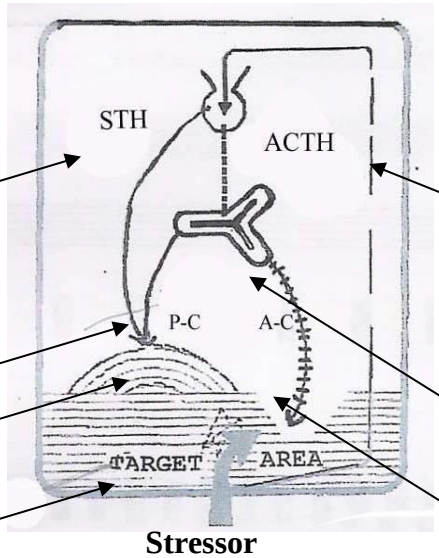
المحاضرة الثالثة

الاجهاد Stress:

إن من صفات الاشياء الحية قابليتها على الحفاظ على استقرار فسلجي ونفسي وان اي شيء يقلق هذا الاستقرار يسمى المجهد Stressor (Selye ،1952) تشتمل المجهدات على مجموعة عوامل منها الحرارة Heat، والبرودة Cold، تداول أو مسك الحيوان Handling، طريقة التربية Method of husbandry، التخدير والجراحة Anesthesia and surgery، التمارين Exercise، تحديد الحركة Immobilization، الضوضاء Noise ، الزيادة الكبيرة في طول النهار Excessive day-length، الحرمان من الطعام Deprivation of food، الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude، تغيرات المجموعة الاجتماعية Social group changes، كثافة العشيرة Population Density والنقل Transportation.

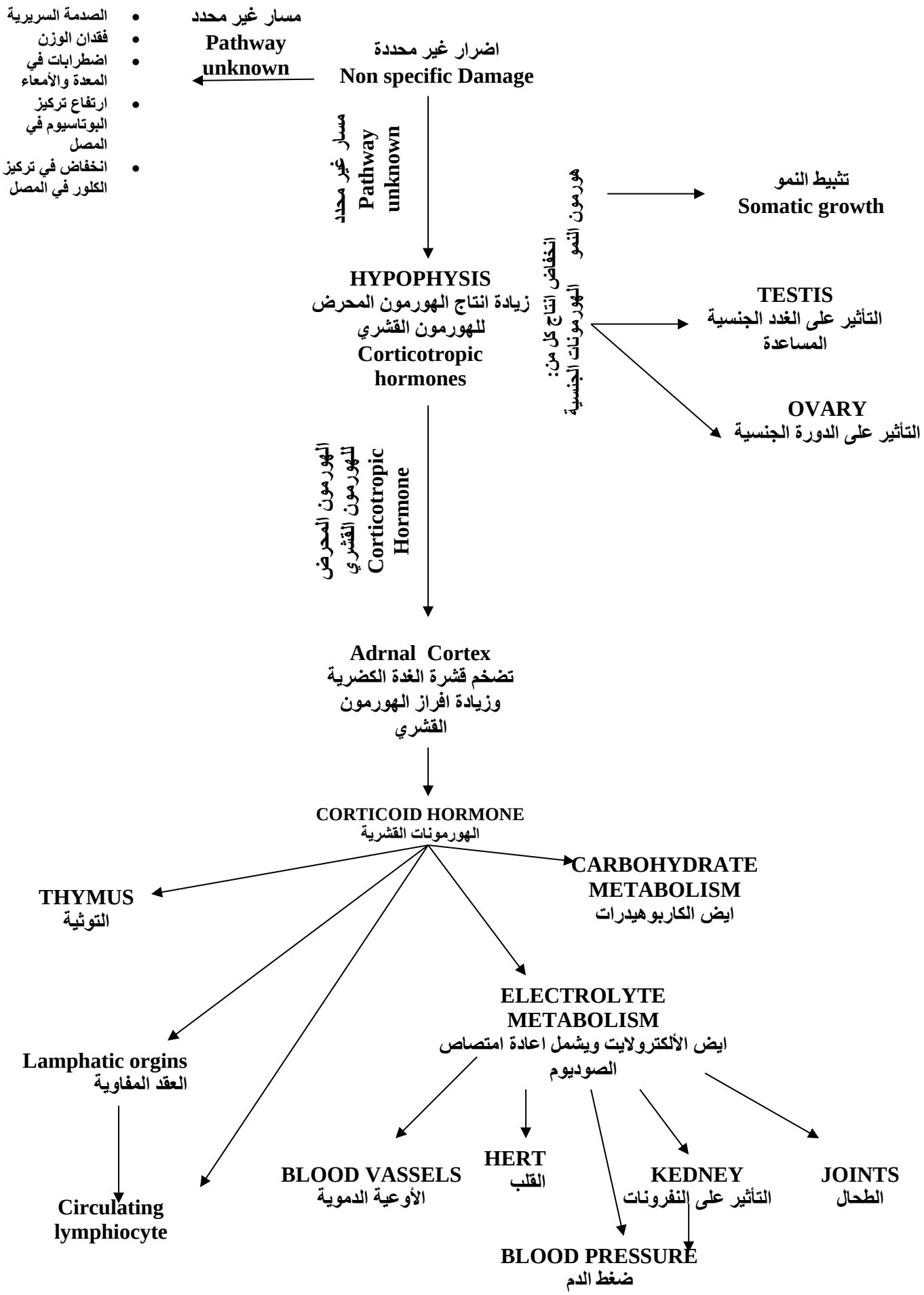
إن تفاعل الكائن الحي مع المجهد يسمى اجهاداً Stress وعموماً يكون الاجهاد موجباً ومتكيفاً Positive and Adaptive. يوضح الشكل (1) آلية تأثير العامل المجهد Stressor على منطقة الهدف Target area وحدوث الاستجابة Response, يتضمن الجزء الأول من الميكانيكية محور A-C و يسمى عادة القشريات السكرية glucocorticoids والمعرف ايضاً بـ مضاد الالتهاب Antiphlogistic، أما الجزء الثاني فيتضمن محور P-C والذي يسمى عادةً القشريات المعدنية mineralocorticoids والمعروف ايضاً بالمحور قبل الالتهابي prophlogistic .قد أشارت الدراسات إلى أن الهرمون المحرض لإفراز الهورمون القشري adrenocorticotrop hormon (ACTH) قد يتسبب في إفراز نوع واحد أو أكثر من الهرمونات القشرية. وبالرغم من ذلك يعتقد ان هرمون النمو somatotropic hormone (STH) يعمل على زيادة محور الشدة الالتهابية inflammatory potential في الانسجة الضامة للغدة النخامية ويكون ذلك مشابهاً للدور الذي يقوم به محور القشريات قبل الالتهابية prophlogistic corticoids والذي يعود له الأثر بمدى حساسية منطقة الهدف target area (Selye،1955).



