

تقنيات تخفيف الآثار السلبية للإجهاد الحراري

على الأداء الإنتاجي لماشية اللبن

إعداد

أ.د. أحمد بن إبراهيم الحيدري      أ.د. علي بسيوني عقاب

د. خالد أحمد عبدون      أ. عماد محمد سمارة

قسم الإنتاج الحيواني

كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود

## المحتويات

1	مقدمة.....
2	أولاً: الآثار السلبية للإجهاد الحراري على إنتاجية الحيوان.....
2	العوامل البيئية المؤثرة على إنتاجية الحيوان.....
2	أ. الآثار السلبية للعوامل البيئية على إنتاجية الحليب.....
5	ب. الآثار السلبية للعوامل البيئية على نمو الجسم.....
6	ج. الآثار السلبية للعوامل البيئية على التناسل.....
8	ثانياً: تقنيات تخفيف الآثار السلبية للإجهاد الحراري.....
8	1. التحكم البيئي في منشآت الإنتاج الحيواني.....
8	أ. توفير الظل.....
11	ب. التبريد بواسطة خفض درجة حرارة الهواء المحيط.....
13	ج. التبريد بواسطة تعزيز الآلية الطبيعية لفقد الحيوان للحرارة.....
15	2. إدارة تغذية الحيوان.....
17	أ. الكربوهيدرات.....
18	ب. الدهون.....
18	ج. البروتينات.....
19	د. الأملاح.....

هـ. الفيتامينات..... 20

و. إستخدام الماء ..... 20

ي. الهرمونات.....

21

3. التعديل الوراثي..... 22

ثالثاً: تقييم وقياس بيئة وفسولوجيا حرارة الحيوان..... 22

1. قياس و تقييم بيئة الحيوان..... 22

2. قياس وتقييم فسيولوجيا حرارة الحيوان..... 25

الخلاصة ..... 30

التوصيات ..... 30

المراجع..... 32

## مقدمة

من أهم العوامل التي تعيق عمليات الإنتاج الحيواني في المملكة العربية السعودية هي إرتفاع درجة الحرارة وطول فصل الصيف حيث تصل درجة الحرارة إلى أكثر من 48°م وتنخفض الرطوبة النسبية في المناطق الداخلية البعيدة عن السواحل إلى مستويات تقل عن 10٪ (وزارة التخطيط، الكتاب الإحصائي السنوي، 1998م). وهذه المستويات من درجة الحرارة والرطوبة النسبية تعيق إلى حد كبير تناسل وإنتاجية الحيوانات والدواجن.

تتمثل المصادر البيئية للإجهاد الحراري في التعرض لإشعاع الشمس ودرجات الحرارة المرتفعة والرطوبة النسبية العالية في الهواء الجوي. ومن الجدير بالذكر أن الحيوانات عالية الإنتاج تتميز بزيادة الحرارة الناتجة من عمليات الإيض مما يسبب إجهاد حراري أكثر مقارنة بالحيوانات الأقل إنتاجاً. الإجهاد الحراري يؤثر على عملية التنظيم الحراري لجسم الحيوان مما يؤدي الى عدة إستجابات فسيولوجية للمحافظة على التوازن الحراري وثبات البيئة الداخلية لجسم الحيوان. تشمل هذه الإستجابات الفسيولوجية زيادة معدل التنفس (اللهات) ومعدل التعرق وذلك لزيادة معدل فقد الحرارة بالبخار، خفض معدل تناول الغذاء، زيادة الإحتياجات الحافظة (maintenance requirements)، إنخفاض الخصوبة، خفض الوظيفة المناعية وإنخفاض معدل وكفاءة الإنتاج. التدابير العملية لتخفيف الآثار السلبية للإجهاد الحراري على إنتاجية وصحة الحيوان تشمل عمليات التحكم البيئي في منشآت الإنتاج الحيواني، إدارة تغذية الحيوان والتعديل الوراثي. وستتناول هذه الإصدارة العلمية ثلاثة محاور رئيسية وهي: الآثار السلبية للإجهاد الحراري على إنتاجية الحيوان، تقنيات تخفيف الآثار السلبية للإجهاد الحراري، وتقييم وقياس بيئة وفسيولوجيا حرارة الحيوان.

## أولاً: الآثار السلبية للإجهاد الحراري على إنتاجية الحيوان

### العوامل البيئية المؤثرة على إنتاجية الحيوان

تتأثر إنتاجية الحيوان "الحليب، النمو، التناسل" بطريق مباشر أو غير مباشر بالبيئة ومكوناتها "الحرارة، الرطوبة، حركة الهواء، أشعة الشمس، الضغط الجوي، ومعدل سقوط الأمطار".

