العالم (WHO, 2002).

كما وتُعد الحرارة المحيطة عاملاً مهماً في عملية المحافظة على الاتزان الحراري داخل الجسم، وتُعرف الحرارة التي تُمكن الحيوان من القيام بنشاطاته الفسيولوجية بكفاءة عالية بدرجة الحرارة المُثلى Normalthermia وانخفاض حرارة الجسم Hypothermia عن الحرارة المُثلى يؤدي الى إبطاء العمليات الأيضية وانخفاض كمية الطاقة التي يستخدمها الحيوان للنشاط والتكاثر، أما الارتفاع الحراري Hyperthermia فانه يؤدي الى جعل التفاعلات الأيضية غير متزنة وتتعطل التفاعلات الأنزيمية أو تتلف ويتم الحفاظ على درجات الحرارة الجسم ثابتة عن طريق التوازن الدقيق مابين إنتاج الحرارة ومابين فقدها (Klein *et al.*, 1999).

(2-1-1): إنتاج الحرارة Production of heat

يتم إنتاج الحرارة داخل الجسم باليات عديدة أهمها العمليات الأيضية التي تجري داخل الخلايا الحية التي بمجملها تعرف بمعدل الأيض الأساسي الذي يعني الحد الأدنى من الطاقة الضرورية لبقاء الفرد على قيد الحياة إذ تؤدي العمليات الأيضية التي تشمل عملية الهدم Catabolism في الخلايا الى إطلاق الطاقة منها بشكل مستمر، والطاقة الناتجة يُستفاد منها في انجاز عمل أو شغل يساعد الجسم على القيام بالأفعال الحيوية المختلفة، لكن عملية تحويل الطاقة الى شغل ليس كاملة الفعالية، فالجسم كفاءتهُ في تحويل الطاقة المخزونة في المواد الغذائية الى شغل لاتزيد عن 20%، أما الباقي وهو 80% فيتبدد في الجسم على شكل حرارة (العبد الله،

2012). وهناك عدة عوامل تؤثر في معدل الأيض الأساس التي من شأنها أن تؤثر في إنتاج الحرارة، ومنها الهرمونات اذ تؤدي الهرمونات دوراً مهماً ورئيساً في إنتاج الحرارة نتيجة لأثر الهرمونات التي بإفرازها تؤدي الى زيادة معدل الأيض ومن ثم زيادة الإنتاج الحراري ومن أمثلة هذه الهرمونات الابنفيرين Epinephrine والنوارابنفيرين Norepinephrine وهرموني الغدة الدرقية T4 &T3 وهرمونات قشرة الغدة الكظرية وأهمها هرمون الـ Cortisol (Peter, 2002).

وهناك العديد من العمليات الايضية تحدث عن طريق الانقباضات اللاإرادية للعضلات الهيكلية، إذ إن تقلصها من شأنه أن يزيد من أنتاج الحرارة عن طريق تأثيره غير المباشر في معدل الأيض إذ تؤدي العضلات الهيكلية دوراً أساسياً في توليد الحرارة بسبب وزنها الكبير بالنسبة للجسم إنّ التمارين الشديدة هي خير مثال على إنتاج الحرارة في هذا المجال، فعند ممارسة التمارين فان معدل أيض الطاقة سوف يزداد بحوالي 25 مرة عن الحالة الاعتيادية، وقد تكون هذه الزيادة في كمية الحرارة ناتجاً عن أن العضلات تتطلب طاقة كيميائية أثناء انقباضها وانبساطها (Boulant, 2000).

يزداد معدل الأيض لشخص ما في حالة الراحة أثناء التهامه للغذاء ويبقى مرتفعاً بعد ذلك عدة ساعات وتدعى هذه الظاهرة الفعل الديناميكي النوعي للغذاء أو توليد الحرارة المستثار بالغذاء Food-induced thermogenesis (العبد الله، 2012).

هناك عوامل أخرى قد تُعد ثانوية في تأثيرها في معدل الأيض ومنها الجنس والعمر وحجم الجسم والحرارة الخارجية، فالعمر أيضاً له علاقة بالأيض فكلما قل العمر ازداد معدل الأيض، إذ أنه عند الأطفال يزداد معدل الأيض بمقدار مرتين عما هو عند الكبار، وهذا يرجع الى أن نمو الأطفال يحتاج الى كميات متزايدة من الطاقة الكيميائية من اجل بناء المركبات الكيميائية اللازمة لبناء المركبات الضرورية لانقسام الخلايا، إضافة الى دور الجنس ومدى تأثيره في الأيض حيث إن النساء أوطأ أيضاً من الرجال، وقد يرجع ذلك الى وجود بعض الأنسجة غير النشطة في النساء (Guyton &Hull, 2006).

(2-1-2): فقدان الحرارة Heat loss

تتكون معظم الحرارة في الجسم من الأعضاء أو الخلايا الموجود في الجزء العميق من الجسم وخاصة في الكبد والقلب والعضلات والدماغ ومن ثم تحول هذه الحرارة من الأعضاء العميقة الى الأنسجة ثم الى الجلد، إذ تُفقد الى الهواء وكل ما يحيط بالجسم. ولهذا فان سرعة فقدان الحرارة تعتمد على عاملين، هما: السرعة التي يتم بها توصيل الحرارة من مكان توليدها في أعماق الجسم الى الجلد، والسرعة التي يمكن بها تحويل الحرارة من الجلد الى المحيط وهذا يتم بعدة طرق، اهمها التوصيل والتبخر والحمل (Bernard *et al.*, 2002).