شكل (1) آلية تأثير العامل المجهد stressor على منطقة الهدف target (Selye, 1979)

تعتمد الاستجابة لكائن حي معقد مثل الطيور على تآزر الأجهزة العصبية والصمية، يمثل المحور الأول الجهاز العصبي neurogenic system ونسيج لب الكظرية. بينما يمثل المحور الثاني تحت المهاد – النخامية – الكظرية والثيموسية Hypothalamus-Hypophysis-Adrenal-Thymus Axis.

ان اول من تكلم عن الاجهاد كمفهوم هو Selye (1937–1979) الذي استنتج متلازمة التكيف العام للاجهاد General adaptation syndrome (GAS) و يمكن توضيحة في المخطط (2)، حيث أن الأضرار غير المحددة Non-specific damages قد تمر ضمن مسارين غير محددين Unknown pathways الأول لايمر ضمن محور النخامية ولب الكظرية والمتضمن الصدمة Clinical shok، فقدان الوزن، اضطرابات في المعدة والامعاء، ارتفاع نسبي في تركيز البوتاسيوم في البلازما وانخفاض نسبي في تركيز الكلور، اما الجزء الثاني فانه يؤثر على النخامية hypophysis حيث يزداد انتاج هرمونات المغذيات القشرية corticotropic hormones ويحدث انخفاض في انتاج كل من هرمون النمو الذي يعمل على تثبيط النمو الجسمي Somatic growth، والهرمونات المغذية للجنس Gonadotropi hormones حيث تعمل في الخصيتين على تقليل انتاج الغدد الجنسية المساعدة, وفي المبيض تؤثر في الدورة التناسلية. يعمل الهورمون المحرض على إفراز الهورمونات القشرية Corticotropic hormone في التأثير على المستقبلات الموجودة في قشرة الغدة الكظرية adrenal cortex والتي تحفز افراز الهرمون القشري corticoid الذي



شكل (2) متلازمة التكيف العام للأجهاد General Adaptation Syndromes (1979,Selye)

يعمل على زيادة ايض الكاربوهيدرات و زيادة ايض الألكترولايت (وخاصة الصوديوم) وهي بدورها تؤثر على كل من الطحال، الكلية (ضغط الدم)، القلب والأوعية الدموية. ويعمل الهومون القشري corticoid hormone ايضا بالتأثير على الثيموسية Thymus والعقد اللمفاوية التي تؤثر على الخلايا اللمفاوية الدائرة في الدم Circulation lymphocyte ؛ مما يؤدي الى زيادة الاجسام المناعية في الدم (1979,Selye) . بعبارة أخرى فانَ المرحلة الأولى من مراحل متلازمة التكيف هي مرحلة الانذار alarm وتتضمن سلسلة التفاعلات التي تتضمن رفع كل من ضغط الدم، معدل التنفس، سكر الدم تتضمن هذه الاستجابة مقاومة العامل المجهد بوساطة إفراز الأمينات العصبية Neurogenic amines والتي تشمل الأدرينالين (الابنفرين) adrenaline (epinephrine) الذي يفرز بشكل رئيسي من لب الكظرية، والنوادرينالين (النورابنفرين) noradrenaline (norepinephrine) الذي يفرز من الاتصالات العصبية العضلية والاتصالات العصبية الغدية (الأعصاب السمبثاوية بعد العقدية) و إفراز الكلوكاكونات glocagones من خلايا (X) للبنكرياس. تؤدي هذه الاستجابة السريعة لإفراز الأمينات العصبية إلى زيادة إنتاج الطاقة من خلال تحفيز إنزيم الكبد hepatic adenyl cyclase المطلوب لإنتاج Cyclic adinosine monophosphate (cAMP).