**التأثير المباشر:** يتم من خلال تنبيه الجهاز العصبي الهرموني مما ينجم عنه فقد أو إكتساب الحرارة للمحافظة على حرارة الجسم في نطاق الحدود الطبيعية المثالية للنشاط الحيوي، كما أن البيئة تؤثر على النظم الهرمونية والإنزيمية.

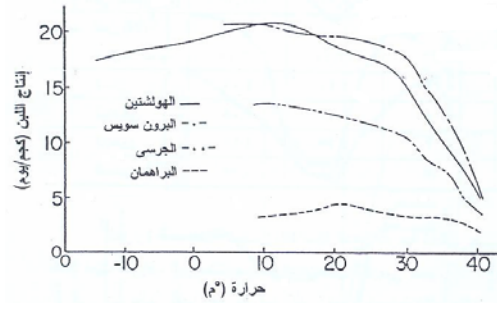
**التأثير غير المباشر:** ينحصر في أثر العوامل البيئية (الحرارة، الرطوبة، حركة الهواء، أشعة الشمس، الضغط الجوي، ومعدل سقوط الأمطار) على مستوى التغذية من خلال كمية ونوع المحصول والمراعي. وكمثال فإن محاصيل العلف في المناطق الإستوائية تنخفض فيها الكربوهيدرات والبروتين المهضوم ويرتفع فيها المحتوى المائي والألياف.

أ. **الآثار السلبية للعوامل البيئية على إنتاجية الحليب:** إفراز الحليب من الثدييات يعتمد على نشاط الغدة اللبنية ومدى تزويدها ببوادئ اللبن والهرمونات الموجودة بالدم. هذا النشاط يتأثر بدرجة كبيرة بالعوامل البيئية والرعاية بما فيها ظروف المناخ. الحرارة المناسبة لإنتاج الحليب تعتمد على نوع وسلالة الحيوان ودرجة تحمله للحرارة والبرودة. كما أن هناك إختلافات بين السلالات في درجات الحرارة الحرجة الدنيا والقصوي والتي عندها تقل إنتاجية الحيوان بسرعة.

إن المدى الحراري المتعادل لأبقار الحليب الأوروبية في موطنها الأصلي يتراوح من الصفر إلى 18°م، وانخفاض درجة حرارة الجو لأقل من الصفر يؤدي إلى زيادة في معدل تمثيل الغذاء مما يتطلب زيادة في كمية الغذاء المأكول وذلك للمحافظة على درجة حرارة الجسم وكذلك إنتاج الحليب. وجد أن استمرار الانخفاض في درجة الحرارة (-15°م)

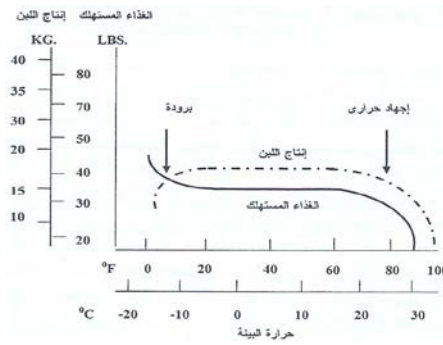
يؤدي إلى انخفاض في كمية الحليب. وقد بينت الأبحاث أن تعرض أبقار الحليب إلى الشتاء القارص دون إمدادها بكميات إضافية من الغذاء يؤدي إلى انخفاض إنتاج الحليب بمقدار 26% أو أكثر. وبطبيعة الحال فإن هذا المدى من درجة الحرارة يختلف في المناطق الحارة وشبه الحارة حيث أجريت في المملكة العربية السعودية كثير من الأبحاث التي تؤكد ذلك (Al-Haidary et al., 2002; El-Nouty et al., 1990).