(2-2): التنظيم الحراري Thermoregulation

يُعرَف التنظيم الحراري بأنه إدامة حرارة الجسم ضمن الحدود الطبيعية أو ضمن الحالة المتزنة، , إيجاد التوازن بين الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة (Agarwal & Prabhakaran, 2005).

إذ إن درجة جسم اللبائن تختلف من يوم الى يوم ومن وقت الى آخر، ولكن هذا التغيير عادة ليس بالتغيير الكبير إذ انه يتراوح مابين (±1)م°، وقد أشار Silvestri وجماعته (2005) إن آليات التنظيم الحراري تقسم الى آليات إجبارية في توليد الحرارة Obligatory thermogenesis واليات اختيارية في توليد الحرارة Facultative thermogenesis فالأولى تشير الى أن عملية التنظيم تتم عن طريق الطاقة التي تحرر على شكل حرارة نتيجة فعاليات الخلايا والأعضاء المختلفة والجزء الأكبر من تلك الحرارة تُجهز بوساطة معدل الأيض الأساس الذي يشير الى اقل معدل من الطاقة لأجل إدامة العمليات الحيوية، ومن ثمَّ تعمل على تسخين أو تدفئة الجسم، أما الآليات الاختيارية فهي الحرارة التي تولد نتيجة لحدوث تغير في البيئة الخارجية أو المحيط مثل توليد الحرارة بعمليات غير ارتعاشية Non Shivering Thermogenesis (NST) ويمكن أن يقسم التنظيم الحراري الى:

(2-2-1): التنظيم العصبي للحرارة Neural thermoregulation

تُعد تحت المهاد Hypothalamus في الدماغ المركز الرئيس لتنظيم الحرارة، وتلعب دوراً مهماً في تكامل المعلومات الحرارية، إذ إن تحت المهاد تحتوي ثلاثة أنواع من الخلايا هي الخلايا

الحساسة للبرودة Cold sensitive cell وخلايا حساسة للحرارة Warm sensitive cells و خلايا غير حساسة Insensitive cells. (Brooks *et al.*, 2005).

إن المعلومات أو الإشارات الواردة من الجلد أو الأحشاء التي تدل على حدوث تغيير في درجة الحرارة تُنقل عبر المستقبلات الحرارية الواردة الى مركز التنظيم الحراري الموجود في تحت المهاد الذي يقوم باستقبال تلك المعلومات ليّكون الاستجابات المناسبة لها من حيث الاستجابات المضادة للارتفاع الحراري والمضادة للانخفاض الحراري تُنقل تلك الاستجابات من مركز تكامل المعلومات عبر الأعصاب الودية أو الجسمية الى الأعضاء المختلفة لتمنع التغيير الحاصل في درجات الحرارة (Sharma, 2002).

وقد أشارا Sembulingan وSembulingan (2003) الى إن تحت المهاد تقسم الى منطقتين منظمتين لدرجة حرارة الجسم وهما المنطقة الأمامية وهي مركز الفقدان الحراري والمنطقة الخلفية وهي مركز الإنتاج الحراري، فعند ارتفاع درجة حرارة الجسم فان درجة حرارة الدم يتم تحسسها بوساطة مستقبلات حرارية موجودة في تحت المهاد في المنطقة الأمامية التي تعمل بميكانيكيتين: الأولى تحفيز الغدد العرقية على إفراز العرق والتخلص من الحرارة الزائدة، والثانية هي تنشيط الدورة الدموية الوريدية لتقل في مركز الجسم وتزداد عند سطح الجسم (عند الجلد) وبالتالي يفقد الجسم الحرارة من الجلد أما عند انخفاض درجة حرارة الجسم فان درجة حرارة الدم يتم تحسسها بوساطة مستقبلات حرارية موجودة في تحت المهاد في المنطقة الخلفية التي تعمل بميكانيكيتين أيضاً الأولى تحفيز المنطقة الخلفية للعضلات الهيكلية للارتجاف من اجل إنتاج الحرارة والثانية تنشيط الدورة الدموية الوريدية لتقل في سطح الجسم وتزداد عند مركز الجسم ومن ثمّ يمنع فقدان الحرارة من الجلد .

(2-2-2): **التنظيم الحراري الهرموني** Hormonal thermoregulation

تُعد الغدة الدرقية من الغدد المهمة والرئيسة في تنظيم درجة حرارة الجسم، وللتغيير في درجة حرارة المحيط الخارجي أهمية في تغيير إفراز هرمونات الدرقية التي تؤدي الدور المهم في تغيير معدل الأيض الأساس الذي من شأنه يؤدي الى تغيير في درجة حرارة الجسم (Rasool *et al.*, 2004). وأشار عدد من الباحثين في دراساتهم الى تأثير فصول السنة من حيث

التغير في درجات الحرارة في هرمونات الدرقية في العديد من الحيوانات كالجاموس والماعز والأغنام (Nazifi *et al.*, 2003).