2-2-استجابة الجسم للاجهاد الحراري في الطيور:

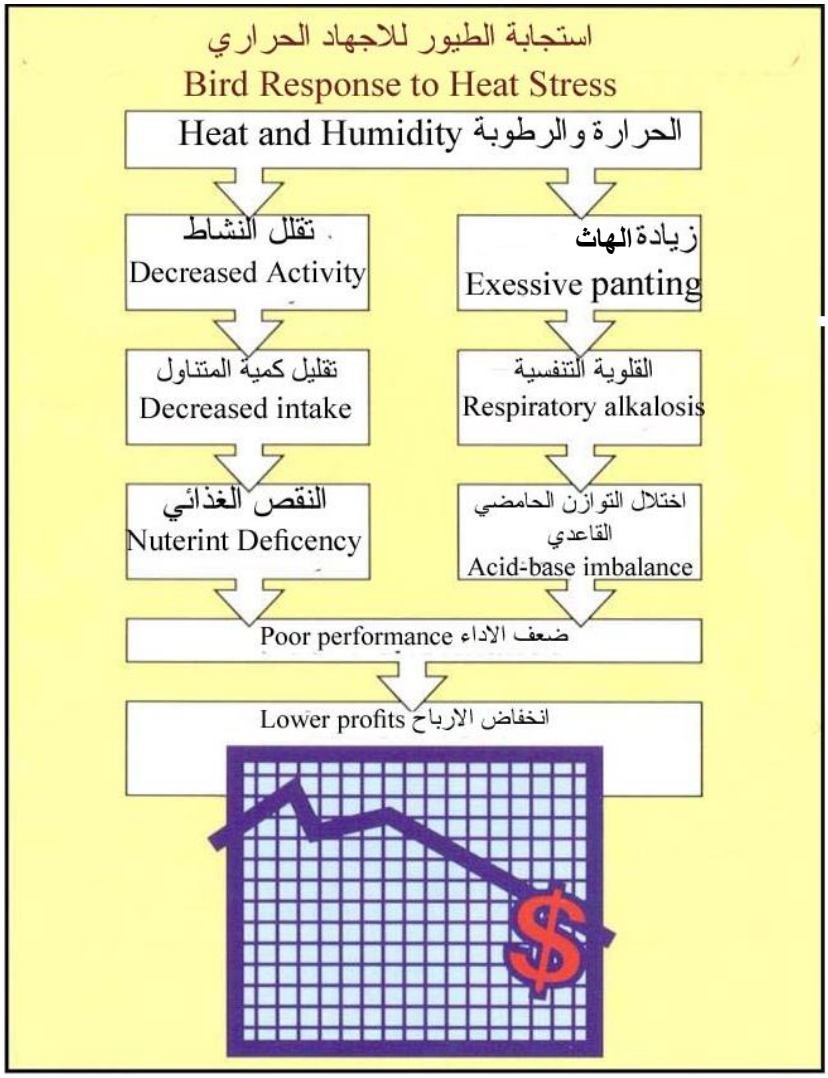
في دراسة نشرها موقع www.llinipoultry.net سنة (2001) بعنوان تجنب مشاكل الإجهاد الحراري في الدواجن، عرفت البيئة environment على إنها تداخل عوامل (بيولوجية وفسلجية) لها تأثير مباشر في الحيوان والإنسان. وبينت الدراسة أن الظروف الطبيعية مثل حالة الطقس weather والمناخ climate بإمكانها أن تؤثر في إنتاج الحيوان واستجابته الفسلجية ومن هذه الظروف أيضا: التغذية، الحرارة، الرطوبة، الضوء، الأمراض والتأثيرات الاجتماعية. وفي تربية وإنتاج الدواجن فإننا نحاول السيطرة على هذه الظروف وبذلك يؤدي الطير فعاليته الفسلجية ويحافظ على إنتاج عالٍ من اللحم والبيض. استجابة الطير للإجهاد هي من خلال محاولة المحافظة على ثبات درجة حرارة جسمه الداخلية عند التعرض لظروف غير ملائمة ومنها الحرارة العالية حيث تواجه الطيور مشكلة عدم قدرة إبقاء أجسامها باردة وتستخدم لذلك طريقة اللهاث لعدم وجدود غدد عرقية. وبزيادة معدل اللهاث تحدث حالة القاعدية التنفسية respiratory alkalosis في الدم وهذا يسبب زيادة الأس الهيدروجيني pH مع انخفاض تركيز غاز ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 وهو يسبب إخلال في التوازن ألحامضي القاعدي لمكونات الدم، ونسب مكونات الكالسيوم والبيكاربونات التي تعد ضرورية للكثير من الفعاليات المختلفة ومنها تكوين قشرة البيض؛ لذلك ينخفض سمك القشرة عند التعرض للإجهاد الحراري. درس

التكيف الذي يحصـــل للأفراخ عند التعرض للإجهاد الحراري وأثره في التســـويق المبكر والذي يسـمى thermatolerance acquisition وذلك من خلال الاعتماد على العمر ودرجة الحرارة إذ استخدمت ظروف المحاكاة الحرارية من خلال بتطبيق 6 معاملات منفصلة على ذكور فروج اللحم بهدف إيجاد أفضـل عمر للتكيف اسـتخدمت لذلك حرارة بين (36–43°م) ، حيث وجد انه من أهم عيوب التأقلم عند ارتفاع درجة الحرارة هو انخفاض وزن الجسـم مما يفسـر زيادة الطاقة الحرارية للجسم وانخفاض كمية الغذاء المستهلك. وجرى تطبيق التكيف بعمر 3 أيام حيث تزامن مع انخفاض كمية الغذاء وزيادة كفاءة التحويل الغذائي.