عند إرتفاع حرارة الجو أعلى من النطاق الحراري المتعادل والذي يتراوح بين 21-27°م (في القارة الأوربية) يبدأ إنتاج الحليب بالانخفاض. ولكن عند درجات حرارة أعلى من 27°م يكون الانخفاض كبير. وقد بينت بعض الأبحاث بالمملكة أن هناك علاقة عكسية بين ارتفاع درجة حرارة المستقيم وإنتاج الحليب (Al-Haidary, 2002). حيث ان إنتاج الحليب ينخفض حوالي 1 كجم لكل 1°م ارتفاع في درجة حرارة المستقيم. وتجدد الإشارة إلى أن حرارة الجو المثلى لإنتاج الحليب تختلف حسب نوع الحيوان وسلالته وموطنه، أنظر الأشكال رقم (1، 2، 3). يمكن تلخيص الأثر السلبي للجو الحار على إنتاج الحليب في أن انخفاض كمية الغذاء المأكول من جهة، وانخفاض امتصاص العناصر الغذائية من الجهاز الهضمي و قلة العناصر الغذائية الواردة إلى الغدة اللبنية من جهة أخرى تؤدي إلى انخفاض العناصر الأولية اللازمة لتصنيع الحليب، بالإضافة إلى تغيرات في نشاط الجهاز الهرموني، كل هذه العوامل مجتمعة تؤدي إلى انخفاض إنتاج الحليب أثناء التعرض إلى الإجهاد الحراري.



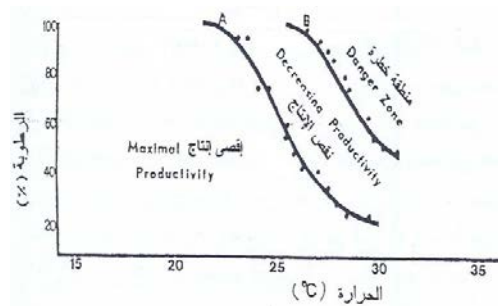
شكل رقم (1): إستجابة سلالات مختلفة من الأبقار لتأثير حرارة البيئة على إنتاج الحليب في اليوم

المصدر: Johnson et al., 1962



شكل رقم (2): تأثير حرارة البيئة على إنتاج الحليب وإستهلاك الغذاء في الأبقار

المصدر: Johnson et al., 1962



شكل رقم (3): توليفات الحرارة والرطوبة وتأثيرها على إنتاج الحليب في أبقار الفريزيان

(خط A يمثل قيم دليل الحرارة والرطوبة بمقدار 72 وخط B يمثل قيم دليل الحرارة والرطوبة بمقدار 78)

المصدر: Johnson et al., 1962

ب. الآثار السلبية للعوامل البيئية على نمو الجسم: نمو الحيوانات أثناء فترة الحمل أو بعدها يتأثر بالتركيب الوراثي

وبالعوامل البيئية المختلفة مثل الحرارة، الرطوبة، حركة الهواء والإشعاع. والظروف البيئية تؤثر أيضاً على توافر الغذاء والماء

وتوافر العناصر الغذائية بالأعلاف.

**i. النمو قبل الولادة (أثناء فترة الحمل):** تلعب الظروف البيئية دور كبير في نمو الحيوانات قبل ولادتها (أثناء فترة

الحمل) وتعتبر حرارة البيئة أهم عناصر المناخ تأثيراً في النمو قبل الولادة، فالحيوانات الأوروبية غير المتأقلمة على ظروف

المناخ الحار تلد عجولاً صغيرة عند حملها في الصيف وهذا الناتج غالباً ما يموت بعد الولادة بفترة قصيرة.

**ii. النمو بعد الولادة:** نمو الناتج الرضيع يعتمد على كل من ظروف البيئة المحيطة وعلى العوامل البيئية المؤثرة على الأم

وإنتاجها من الحليب، فالموسم الذي تلد فيه الأم يؤثر أيضاً على الناتج وعلى الأم، ولادات الشتاء والربيع يكون فيها

وزن المولود أثقل وحالة الأم أفضل مما ينعكس في صورة إدرار عالى من الحليب وبالتالي زيادة معدل نمو الرضيع.

**iii. النمو بعد الفطام:** نمو الحيوانات بعد الفطام يقل عند درجات الحرارة العالية ومعدل التأثير يختلف حسب مستوى

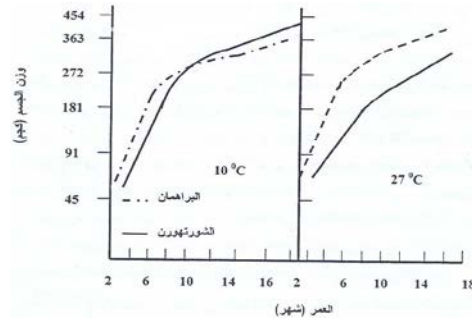
التغذية ودرجة حرارة الجو والرطوبة النسبية. نمو كل نوع أو سلالة من الحيوانات يقل أو يتوقف عندما تقل أو تزيد

درجة حرارة البيئة عن حد الإحتمال. ويحدث النمو الطبيعي في المجترات عندما يكون المدى الحرارى للبيئة 17-40°م

وذلك اعتماداً على إختلاف نوع، سلالة، موطن وبيئة الحيوان. وتؤثر حرارة البيئة على تركيب جسم الحيوان حيث

وجد أن ثبات درجة الحرارة والرطوبة المثالية بالبيئة يرفع جودة الذبيحة، أنظر الشكل رقم (4).