فمن المعروف أن هرمونات الغدة الدرقية تؤثر في عمليات تنظيم درجات الحرارة وتكيفها مع الوضع الحالي، إذ إن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي الى انخفاض إفراز هرمونات الدرقية وبالتالي سوف يقلل من معدل الأيض الذي له الدور الرئيسي في إنتاج الحرارة ويرافق ذلك قلة في إفراز هرموني النمو Growth hormone والبرولاكتين Prolactin والكاتيكولامينات Catecholamine كما إن هرمونات محور تحت المهاد– النخامية– الدرقية Hypothalamic-Pituitary-Thyroid axis (HPT) تؤدي دوراً مهماً في تنظيم درجة الحرارة من حيث تأثيرها الأساسي والمباشر في الثايروتروبين الهرمون المحفز لإنتاج هرمونات الدرقية الذي يعمل بشكل انتقائي وتلقائي على هرمونات الدرقية، إذ انه يعمل على تنظيم كل مراحل تخليق وإفراز هرمونات الدرقية، فعندما تحدث الأكسدة الفسفورية أو أي حالة قلق سوف تؤدي الى زيادة إنتاج الحرارة، إذ إن هرمونات الدرقية ستكثف عمليات الهدم الايضية وتؤثر في أيض الدهون والكاربوهيدرات (Pilch *et al.*, 2003).

(3-2-2): التنظيم السلوكي للحرارة Behavioral regulation of heat

للجسم آليات أخرى لتنظيم درجة الحرارة إضافة الى آليات التنظيم اللاشعوري أو الذاتي والتي قد تُعد أهم منها، وهي آليات التنظيم السلوكي، فعندما تصبح درجة الحرارة عالية داخل الجسم فانه سوف تعطي أشارات من الدماغ للتحكم في درجة الحرارة إحساساً نفسياً بفرط الإحماء وعلى العكس من ذلك عندما يصبح الجسم بارداً تولد الإشارات من الجلد ويحتمل كذلك من مستقبلات الجسم العميقة شعوراً بعدم الراحة وبذلك يقوم الشخص بتعديلات لأجل استعادة راحته (Guyton & Hall, 2006).

الحيوانات التي تعيش في البيئات الباردة تحافظ على درجة حرارة جسمها عن طريق منع فقدان الحرارة، ففراؤها ينمو بصورة أكثر كثافة لزيادة كمية من المواد العازلة، وفي الإنسان مثلاً في حالة التعرض للجو البارد تزداد عنده الرغبة في ارتداء الملابس الثقيلة والمتكونة من عدة طبقات حتى تزداد قدراته على العزل لمنع الفقد الحراري ويحاول الجلوس في أماكن بعيدة عن التيارات الهوائية، أما بالنسبة للحيوان فنجد أن الحيوانات تتجمع بجوار بعضها بطريقة متداخلة ومتلامسة مع بعضها البعض وفي ركن بعيد عن الهواء في الحظيرة (Gant *et al.*, 2004).

(2-3): الإجهاد الحراري Heat stress

الإجهاد الحراري يشير إلى مدة قصيرة ومفاجئة وعالية أو مدة طويلة مزمنة للغاية من التعرض لدرجة الحرارة، كما إن الإجهاد الحراري يشير إلى تمديد أوقات درجات الحرارة المرتفعة (Emery, 2004). وان من العوامل التي تؤدي إلى الإجهاد الحراري هي ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة، والتعرض المباشر للشمس أو الحرارة، والمجهود البدني، وبعض الأدوية، والتعرض للأماكن الساخنة.

كما أن الإجهاد الحراري يشير إلى الجمع بين كل العوامل التي تؤدي إلى اكتساب الحرارة وفقدانها في الجسم، أو أن الإجهاد الحراري هو القوة التي تحمل على الجسم على المستوى الخلوي، ويشمل الإجهاد الحراري الإرهاق الحراري والصدمة الحرارية الناتجة من ارتفاع الحرارة ومخاطر صحية تحدث نتيجة الإجهاد الحراري التي تسبب توتراً مستمراً غير مريح، إذ تحدث فيه زيادة في درجة حرارة الجسم درجتين عن حرارة الجسم الاعتيادية (Riddell & Perkins 2009).

(2-3- 1): التغيرات الهرمونية أثناء الإجهاد الحراري
Hormonal changes during heat stress

للإجهاد بصورة عامة والإجهاد والحراري بصورة خاصة التأثير الأكبر على جهاز الصمي Endocrine system الموجود في الجسم وخاص في الهرمونات التي تلعب دوراً مهماً في الإنتاج والفقد الحراري، ومن المسلمات أن الإجهاد البيئي ومن ضمنه الإجهاد الحراري لديه القدرة على تنشيط محور تحت المهاد- النخامي- الكظري القشري Hypothalamo-Pituitary-Adrenal cortical axis (HPA) ومحور لب الكظري- السمبثاوي Sympatho-Adrenal medullary axis (SA) (Minton, 1988)، وهذا يؤدي الى زيادة تركيز هرمون الكورتيزول في البلازما، وأقل في كثير من الأحيان زيادة الابنفيرين والنوارابنفيرين في البلازما المجهدة حرارياً.