وفي دراســـة عن التكيف الحراري المتزامن مع برنامج الغذاء لذكور فروج اللحم المربى تحت ظروف إجهاد حراري حيث اســـتخدم نظام التكيف لثلاثمائة فرخ مقســـمة إلى مجموعتين متساويتين عرضت الأولى إلى 38°م ورطوبة نسبية 42% لمدة 24 ساعة في عمر 15 يوماً ؛ وأخرى تضـمنت مجموعة السـيطرة . اسـتخدام نظام الحمية الغذائية (مراقبة النظام الغذائي) من نسـبة بروتين عالية وطاقة عالية إلى تقليل العلف المسـتهلك حيث أشـارت النتائج إلى حصـول زيادة وزنيه في الطيور بالرغم من ارتفاع درجة حرارة المحيط وحصـول زيادة في نسـبة الهلاكات ،وبتقليل كمية العلف المسـتهلك انخفضـت حرارة الجسـم الداخلية وانخفض عدد الهلاكات ،وفي دراسـة عن مصـطلح ضـربة الحر *beat the heat* اشـارت أن الإجهاد الحراري هو اشـد على الطيور من إجهاد البرودة حيث بين أن الإجهاد لفروج اللحم يمكن أن يبدأ بـــ29.6 درجة مئوية (29–32°مئوية) حســـب العمر، وأشـــارت إلى انه بالإمكان تقليل آثار الإجهاد الحراري عن الطيور من خلال تقليل أعدادها في المتر المربع واستخدام مراوح بسرعة 4 ميل/ساعة واستخدام تصاميم المساكن houses design مع اتجاه الريح السائدة. ان الإجهاد من خلال النقل وخلال عملية المسـك والتداول حيث أن النقل يسـبب ضـرراً في الأنسـجة الجسـمية وزيادة في فعالية السـاركوبلازما في الخلايا العضـلية من خلال الإنزيمات مثل Ceratin Kinase. هناك بعض الأســـاليب للتخفيف من الإجهاد الحراري ومنها أن تكون درجة حرارة الماء المقدم للطيور 15–25°م للتقليل من الإجهاد الحراري، أن وضـع 20 طيراً في المتر المربع وبخلافه تحدث مشـاكل نتيجة الإجهاد، أن المشكلة الأساسية في إنتاج الدواجن هي درجة حرارة الجو العالية التي تسبب الإجهاد الفســـلجي حيث يحدث انخفاض في حجم البيض عندما ترتفع درجة الحرارة عن 27°م وينخفض كذلك وزن البيض وسـمك القشـرة ، وفي دراســة اقتصـــادية كان الهدف منها تقدير الخســـائر الاقتصـــادية التي تحدث في الولايات المتحدة في الماشـــية والدواجن نتيجة التأثيرات الســـلبية للإجهاد الحراري حيث قدر حجم الخســـائر الســـنوية للثروة الحيوانية بحدود 1.7 بليون دولار كانت حصـــة الدواجن والخنازير 128 مليون دولار في تكســـاس وكليفورنيا واوكلاهوما .