شكل رقم (4): تأثير درجة الحرارة على معدل نمو عجول الماشية، ويلاحظ أن الحرارة تثبط النمو في

الشورت هورن أكثر من البراهمان. المصدر: Hafez, 1968

ج. الآثار السلبية للعوامل البيئية على التناسل: التناسل ظاهرة بيولوجية معقدة يتحكم فيها العديد من العوامل من

بينها الظروف البيئية التي تحيط بالحيوان.

i. البلوغ الجنسي: يؤثر موسم الولادة على عمر البلوغ فالحيوانات التي تولد في الربيع تتأخر في البلوغ عن تلك التي

تولد في الصيف.

ii. خصوبة الإناث: النشاط التناسلي في الثدييات ينظمه أساساً نسبة الضوء إلى الظلام وموطنه الجغرافي وصفات

التناسل الموروثة، مدة وطبيعة موسم التناسل لأي نوع يعتمد على مدى إستأناسه. فعند خط الإستواء يتساوى فترتي

الضوء والظلام وهنا يعتمد النشاط الجنسي على درجة الحرارة، سقوط الأمطار، ومستوى التغذية. وكلما بعدنا عن خط

الإستواء تبدأ موسمية التناسل في الظهور لإختلاف فترة الإضاءة والظلام. وتضطرب فترة الشيع كثيراً عند تعرض

الحيوانات لحرارة الصيف دون إتخاذ الإجراءات اللازمة لحمايتها.

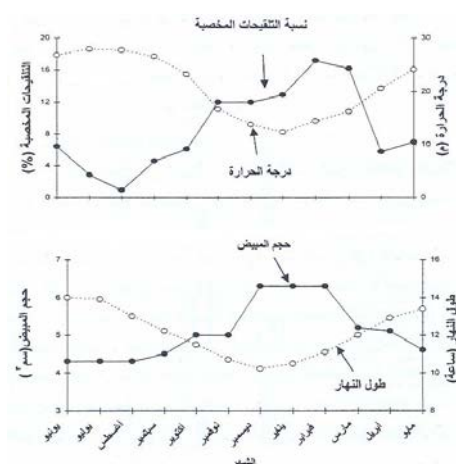
iii. خصوبة الذكور: الرغبة الجنسية وكمية وجودة السائل المنوي تتأثر بفصول السنة، فالرغبة الجنسية تقل في الصيف

حتى أن بعض الحيوانات لاتلقح مطلقاً كما أن السائل المنوي المنتج في الصيف الحار يكون أقل كمية وجودة عن ذلك

المنتج في الشتاء البارد، بالإضافة إلى ذلك فإن إرتفاع درجة الحرارة لها آثار ضارة على وظيفة الخصية رغم التنظيم

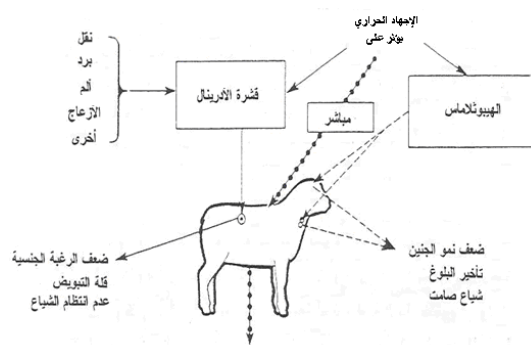
الحرارى الطبيعى لها. فى المقابل نجد أن إنخفاض درجة الحرارة لا يؤثر على كمية وجوده السائل المنوي طالما أنها لم تصل

لدرجة الصفر بعدها يسبب البرد موت أنسجة الخصية. أنظر الأشكال رقم (5، 6).



شكل رقم (5): علاقة النشاط الجنسي للأبقار وتغير درجة الحرارة وطول فترة الإضاءة خلال العام

المصدر: Hafez, 1968



شكل رقم (6): المظاهر التناسلية المتضررة من الإجهاد البيئي والآليات الفسيولوجية المسببة لها

المصدر: Hafez, 1968

## ثانياً: تقنيات تخفيف الآثار السلبية للإجهاد الحراري

الإستراتيجيات العملية لتخفيف الآثار السلبية للإجهاد الحراري على معدل إنتاجية وصحة الحيوان الزراعي

تشمل عمليات التحكم البيئي في منشآت الإنتاج الحيواني، إدارة تغذية الحيوان والتعديل الوراثي.