ذكر Collier وجماعته (2005) أن الإجهاد الحراري قد أدى الى انخفاض وزن المواليد من العجول، وكان انخفاض وزن المواليد من العجول يرتبط بانخفاض تركيز الأسترون Esterone وارتفاع تركيز البروجسترون Progesterone في البلازما في الحيوانات المجهدة حرارياً، كما إن التعرض لدرجة الحرارة المرتفعة قصيرة الأمد يؤدي الى حدوث ارتفاع في الكورتيكوستيرون

والكاتيكولامينات، كما وجد أن هناك زيادة في البرولاكتين وانخفاضاً في الالدوسترون في حالة الإجهاد الحراري.

(2-3-2) التغيرات الدموية أثناء الإجهاد الحراري

Hematological changes during heat stress

يعد الدم من الأنسجة الضامة المتخصصة واهم السوائل الجسمية التي تدور فيه خلايا الدم المختلفة، فضلاً عن ذلك يعد الدم مقياساً لتحديد التغيرات التي تحدث في الجسم سواء كانت فسلجية أو مرضية، وان أي انحراف في الفعاليات الفسلجية للجسم ينعكس على مكونات الدم وخواصه ومن هذا فان الإجهاد بكافة أنواعه له تأثيرات عديدة في المكونات الخلوية للدم، إذ ذكرت العديد من المصادر الى وجود انخفاضٍ أو عدم وجود تغيير في عدد كريات الدم الحمراء Red blood cells، في الحيوانات التي تتعرض لدرجة حرارة بيئية عالية، وفسر Terajima وجماعته (2000) ذلك الى حالة التدمير التي تصيب كريات الدم الحمراء في درجة حرارة 42م°.

وبين Kume وجماعته (1998) انخفاض قيمة (PCV) وتركيز الهيموكلوبين في دم العجول المعرضة لدرجات الحرارة العالية لأوقات طويلة. كما أظهرت دراسة Al-Haidary وجماعته (2003) على الأبقار أن التعرض لدرجات الحرارة العالية يسبب زيادة في حجم الكرية المرصوص وان هذا الارتفاع هو تكيف لأجل تجهيز الماء الضروري للتبخير وعملية التبريد وعلى العكس من ذلك فقد أشار El-Nouty وجماعته (1990) الى انخفاض تركيز حجم الكرية المرصوص في الماشية المجهدة حرارياً وعزوا ذلك الى التخفيف الحاصل في الدم، إذ ينقل الدم الى مناطق أخرى للتبريد في الدورة الدموية، إذ يكون هناك تأثير للإجهاد على الهيموكلوبين

وقد وجد Al-Haidary وAl-Hassan (2003) في دراسة أُجريت على أبقار الحليب أن عدد كريات الدم الحمراء والنسبة المئوية للكريات وتركيز الهيموكلوبين في الحيوانات التي تعاني من الإجهاد الحراري كانت أعلى من الحيوانات الأخرى التي لم تتعرض للإجهاد الحراري، وعلى الجانب الأخر وجد AL-Haidary **(2005)** في إناث الإبل العربية أن التعرض الحراري في الصيف كان له تأثير واضح على قيم المكونات الخلوية والبروتين الكلي والألبومين، حيث زادت معنوياً مع زيادة حرارة الجسم.

(2-3-3) التغيرات المناعية أثناء الإجهاد الحراري

Immunological changes during heat stress

إن الإجهاد يستطيع أن يغيّر أو يعدل الوظيفة المناعية بوساطة بعض الآليات المتاحة وإحدى تلك الآليات تتضمن تغيرات في الجهاز الصمي والتي تتبعها تحورات في الوظيفية المناعية، وأشار كلٌّ من AL-Toum و AL-Johany (2000) في دراستهما على نوع من الغزلان الآدمي الى أن درجة حرارة الموسم مع الحرمان من الماء أدت الى تغيير معنوي في صفات الدم الخلوية وان حرارة الصيف أدت الى ارتفاع معنوي في عدد خلايا الدم البيض وكريات الدم الحمراء ونسبة المكونات الخلوية وتركيز الهيموكلوبين، وقد أوضح الباحثان أن تلك التغيرات حدثت نتيجة استجابات فسيولوجية للإجهاد الحراري وماسببه من انخفاض حجم سوائل الجسم

وأكد Hassan وAbd El-Rahim (2010) وجود انخفاضاً في عدد الخلايا البيض الكلي وكان أهم نقصان في الخلايا اللمفية دون تغير إحصائي كبير في عدد الوحيدات.

في حين أن Mostafa (2005) ذكر أن انخفاضاً كبيراً في العدد الكلي لخلايا الدم البيض في الأرانب بعد التعرض للإجهاد الحراري لمدة 24 ساعة.