ان ردود الفعل الفسلجية للطيور الداجنة المعرضة للإجهاد الحراري وأساليب الحد من أثاره السلبية على إنتاج الحرارة الداخلية حيث أن الإجهاد ناتج عن مجموع من العوامل البيئية والحيوية التي تؤدي إلى خفض الأداء الإنتاجي والفسلجي في محاولة الطير لتبريد نفسه وتكون في الدواجن مشتركة بين التنفس من خلال زيادة معدلات التبخر وضربات القلب وللإجهاد الحراري تأثير على التغيرات في سوائل الجسم والوظيفة الكلوية. ومن الطرائق المتبعة في تقليل الهلاكات الناجمة عن الإجهاد الحراري في الدواجن ومنها استخدام نظام التقنين الغذائي واستخدم نظام التهوية الملائم واستخدام املاح كلوريد البوتاسيوم بتركيز 0.6% حيث كانت من أفضل الوسائل لتخفيف الأجهاد الحراري. وفي منشور لوصف الأسباب الحقيقية للإجهاد الحراري في الداوجن في المملكة المتحدة والحد من تأثيراته تحدث الباحث عن السلوك النفسي والفسلجي الذي يلاحظ على الطيور عند التعرض للإجهاد الحراري وهو محاولة الابتعاد عن الطيور الأخرى، التحرك باتجاه الأسطح الباردة مثل الجدران وممرات الهواء، تفرد أجنحتها بعيداً عن جسمها لزيادة المساحة السطحية المعرضة للهواء بشكل مباشر، تبدأ تدريجياً بعملية اللهاث يحدث توقف في إنتاج الحرارة الداخلية، يقل معدل استهلاك العلف، يقل جريان الدم بين الأنسجة والأعضاء مما يجعل الجلد داكن اللون وزيادة سرعة التنفس. يحدث الإجهاد الحراري في الطيور عندما يحصل عدم موازنة بين الحرارة المنتجة من الجسم والحرارة المفقودة منه وبالإمكان أن يحدث في كل الطيور وبكل الأعمار كما موضح في المخطط (3). اما عن تأثير الإجهاد الحراري على نوعية لحوم الدواجن حيث تم استخدم 500 فرخ نوع كوب من عمر يوم واحد لغاية عمر 42 يوماً تمت تربيتها في درجة حرارة 28 °م. في عمر 42 يوماً تم ذبح 5 ذكور و 5 إناث من كل مجموعة لقياس كل من الأس الهيدروجيني pH واللون والقدرة على الاحتفاظ بالماء للعضلات، وقد وجد أن الإجهاد الحراري لا يسبب تغيرات دائمة في أيض العضلات وليس له تأثير على جودة اللحوم، وحول اثر التعرض المزمن للإجهاد الحراري مع رطوبة نسبية مختلفة على ترسيب وايض الدهن في فروج اللحم حيث وجد تأثير حرارة (23، 28، 33 °م) ورطوبة نسبية(40، 60، 80%) على أداء وإنتاج فروج اللحم من الذكور بعمر 4–6 أسابيع ، فبزيادة الرطوبة فان نسبة دهن البطن إلى وزن الجسم تميل للانخفاض مع الاحتفاظ بدهون الجسم عند قياسها باستخدام جهاز calorimetry لتقدير نسبة الدهن ، وتحدث حالة ترسيب الدهن عند درجة 28 °م ولكنها تتوقف عند درجة 33 °م ، لوحظ وجود نشاط لأنزيمات الكبد مع زيادة معدل الرطوبة (40 – 60%) وقد وجد أن الرطوبة المرتفعة 80% أحدثت تخفيفاً لأثر الحرارة المرتفعة. ومن السبل الكفيلة لإدارة فروج اللحم في الجو الحار ضرورة تهيئة البيئة الملائمة في مساكن الدواجن بحيث تسمح بتبديد حرارة الجسم الزائدة وتبقى

الطيور مرتاحة. أدت التطورات الحديثة في تصـــميم المســـاكن إلى توفير بيئة ملائمة للطيور وإتاحة الفرصــة لمضــاعفة الإنتاج حتى في المناطق الحارة التي قد تثير بعض القضــايا الثانوية مثل الحشرات الناقلة للأمراض والبكتريا وMycotoxin القلق من انخفاض إنتاج الطيور.