### 1. التحكم البيئي في منشآت الإنتاج الحيواني

الأساليب الرئيسية للتحكم البيئي في منشآت الإنتاج الحيواني تشمل توفير الظل (وجود الغذاء وماء الشرب

تحت الظل)، التبريد التبخيري برش الماء sprinkling ، التعفير fogging أو التغطية misting باستخدام الحركة

الطبيعية أو القسرية للهواء و توفير الأحواض المبردة. إدراج هذه الأساليب في نظام الإدارة البيئية المتكاملة لمنشأة الإنتاج

الحيواني تحمي الحيوانات من المصادر الرئيسية لاكتساب الحرارة من البيئة، وتعزز من فرص فقدان الحرارة بالتبخر وتكون

سبباً في الحد من الآثار السلبية للإجهاد الحراري.

أ- توفير الظل: يعتبر الإشعاع الشمسي من العوامل الرئيسية للإجهاد الحراري حيث يزيد من إكتساب الحيوان

للحرارة بالطرق المباشرة و غير المباشرة. وجد أن حماية الأبقار الحلوب من أشعة الشمس بواسطة المظلات الإصطناعية

(شكل رقم 7) المشيدة بصورة مثالية يزيد من إنتاج الحليب بنسبة 10-19% (جدول رقم 1).



شكل رقم (7): مظلة إصطناعية

جدول رقم (1): أثر الظل على أداء أبقار الحليب

القياسات	عدم وجود ظل	وجود ظل	نسبة التغير (%)
درجة حرارة الكرة السوداء (°C)	41.0	29.1	25.3-
درجة حرارة المستقيم (°C)	40.8	39.2	2.7-
معدل التنفس/دقيقة	133	83	60.2-
كمية الغذاء المأكول (كجم/اليوم)	16.8	20.7	23.2+
إنتاج الحليب (كجم/اليوم)	17.0	19.4	14.1+

المصدر: Collier et al., 1981; Schneider et al., 1984

يوجد نوعين من المظلات الإصطناعية (مظلات مستدامة ومظلات متنقلة) وهنالك عدة عوامل يجب توافرها فيما يخص التصميم، الصيانة و التكلفة بغض النظر عن نوع المظلة المستهدف. معايير تصميم مظلة مستدامة تشمل الاتجاه، مساحة الأرضية، الإرتفاع، التهوية، تشييد السقف، مرافق الأكل و الشرب ومنظومة إدارة الفضلات. وجد ان محاذاة المحور الطويل لهيكل المظلة (الجمالون) في اتجاه الشرق والغرب يحقق أكبر قدر ممكن من الظل تحت المظلة ويفضل هذا الاتجاه في حالة الحظائر المغلقة. و في المقابل يفضل محاذاة المحور الطويل لهيكل المظلة في اتجاه الشمال والجنوب عندما تكون الحيوانات حرة الحركة مع حركة ظل المظلة. من محاسن هذا الاتجاه أنها تسمح لضوء الشمس بتجفيف 35-50٪ من المساحة المتاحة تحت الظل أثناء ساعات الصباح وبعد الظهيرة، وتعتبر هذه الخاصية مهمة في حالة الأرضيات الترابية. يفضل البعض أرضيات البلاط الإسمنتية المحددة، ويجب أن تكون الأرضية الإسمنتية منحدرية بنسبة 1.5-2٪ في حالة إستخدام نظام نظافة تدفقي. إعتبارات التخلص من الفضلات تعتبر جزء مهم عند تصميم المظلة، وفي الغالب يتم دمج نظام نظافة تدفقي يحتوي على خزانات و صمامات أو طرق للنظافة اليدوية على المظلة. يعتمد حجم المظلة على الظروف البيئية، حيث تقدر المساحة الأرضية التي يجب أن تتاح للبقرة مثلاً ب 18.3-19.8

متر<sup>2</sup> تحت الظروف البيئية الحارة و الرطوبة. بغض النظر عن نوع المظلة المتاحة نجد أن توفير الغذاء وماء الشرب للحيوانات تحت الظل أو بالقرب منه يعتبر عامل مهم جداً في زيادة كمية الغذاء المأكول ومنع الانخفاض في إنتاجية الحيوان. تعتمد الحركة الطبيعية للهواء الجوي تحت المظلة على إرتفاع وعرض المظلة بالإضافة الى معامل إنحدار السقف ووجود أو حجم فتحات حافة السقف. حركة الهواء تحدث طبيعياً من خلال إنسياب الهواء من الجوانب المفتوحة للمظلة أو على حسب نظرية الطفو الحراري بحيث يؤدي تدفئة الهواء نتيجة لوجود الحيوانات والإشعاع الحراري من السقف الى إنسياب الهواء الى أعلى في اتجاه فتحات حافة السقف. تتطلب عملية الإنسياب الثابت للهواء عبر المظلة المعايير التصميمية التالية:

- المظلة ذات عرض 12.2 متر تتطلب ارتفاع حافة سقف 3.7 متر على الأقل، وإذا زاد العرض عن 12.2 متر يجب أن يكون إرتفاع حافة السقف 4.3 متر أو أكثر.
- يجب ان تتوفر مساحات فارغة 15 متر على الأقل بين المنشآت المتقاربة.
- يجب ان يكون للسقف معامل إنحدار بمعدل 12:4 على الأقل، و فتحات حافة سقف على طول السقف، ويجب وجود فراغ 0.3 متر على الأقل بين حافة السقف و قبة حافة السقف.
- يجب ان تتسع فتحات حافة السقف بمقدار 0.3 متر على الأقل بالنسبة للمظلة ذات عرض 6 أمتار، و تزداد بمقدار 5 سنتيمترات لكل 3 أمتار إضافية في عرض المظلة.
- طلاء الأسقف المعدنية بالدهان الأبيض وإضافة مادة عازلة أسفل السقف يخفض مقدار الإشعاع الحراري على الحيوان.

تكلفة إنشاء مظلة مستدامة للأبقار مثلاً تتراوح بين 600-1200 ريال سعودي للبقرة الواحدة، وتلوم هذه

المظلات إلى 25 سنة أو أكثر. فيما تتميز المظلة المتنقلة عن المظلة المستدامة في إمكانية نقلها عند الحاجة للمواقع

الجافة والنظيفة وقلة التكلفة (100-200 ريال سعودي/بقرة)، ولكن حماية الحيوانات من الإشعاع الشمسي تحت

المظلة المتنقلة أقل مما يمكن تحقيقه بإستخدام المظلة المستدامة، كما ان فترة صلاحيتها أيضاً أقل (5 سنوات أو أكثر)

مقارنة بالمظلة المستدامة.

**ب- التبريد بواسطة خفض درجة حرارة الهواء المحيط:** عند إرتفاع درجة الحرارة لمستويات أعلى من درجة الحرارة

المرجحة، تبدأ الحيوانات في زيادة فقد الحرارة عبر الجهاز التنفسي و سطح الجلد. بالرغم من كفاءة هذه الآليات التنظيمية

للحرارة في فقد الحرارة، الا أن الزيادة المستمرة في درجة الحرارة تغطي على هذه الآليات التنظيمية مما يؤدي الى ارتفاع

حرارة جسم الحيوان وانخفاض إنتاجية. تحت هذه الظروف يصبح من الضرورة إستخدام آليات تبريد لخفض إكتساب

حرارة إضافية. حيث يعتبر إستخدام الماء وحركة الهواء من العوامل المهمة لتبريد البيئة المحيطة بالحيوان وبالتالي التبريد

التبخيري للحيوان.

**i. وسائد و مراوح التبريد التبخيري (Evaporative cooling pads):** يمكن خفض حرارة الهواء بواسطة

تكييف الهواء أو تبريده، ولكن التكلفة العالية لهذا النوع من التبريد يجعله غير عملياً للإستخدام في تبريد الحيوان.

الطريقة الإقتصادية لتبريد البيئة المحيطة بالحيوان هي منظومة وسائد و مراوح التبريد التبخيري (شكل رقم 8) والتي

تستغل طاقة الهواء لتبخير الماء. هذه المنظومة تؤدي الى تبريد الهواء وزيادة الرطوبة النسبية فيه. تعتبر هذه المنظومة أكثر

كفاءة عند إستخدامها تحت ظروف المناخ الجاف ولكنها أيضاً قد تؤدي الى تخفيض حرارة الهواء عند إستخدامها تحت

ظروف المناخ الرطب. إستخدام هذه المنظومة من التبريد في مظلات الأبقار أدت الى خفض درجة حرارة الهواء بمقدار

4-6 درجة مئوية، مما إنعكس على زيادة إنتاج الحليب بمقدار 3.2-6.0 كجم/بقرة وتحسين الأداء التناسلي بنسبة

50% (جدول رقم 2). بالرغم من التكلفة الإبتدائية و التشغيلية العالية لهذه المنظومة، إلا إنه إذا اخذ في الإعتبار

الدخل الوارد من زيادة إنتاج الحليب، تحسين الأداء التناسلي و خفض نسبة التخلص من القطيع، فإن هنالك فائدة

إقتصادية على المدى البعيد من إستخدامها.