ولاحظ Mcfalane وجماعته (1989) حصول ارتفاع معنوي في الخلايا العدلة وانخفاضاً معنوياً في الخلايا اللمفية والقاعدية في الدجاج المعرض للإجهاد الحراري (35.5)م°، في حين لم يكن للإجهاد الحراري تأثير معنوي على الخلايا أحادية النواة والحمضة ووجد أيضاً ارتباطاً موجباً عالي المعنوية بين تركيز هورمون الكورتيزول المضاف لعليقة دجاج اللكهورن الأبيض مع نسبة (H/L)، بينما انخفضت معنوياً نسبة (H/L) عند إضافة فيتامين (C) بمقدار (100ملغم / كغم)، كما وجد أن الإجهاد الحراري يؤدي الى انخفاض معنوي في الفعالية البلعمية للخلايا البلعمية وانخفاض في كل الأجسام المضادة الأولية والثانوية في الطيور.

(2-3-4) التغيرات في مضادات الأكسدة أثناء الإجهاد الحراري

Antioxidant changes during heat stress

إن حالة الإجهاد تقود الى تكوين الجذور الحرة بشكل مفرط التي تُعد العامل الأساسي لحدوث تهديد التوازن في الاستتباب الداخلي للخلايا في الكائنات الهوائية والإجهاد البيئي ومن

ضمنه الحراري هو الظاهرة التي تسبب بشكل رئيسي الإجهاد التأكسدي وخللاً في حالة مضادات الأكسدة، (Dhanalakshmi *et al.*, 2007).

كما أن توليد الجذور الحرة يؤدي الى الإجهاد التأكسدي، والزيادة في أكسدة الدهون Lipid Peroxidation متزامنة مع زيادة تكوين الجذور الحرة وإن العوامل الخارجية ومن ضمنها الحرارة يمكن أن تسبب زيادة في الجذور الحرة Reactive oxygen Species (ROS) وهو ما يقود الى الإجهاد التأكسدي وذكر Altan وجماعته (2003) أن الإجهاد الحراري يزيد أكسدة الدهون التي تتزامن مع توليد الجذور الحرة والتي تكون قادرة على بداية أكسدة الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة وان مضادات الأكسدة سواء كانت الإنزيمية وغير الإنزيمية لها أهمية كبيرة للجسم للدفاع ضد الجذور الحرة الناتجة من الإجهاد التاكسدي المتولد بسبب التعرض للحرارة.

من هذا أوضح Sivakumar وجماعته (2010) في دراسة أجريت على الماعز لمعرفة تأثير الإجهاد الحراري في بعض المعايير ومنها مضادات الأكسدة وجود انخفاض في مستويات فيتامين **E** وفيتامين **C** في المجاميع المعرضة للإجهاد الحراري مقارنة مع مجموعة السيطرة. ولاحظ ارتفاعاً معنوياً لمستوى حامض اليوريك في بلازما الطيور المعرضة للإجهاد الحراري.

وفي دراسة أجريت على الجرذان عرضت لدرجات حرارة تتراوح بين (28 و30 و 35) م° إذ أظهرت النتائج أن تركيز الكلوتاثيون في المصل ينخفض في درجة حرارة 28 م° وارتفع كلما زادت درجة الحرارة بينما فيتامين E لم يحدث فيه تغيير بمختلف درجات الحرارة(Osorio *et al.*, 2003).

(2-3-5) التغيرات الكيموحيوية أثناء الإجهاد الحراري

Biochemical changes during heat stress

إن المعايير الكيموحيوية إحدى المؤشرات المهمة على مدى الحالة الصحية للكائن من النواحي الإنزيمية والايضية التي تتأثر بشكل أو بآخر بما يتعرض له الفرد من حالات الإجهاد المختلفة، إذ إن تعريض الكائن الحي الى أنواع مختلفة من الإجهاد يؤدي الى تكوين بروتين الصدمة الحرارية Heat Shock Protein (HSP)، إذ يشمل هذا الإجهاد التعرض لدرجات الحرارة العالية والمواد الكيمياوية المختلفة مثل، الايثانول، الزرنيخ، والسموم والمعادن الثقيلة، كما يتكون هذا البروتين في حالة احتباس الدم Ischemia ونقص الأوكسجين Hypoxia (Walker *et al.*, 2000).

ولقد أشار Gudev وجماعته (2007) في دراستهم على الجاموس الى أن مستويات البروتين الكلي بالبلازما انخفضت معنوياً أثناء التعرض للإجهاد الحراري، إذ إن التعرض في بدايته يسبب زيادة في تلك المعايير يتبعها تخفيف مكونات البلازما وهوما يؤدي الى انخفاض واضح في مستويات بروتينات الدم. وقد وجد Rassol *et al.*, (2004) ارتفاعاً في تركيز البروتين الكلي والألبومين خلال فصل الصيف، وان الزيادة في بروتينات المصل التي تلاحظ في هذه الدراسات تكون مؤشراً على فقدان السوائل الخارج خلوية بسبب التعرض للحرارة، وفي دراسة أخرى أُجريت على الجمال وجد أن التعرض لدرجات حرارة عالية يؤدي الى ارتفاع مستويات البروتين الكلي والألبومين والكلوبيولين وكذلك AST و ALT في فصل الصيف (Nazifi *et al.*, 2003) .