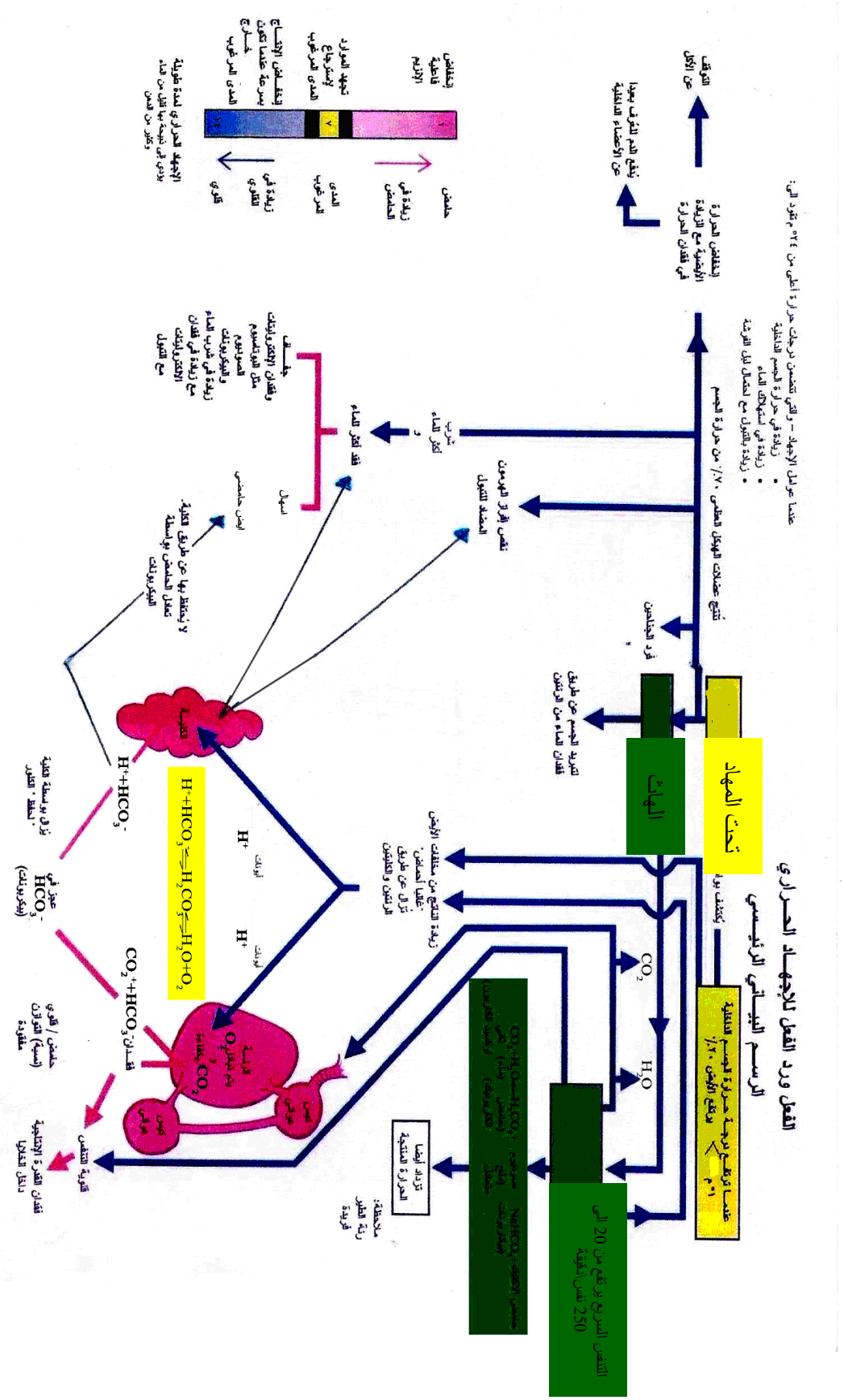


شكل (3) استجابة الطيور للإجهاد الحراري (Defra, 2005)

تلجأ الطيور إلى بعض الأساليب لفقدان الحرارة قد تشتمل على التبخر عن طريق الجلد وفقدان الحرارة الكامنة ، وتكون هذه مســـاوية لإنتاج الحرارة من الجســـم بســـبب عمليات الهضـــم والامتصـاص و التحكم في تدفق الدم إلى الأنسـجة المحيطة ، لاسـيما تمشـيط الظهر والسـاقين وتعرف هذه العملية بعملية توســـيع الأوعية الدموية vasodilation حيث تنتقل الحرارة من الأعماق إلى السـطح الخارجي، تفرد الطيور أجنحتها إلى الخارج لمسـاعدتها في فقدان الحرارة من المناطق غير المغطاة بالريش unfeathered ، ويرافق هذه العملية انخفاض في نشـــاط

العضلات وزيادة في استهلاك الماء وانخفاض في استهلاك العلف. تتحول نسبة 75% من طاقة الايض إلى حرارة وبذا يكون تقليل كمية الغذاء مهماً من الناحية الفسلجية للتخفيف من الإجهاد الحراري. ويؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى فقد القدرة على توصيل الحرارة ثم تصبح عملية اللهاث غير مجدية حيث تساعد بطانة الجهاز التنفسي في تبخر الماء وتعد الوسيلة الرئيسية لتنظيم الحرارة في مراحل الإجهاد الحراري المبكرة. وفي دراسة عن تأثير الفيتامينات والمعادن النادرة مع المكملات الغذائية على الدجاج المعرض إلى الإجهاد نتيجة الكثافة حيث ربيت 500 دجاجة فروج لحم تجاري ، وأعطيت خليط الفيتامينات والمعادن النادرة خلال 7 أيام من النمو و قيس النمو والتطور والاستجابة للإجهاد ، حيث أشارت الدراسة إلى أن الكثافة العددية كان لها اثر في الزيادة الوزنية ، وانخفاض كفاءة التحويل الغذائي في كل من معاملات الدراسة ،وسجلت فحوصات الدم زيادة في خلايا الهتروفيل وانخفاضاً في خلايا اللمفوسايت وتفوقت معاملة إضافة الفيتامينات والأملاح النادرة حيث حققت زيادة وزنيه أعلى ،وحدث انخفاض في نسبة خلايا الدم البيضاء ، ولم تتأثر الدهون بشكل معنوي نتيجة استخدام الفيتامينات والأملاح النادرة لـ7 أيام.

يمكن ملاحظة الفعل ورد الفعل للطيور حيال الإجهاد الحراري من ملاحظة الشكل (4) حسب ماجاء في RCI (2006) , فعند ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للطيور لاكثر من 1°م تحدث زيادة في التمثيل الغذائي بمقدار 20% ، إن هذا الارتفاع يكشف بوساطة تحت المهاد Hypothalamus ويكون حدوث اللهاث panting استجابة أولية لتبريد الجسم عن طريق فقد الماء من الرئتين، الاستجابة الثانية والتي تشكل 70% تنتج من العضلات المرتبطة بالهيكل العظمي، تتضمن هذه الاستجابة: فرد الجناحين wing spreading، وخفض في إنتاج الهرمون المضاد للتبول less anti-diuretic hormone ،وشرب كمية أكثر من الماء وفقدان الماء بصورة اكثر more water lost، وفقدان في الحرارة الايضية metabolic heat وزيادة في فقدان الحرارة heat lost ، التي بدورها تؤدي إلى التوقف عن تناول الغذاء ودفع الدم بعيداً عن الأعضاء الداخلية internal organs في كل أنواع الطيور.