شكل رقم (8): وسائل التبريد البخيري

**ii. آلات التعفير و التغطية (Foggers & Misters):** آلة التعفير (شكل رقم 9) تقوم برش قطرات دقيقة

جداً من الماء والتي تتبخر بسرعة مما يؤدي الى تبريد الهواء المحيط، وبالرغم من كفاءة آلة التعفير في تبريد الهواء إلا أنها

مكلفة وتحتاج الى صيانة دورية. في المقابل فإن آلة التغطية تقوم برش قطرات ماء أكبر حجماً من قطرات آلة التعفير

وتؤدي الى تبريد الهواء بنفس آلية عملية التعفير حيث يتم تبريد الحيوان من خلال تخفيض درجة حرارة الهواء المحيط

بالحيوان. من عيوب هذه المنظومة أنها لا تعمل بشكل جيد تحت ظروف الرياح أو في وجود مراوح، ومن مشاكلها

تكوّن طبقة عازلة من الهواء بين قطرات الماء على الشعر و سطح الجلد بحيث تعيق فقد الحرارة الطبيعي من الجلد مما قد

يرفع من درجة حرارة جسم الحيوان. بالإضافة لذلك فإن استخدام هذه المنظومة من التبريد قد يجعل الحيوان عرضة

لأمراض الجهاز التنفسي خاصة في الحظائر المغلقة.



شكل رقم (9): آلات التبريد والتغشية

جدول رقم (2): أثر التبريد التبخيري على إنتاج الحليب و الأداء التناسلي للأبقار

المجموعة	إنتاج الحليب (كجم/اليوم)	عدد اللقاحات/الحمل	معدل الحمل (%)	التخلص لعدم الخصوبة (%)
مجموعة المقارنة	15.0	2.6	15	16
مجموعة التبريد	20.5	2.3	25	2

المصدر: Armstrong et al., 1993

ج- التبريد بواسطة تعزيز الآلية الطبيعية لفقد الحيوان للحرارة: حماية الحيوان من الإشعاع الشمسي بواسطة

توفير الظل، وخفض درجة حرارة الهواء المحيط بواسطة التبريد التبخيري و التهوية المحكمة تعتبر آليات مهمة ومفيدة في

تبريد الحيوان تحت ظروف المناخ الجاف. بالمقابل فإن تبريد الحيوان تحت ظروف المناخ الحار الرطب يتطلب توفير الظل،

ترطيب الجلد بواسطة رش الماء وتحريك الهواء لتعزيز الآلية الأساسية لفقد الحرارة (التبريد التبخيري من الجلد).

i. منظومة التبريد باستخدام رش الماء و المراوح (Sprinklers & Fans): هذه المنظومة لا تؤدي الى تبريد

الهواء بشكل ملحوظ كما هو الحال بالنسبة لنظم التعفير و التغشية، وإنما يتم إستخدام قطرات ماء كبيرة الحجم لترطيب

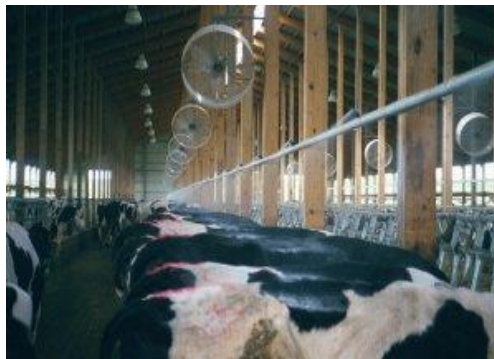
غطاء الشعر الى الجلد، حيث يتم تبريد جسم الحيوان من خلال تبخر الماء من سطح الشعر والجلد (شكل رقم 10).

إقتران عملية رش الماء مع تحريك الهواء بواسطة المراوح تؤدي الى زيادة فقد الحرارة من جسم الحيوان أكثر مما هو ممكن



بإستخدام التبريد فقط. أشارت عدة دراسات الى أن رش الماء على أعلى جسم الحيوان و متابعة ذلك بتهوية قوية

تعتبر من الطرق الفعالة لخفض درجة حرارة الجسم، زيادة كمية الغذاء المأكول وزيادة إنتاج الحليب (جدول رقم 3، 4).