لقد لوحظ انخفاض في تركيز البروتين عند تعرض إناث فروج اللحم وذكورها لإجهاد حراري وكذلك زيادة في معدل تكوين الكلوكوز من مصادر غير كاربوهيدراتية وخصوصاً البروتينية استجابة للزيادة في معدل إفراز الهرمونات المسؤولة عن هذه العملية (الكورتيوكوستيرون بالدرجة الأولى والكلوكاكون بالدرجة الثانية) (Freeman, 1987).

(4-2) الطرق المتبعة لمقاومة الإجهاد الحراري Alleviation of heat stress

كما سبق توضيحه فإن هناك وسائل يلجأ إليها الحيوان للتعامل مع ظروف الجو الحار ولكن هذه الوسائل لا تمنع تاثر الكائن الحي مما يسبب اضرار صحية وخسائر اقتصادية قد تكون ضخمة مما يوجب أن تكون هناك إستراتيجية للمربى يساعد بها الحيوان في التغلب على هذه الظروف ويحافظ على إلانتاج . وتتلخص هذه الاستراتيجية بثلاث جوانب رئيسية تتمثل بما يلي

1. تعديل البيئة المحيطة بالحيوان. 2. التحسين الوراثي للحيوان.
3. استخدام بعض التعديلات في المواد الغذائية.

في شهور الصيف الحارة فإن إدارة وسائل الإيواء تحتاج إلى عناية خاصة العديد من نظم الإيواء التي يستخدمها المربيين من حظائر مبنية إلى الإيواء المفتوح في الأحواش وتحت ظروف أي نظام من نظم الإيواء فيجب أن تتوافر للحيوان المساحة الكافية للتغذية والشرب حتى لا تتنافس الحيوانات على هذه المساحات، وعند اشتداد

الحرارة تزداد الحاجة إلى التهوية الجيدة في أي من نظم الإيواء التي يستخدمها المربى بالإضافة إلى عزل نظام جيد بالنسبة للحظائر المبنية وتستخدم وسيلة التبريد بالرذاذ في الأحواش المفتوحة كوسيلة فعالة لتلطيف حرارة الجو في الصيف وبالتالي تخفيف العبء الحراري الواقع على الحيوان كما يجب مراعاة إنشاء مظلات لتلجأ إليها الحيوانات خلال فترات سطوع الشمس الشديد وينصح أيضاً بزراعة الأشجار وحولها فهي توفر الظل و تخفف من حدة الحرارة (Sivakumar *et al*., 2010).

من الاهمية بمكان اختيار نوعية وسلالة الحيوان الملائم للتربية في ظروف المناطق الحارة، حيث ان الحيوانات المتاقلمة على العيش في المناطق الحارة تتميز بصفات تشريحية وفسيولوجية وسلوكية تكونت فيها خلال عملية الانتخاب وهذه الصفات تساعدها على المعيشة في البيئات الحارة، ومن هذه الصفات على سبيل المثال زيادة مساحة الجلد ولون صبغة الجلد وقدرة المشي لمسافات طويلة وتحمل الجفاف والتخلص من الحرارة (بابور، 2010).

تحت ظروف الجو الحار حيث يتجه الحيوان إلى خفض استهلاكه من الغذاء فإنه من الضروري الوصول إلى الحد الملائم لتركيز المواد الغذائية في العليقة وكذلك كمية العليقة التي يمكن أن يتناولها الحيوان وهناك اتجاهين لتعديل الطاقة عن طريق المادة الجافة المأكولة فإما أن تتعدد مرات التغذية في اليوم لزيادة المادة الجافة المأكولة وبالتالي تزيد الطاقة المستهلكة وأما أن يتم تركيز الطاقة أو المواد المركزة في وحدة المادة الجافة . ويجب التأكيد على أن تكون مياه الشرب باردة، ومن وسائل التخفيف من الاجهاد الحراري اضافة الفيتامينات مثل فيتامين (C) , واضافة الاملاح مثل كلوريد الامونيوم و كلوريد البوتاسيوم الى ماء الشرب واضافة الكلوكوز الى ماء الشرب ايضاً (ال صفر، 2006).

الاستنتاجات

بعد مراجعة المصادر العلمية ونظرا لكون الشواهد العلمية الحالية غير قابلة للتفنيد يتضح بشكل قاطع أن لدرجات الحرارية العالية تأثيرات واضحة على العديد من المعايير الهرمونية والمناعية والدمية فضلا عن ازدياد حالة الاجهاد التاكسدي الناتجة من ارتفاع درجة حرارة البيئة المحيطة بالكائنات الحية مما ادى الى التقليل من مضادات الاكسدة وزيادة مستوى بيروكسيدة الدهون على الرغم من حصول حالات تكيف في بعض منها، كذلك تبين ان بعض وسائل التبريد والتهوية والتظليل فضلا عن الاهتمام بجانب التغذية من الممكن ان يقلل من التأثيرات السلبية للإجهاد الحراري ويزيد من قدرة الحيوانات على المقاومة والتأقلم في البيئات الحارة.