شكل (4) الفعل ورد الفعل للإجهاد الحراري

(2006, RCI)

ارتفاع حرارة الجســـم الداخلية العميقة deep body temperature يؤدي إلى زيادة مخلفات الايض النهائية لاسـيما الأحماض التي تزال بوسـاطة الرئتين lungs والكلية kidney حيث يجري التفاعل الاتي:

$H^+ + HCO_3^- \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H_2O + Co_2$

عملية تكوين المواد المنظمة($H^+ + HCO_3^-$) في الكلية kidney تتأثر أيضـــا بقلة إفراز هرمون الابالـة Anti-diuretic hormone وزيـادة كميـة المـاء المفقود من الجســـم عن طريق البراز wet droppings والجفاف dehydration وفقدان الالكترولايت مثل البوتاســـيوم والصـــوديوم والبيكاربونات. إن المواد المنظمة ($H^+ + HCO_3^-$) لاتخزن في الكلية حيث تحصـــل لها عملية تعادل للحموضـة acid neutralized ، ثم تطرح للخارج على شكل يعرف بالحامضية الايضية metabolic acidosis. عملية اللهاث panting تؤدي الى حدوث التنفس الســـريع hyper ventilation حيث يرتفع معدل التنفس من 20 مرة بالدقيقة ليصـــل الى 250 مرة بالدقيقة بالنسبة للطيور وهذا يؤدي الى عدة احتمالات:

أ–<u>الاحتمال الأول:</u> يكون الفقد عن طريق الأكياس الهوائية ثم الرئة حيث يحصـل التبادل الغازي بين الاوكســجين وثاني اوكســيد الكاربون بشــكل كفوء Co_2 ، و ايونات البيكاربونات HCO_3^- وحدوث القلوية التنفسية respiratory alkalosis.

ب– <u>الاحتمال الثاني</u>: يؤدي التنفس السريع إلى اتحاد حامض اللاكتيك مع بيكاربونات الصوديوم وهذا يؤدي الى نقص كبير في بيكاربونات الصوديوم كما في المعادلة:

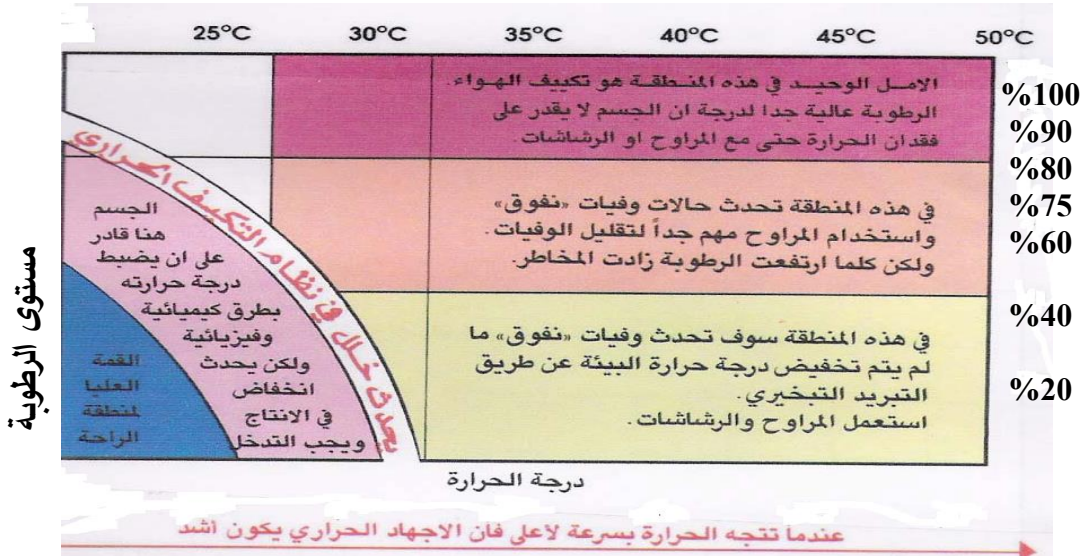
$$\underset{\text{Acid}}{\text{Lactic}} + \underset{\text{(sodium Bicarbonate)}}{NaHCO_3} \rightarrow \underset{\text{salt}}{\text{Na lactate}} + \underset{\text{acid}}{H_2CO_3} \rightarrow \underset{\text{water}}{H_2O} + \underset{\text{dioxides}}{CO_2}$$

ج –<u>الاحتمال الثالث</u>: يؤدي التنفس الســـريع الى حدوث القلوية التنفســـية respiratory alkalosis.

أما بالنسبة لمقياس الحامضية pH فبانخفاض الاس الهيدروجيني تزداد فعالية الانزيمات وبارتفاع pH تقل فعالية الانزيمات بشــكل ســريع مما يؤدي إلى الزيادة في كمية الدهن والتقليل من كمية الماء في الأنسجة.