التوصيات

1. إجراء تجارب يتم فيها تعريض الحيوانات للدرجات الحرارية المختلفة وبشكل مزمن ولمدة أسابيع مختلفة.
2. دراسة أوسع لبعض المعايير الأخرى وخاصة التكاثرية للذكور والإناث أيضاً وبعض المعايير الهرمونية المتعلقة بالتكاثر.
3. دراسة علاقة التأثيرات الحرارية بالتعبير الجيني للعديد من الهرمونات ذات العلاقة بالإجهاد.
4. إجراء دراسات تفصيلية عن التأثيرات الحرارية على مضادات الأكسدة الأنزيمية وغير الأنزيمية.

قائمة المحتويات

الفصل الأول: المقدمة	
المقدمة	1
الهدف من الدراسة	2
الفصل الثاني: استعراض المراجع	3
(2-1): الحرارة	3
(2-1-1): إنتاج الحرارة	3
(2-1-2): فقدان الحرارة	6
(2-2): التنظيم الحراري	6
(2-2-1): التنظيم العصبي للحرارة	6
(2-2-2): التنظيم الهرموني للحرارة	7
(2-2-3): التنظيم السلوكي للحرارة	8
(2-3): الإجهاد الحراري	9
(2-3-1): التغيرات الهرمونية أثناء الإجهاد الحراري	9
(2-3-2): التغيرات الدموية أثناء الإجهاد الحراري	10
(2-3-3): التغيرات المناعية أثناء الإجهاد الحراري	11
(2-3-4): التغيرات في مضادات الأكسدة أثناء الإجهاد الحراري	12
(2-3-5): التغيرات الكيموحيوية أثناء الإجهاد الحراري	12
(2-4) الطرق المتبعة لمقاومة الإجهاد الحراري	12
الاستنتاجات	15
التوصيات	15
المصادر العربية	16
المصادر الأجنبية	16

- **المصادر العربية**

العبد الله، شتيوي (2012). علم وظائف الاعضاء. عمان دار الميسرة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى. ص535.

آل صفر، عماد بن حسين علي (2006). تأثير الاجهاد الحراري والكحول على سلوك الفئران المعملية. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الملك سعود-الرياض،174 ص.

بابور، حسان بن قاسم بن محمد نور (2010). تأثير الاختلافات الموسمية على بعض الاستجابات الوظيفية لغزال الريم **(Gazella gazella)** وغزال الإدمي**(Gazella subgutturosa marica)** . رسالة ماجستير، جامعة الملك سعود، كلية العلوم الأغذية 146 ص.

- **المصادر الاجنبية**

Agarwal, A. and Prabhakaran, S. A. (2005). Mechanism, measurement and prevention of oxidative stress in male reproductive physiology. Ind. J. Exp. Biol., 43: 963-974.

Al-Haidary, A. A. (2005). Effect of dehydration on body temperature of young Arabian camels (Camelus *dromedarius*). J. King Saud Univ., Agric. Sci. 18:1-7.

Al-Haidary, A. A. and Al-Hassan, M. (2003). Effect of rationalization of water consum -ption for evaporative cooling on productivity of dairy cattle. Ind. J. of Anim. Sci. 73: 695-698.

Al-Haidary, A. A.; Spiers, D. E.; Rottinghaus, G. E.; Garner, G. B. and Ellersieck, M. R. (2003). Thermoregulatory ability of heifers calves following intake of endophyte-infected tall fescue during control heat challenge. J. Anim. Sci. 79: 1780-1788.

Altan, O.; Pabuccuoglu, A.; Alton, A.; Konyalioglu, S. and Bayraktar, H. (2003). Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. J. Br. Poult. Sci., 4: 545-550.

Al-Toum, M. O. and Al-Johany, A. M. (2000). Water deprivation and its effect on some blood constituents in Idimi gazelle, *Gazella gazella*. J. of Arid Environments, 45: 253-262.

Bernard, S. A.; Gray, T. W. and Buist, M. D. (2002). Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. Engl., J. Med. 346: 557-563.

Boulant, J. A. (2000). Role of the preoptic- anterior hypothalamus in thermoregulathion and fever. J. Clin., Infe., Dis., 31(5): 157-161.

Brooks, G. A.; Fahey, T. D. and Baldwin, K. M. (2005). Exercise in the heat and cold. J. Exercise Physiology, 4: 515- 530.

Collier, R. J.; Baumgard, L. H.; Lock, A. L. and Bauman, D. E. (2005). Physiological limitations, nutrient partitioning. In Yield of farmed species. Constraints and opportunities in the 21st Century (ed. R Sylvester-Bradley and J Wiseman), pp. 351–377. Nottingham University Press, Nottingham, UK. conditions. J. Anim. Sci. 78: 1458-1466.

Dhanalakshmi, S.; Devi, R. S.; Srikumar, R.; Manikandan, S. and Thangaraj, R. (2007). Protective effect Triphala on cold stress-induced behavioral and biochemical abnormalitia in rats. J. Yakugaka Zaasshi, 127(11): 1863-1867.

El-Nouty, F. D.; Al-Haidary, A. and Salah, M. S. (1990). Seasonal variations in hematological values of high and average-yielding Holstein cattle in semi-arid environment. J. King. Saud. Univ., 2: 173–82

Emery, J. (2004). Heat stress in poultry-Solving the acclimatization immediately prior to heat stress might be problem. Defra publications (ADAS). attributed to a reduction in feed consumption in Endocrine. J. Rev., 23: 38–89.

Freeman, M. L.; Malcom, A. W. and Meredith, J. W. (1985). Role of glutathione, thermal sensitivity and thermotolerance in Chinese hamster fibroblasts and their heat resistant variants. J. Cancer Res., 46:1984-1987.

Gant, N.; Williams, C.; King, J. and Hodge, B. (2004). Thermoregulatory responses to exercise: relative versus absolute intensity .J. Sports Sci., 22:1090-1083.

Gudev, D.; Popova-Ralcheva, S.; Moneva, P.; Aleksiev, Y.; Peeva, T.; Ilieva, Y. and penchev, P. (2007). Effect of heat-stress on some physiological and biochemical parameters in buffaloes. Ital. J. Anim. Sci. 6 (2): 1325-1328.

Guyton, A. C. and Hall, J. E. (2006). Textbook of Medical Physiology. (11th ed). Philadelphia: Elsevier Saunders.

Hassan, A. and Abd El-Rahim, **A**. (2010). Effect of Hyperthermia at Different Ages and Mode of Recovery on the Chromosomal Aberrations and Biological Parameters in Female Rats. J. of Ame., Sci., 6(4): 153-166.

Klein, M. S.; Conn, C. A. and Kluger, M. J. (1999). Behavioral thermor - egulation in mice inoculated with influenza virus. J. Physiol. Behav., 52: 1133-1139.

Kume, S.; Toharmat, T. and Kobayashi, N. (1998). Effect of restricted in take of dams and heat stress on mineral status of new born calves. J. Dairy. Sci., 81 (6): 1581 – 90.

Mcfarlane, J. M. and Curtis, S. E. (1989). Multiple concurrent stressors in chicks. 3. Effect on plasma corticosterone and heterophil : lymphocyte ratio. J. Poultry Sci: 68: 522-527.

Minton, J. E.; Nichols, D. A.; Blecha, F.; Westerman, R. B. and Phillips, R. M. (1988). Fluctuating ambient temperature for weaned pigs: effects on performance and immunological and endocrinological functions. J. Anim Sci.; 66: 1907–14.

Nazifi, S.; Saeb, M.; Rowghani, E. and Kaveh, K. (2003). The influences of thermal stress on serum biochemical parameters of Iranian fat-tailed sheep and their correlation with triiodothyronine (T3), thyroxine (T4) and cortisol concentrations. Comp., Clin., Pathol., 12(3): 135-139.

Osorio, R. A.; Christofani, J. S.; D'Almeida, V.; Russo, A. K.; Piçarro, I. C. (2003). Reactive oxygen species in pregnant rats: effects of exercise and thermal stress. Comp., Biochem., Physiol., C Toxicol., Pharmacol. 135(1): 89-95.

Peter, S. (2002). Thermoregulation . The Australian Naturopathic Met Work. 1998-2002.

Pilch, W.; Szyguła, Z.; Żychowska, M. and Gawinek, M. T. (2003). The influence of sauna training on the hormonal system of young women. J. Human Kinetics; 9: 19 –30.

Rasool, A.; Nouri, M.; Khadjeh, G. H. and Rasekh, A. (2004). The influences of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. Ira. J. Ver. Res. 5(2): 1383.

Riddell, M. C. and Perkins, B. A. (2009). Exercise and glucose metabolism in persons with diabetes mellitus: perspectives on the role for continuous glucose monitoring. J. of Dia. Sci. and Tech. 3(4): 914-923.

Sembulingam, K. and Sembulingam, P. (2003). Essentials of medical physiology. Indian J. Med. Sci. 5: 662-663.

S**harma, R. N.; Bhardwaj, A.; Behera D. and Khanderja, K. L.** (2002). Oxidative burden and antioxidant defense system in polymorphonuclear cells of human lung diseases. Ind. J. Biochem. Biophys. 39: 124-129.

Silvestri, E.; Schiavo, L.; Lombardi, A. and Goglia, F. (2005). Thyroid hormones as molecular determinants of thermogenesis. J. Acta Physiol Scand, 184: 265–283

Sivakumar, A. V. N.; Singh, G. and Varshney, V. P. (2010). Antioxidants Supplementat -ion on Acid Base Balance during Heat Stress in Goats. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 23(11): 1462 – 1468.

Terajima, H.; Enders, G.; Thiaener, A.; Hammerc, K.; Thiery, J. and Yamanoto, Y.,Yamanoko, Y., and Messmer, K. (2000): Impact of hypothermic preconditioning on postischemic microcirculatory disturbances in an isolated perfusion model of rat liver. J. Hepatol., 31(2): 407-415.

Walker, J. S. and Barnes, S. B. (2000). Heat emergencies. In: Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynkski JS (Eds): Emergency Medicine a comprehensivestudy guide, 1235-1242. McGraw-Hill, New York 2000.

(WHO)World Health Organization (2002). Regional office for the Eastern. WHO.