2-3-حرارة الجسم والاجهاد الحراري:

تعد الطيور من الحيوانات متجانسة الحرارة Homoeothermic وهي تحافظ على ثبات نسبي لدرجة حرارة جسمها ضمن مدى واسع من حرارة البيئة، أي إنها تعتمد على انتاج الحرارة من جسمها وتسمى endothermic animal. فنلاحظ أن درجة حرارة الجسم الداخلية core body temperature بين (41.2-42°م) حيث إنها بشكل عام اعلى من الثدييات التي درجة حرارتها (36.4-39.4°م). وتتباين درجة حرارة الجسم المميتة العليا تبعاً للنوع، السلالة، الجنس، العمر، الترييش، التغذية، الحالة التناسلية والحالة البيئية, حيث تكون في الطيور (45-47°م) ، ويطلق عليها درجة حرارة الجسم المميتة العليا upper lethal temperature في حين درجة حرارة الجسم المميتة الدنيا lower lethal temperature تصل الى 20 °م. و يوضح المخطط (5) مناطق التعرض للاجهاد الحراري. وعند ارتفاع درجة الحرارة فانَ الطائر يبدد الحرارة من جسمه. يشتمل الفقد الحراري على الحرارة المحسوسة sensible heat loss والمتضمنة: التوصيل conduction، الإشعاع radiation، الحملconvection، طرح البراز fecal execration وإنتاج البيض egg production، في حين غير المحسوسة التي تسمى insensible heat loss تشتمل على الفقد عند طريق اللهاث وزيادة التبخر من الجلد واللواحق نتيجة لزيادة معدل ضربات القلب ومرور الدم إلى الجلد واللواحق وتوسع في الأوعية الدموية الطرفية ، أما السلوكية فإنها تشتمل على الوقوف ، زيادة المساحة السطحية للجسم، مد الجناح، حركة الريش والترييش، شرب ورشف الماء على الوجه



درجة الحرارة

شكل (5) مناطق التعرض للاجهاد الحراري(RCI, 2006)

-تأثير الإجهاد الحراري على بعض الصفات الفسلجية للطيور:

في دراسة عن تأثير الإجهاد الحراري في صفات الدم لأربع سلالات تجارية من فروج اللحم التي عرضت لإجهاد حراري حاد ,تم فيها قياس تركيز البروتين الكلي والالبومين والكلوبيولين والفايبرونيجين وحامض البوليك والكرياتينين والكولسترول في بلازما الدم ، والكالسيوم والفسفور في مصل الدم ، ونشاط الخمائر aspartat amino transfrase (AST) و alanin amino transfrase (ALT) والفوسفات القاعدية alkaline phosphatase (ALP) في مصل الدم .توصل الباحثان إلى انه عند تعريض السلالات الأربع للإجهاد الحراري أدى ذلك إلى انخفاض تركيز البروتين الكلي وارتفاع تراكيز سكر الكلوكوز، حامض البوليك والكرياتين في بلازما الدم ، ونشاط الخمائر النشطة الناقلة لمجموعة الامين (AST)، (ALT) حيث سجلت سلالة فابروا أعلى مقدار للانخفاض في تركيز كل من الكلوكوز والكرياتينين في بلازما الدم، وسجلت انخفاضاً ملحوضاً في تركيز الكالسيوم Ca^{+}ونشاط خميرة ALP وارتفاعاً في تركيز الكولسترول. وأشار المصدر أن تعريض الطيور للاجهاد الحراري ادى الى حصول انخفاض حاد في تركيز الكالسيوم في مصل الدم في السلالات الأربع عند تعريضها للاجهاد الحراري وهذا قد يكون ناتجاً عن عجز الغدة الدرقية parathyroid gland ، أو الغلصمية Ultimobranchial gland عن اداء عملها بصورة صحيحة عند التعرض للاجهاد وانخفاض في مستوى الهرمون القشري في المراحل الاخيرة من تعرض الطيور للاجهاد الحراري. أن تركيز الهورمونات القشرية corticosteroid في الدم يستخدم كمقياس للاجهاد البيئي وتحدث عن العلاقة بين هورمون ACTH وكريات الدم البيضاء Leucocyte حيث ذكر انه عند حقن الهرمون، أو تقديمه عن طريق الطعام ادى ذلك الى تغير كبير في نسبة كريات الدم البيضاء leucocytes، وبين أن الإجهاد النفسي مثل التصويم والحرمان من الماء والازدحام ادى الى زيادة نسبة الخلايا المتغايرة الى اللمفية H/L وبين ان هذه الصفة هي صفة موروثة وتستخدم لتحديد الاجهاد في الدواجن. وهذه الزيادة بعد التصويم زيادة طفيفة ترتفع بعد تكراره، وقد وجد أن تعريض الدجاج لحرارة 0 فهرنهايت لمدة 15 ساعة دون غذاء وماء احدثت زيادة كبيرة في الخلايا اللمفية lymphocytes وحصلت على نتيجة متشابهة عند تعريض الدجاج الى 6 °م لمدة 30 دقيقة لكن وجد ان قيمة نسبة الخلايا المتغايرة الى اللمفية H/Lارتفعت الى القمة ثم عادت الى مستويات ماقبل التعرض. وقد أحدث الاجهاد الحراري زيادة كبيرة في الخلايا المتغايرة Heterophil، والخلايا القاعدية Basophil، ونسبة الخلايا المتغايرة الى اللمفية H/L، وانخفضت نسبة الخلايا الاحادية Monocyts والخلايا الحامضية Eosinophil.