شكل رقم (10): التبريد بإستخدام رش الماء والمراوح

تتطلب هذه المنظومة من التبريد أرضية إسمنتية منحدره ومرافق لمعالجة المياه المتدفقة بمعدل 50-100

جالون/حيوان/يوم. كما يجب أن يكون التحكم في النظام حراريا بحيث يعمل النظام تلقائياً عندما تفوق درجة حرارة

الهواء المحيط 27°م.

جدول رقم (3): أثر التبريد بإستخدام رش الماء و المراوح على أداء الأبقار الحلوب

القياسات	مجموعة المقارنة	التبريد بالرش	نسبة التغير (%)
كمية الغذاء المأكول (كجم/اليوم)	34.9	38.1	9.2+
إنتاج الحليب (كجم/اليوم)	22.7	26.3	15.8+
معدل الحمل (%)	41.0	91.0	50.0+
درجة حرارة المستقيم (°C)	39.2	38.6	1.5-
معدل التنفس/دقيقة	96.0	57.0	40.6-

المصدر: Bucklin et al., 1991; Berman and Wolfenson, 1992

جدول رقم (4): مقارنة بين التبريد التبخيري و التبريد برش الماء على أداء الأبقار الحلوب

القياسات	التبريد التبخيري	التبريد بالرش
إنتاج الحليب (كجم/اليوم)	16.5	8.8
معدل الحمل (%)	86.0	78.0
معدل التنفس/دقيقة	87.0	72.0
درجة حرارة المستقيم (°C)	39.6	39.1

المصدر: Armstrong et al., 1993; Bray et al., 1990

**ii. بخاخات ممرات الخروج من صالات الحلب:** بخاخات ممرات الخروج من صالات الحلب متوفرة تجارياً و

مصممة بحيث ترش الماء تلقائياً على الأبقار عند مرورها خلال ممرات الخروج. هذه المنظومة من التبريد تناسب المزارع

التي تقطع فيها الأبقار مسافة طويلة من صالات الحلب الى الحظائر.

**iii. محطات الرش والمراوح:** تصمم هذه المحطات في أماكن بحيث تنقل لها الحيوانات، أو بحيث يمكن أن

تستخدمها الحيوانات اختياريًا. من معوقات هذه الوسيلة أن عملية نقل الحيوانات الى محطات التبريد هذه تطلب عمالة

إضافية، وطريقة الاختيار الحر قد لا تكون مناسبة لأن المساحة المحدودة قد تؤدي الى إحتكار محطة التبريد بواسطة

الحيوانات الأقوى.

## 2. إدارة تغذية الحيوان

محاولة الحيوانات المحافظة على التوازن الحراري والإلتزان الداخلي أثناء الإجهاد الحراري قد يؤدي الى تغيير

إحتياجات الحيوان للعناصر الغذائية والطاقة مقارنة مع الحيوانات غير المجهدة حرارياً. لذا من الضرورة بمكان تعديل

الإحتياجات الغذائية أثناء تعرض الحيوان للطقس الحار. هنالك عدة محاور أساسية لإدارة تغذية الحيوان تحت هذه

الظروف يجب أخذها في الإعتبار منها:

- توفير غذاء طازج، سائغ وذا جودة عالية في مرافق التغذية على الدوام لزيادة كمية الغذاء المأكول.
  - توفير أماكن تغذية مريحة وذلك بتوفير الظل ومرافق التبريد، مما قد يزيد من كمية الغذاء المأكول.
  - تقلمم الغذاء في الأوقات الباردة.
  - إعادة صياغة تركيبة العلف لتعويض إنخفاض المأكول منه نتيجة لتعرض الحيوان للطقس الحار.
  - الزيادة في إحتياجات الحيوان للعناصر الغذائية في الطقس الحار.
  - تجنب الزيادة غير الضرورية للعناصر الغذائية في تركيبة العلف.
- سوف يهتم هذا الجانب بطرق تغذية كل من الكربوهيدرات، الدهون ، البروتينات ، الأملاح ، الفيتامينات والماء للحيوانات المجهدة حرارياً، حيث يشير الجدول رقم (5) الى مستوى العناصر الغذائية المطلوبة في العلف المقدم للحيوانات المجهدة حرارياً.

جدول رقم (5): مستوى العناصر الغذائية في علف أبقار الحليب المجهد حارياً

المستوى	العنصر الغذائي Nutrient
18-16	البروتين الخام في المادة الجافة (%)
40-38	بروتين خام غير متحلل (% من البروتين الخام)
21-19	الألياف الذائبة في المحاليل الحمضية (% في المادة الجافة)
28-25	الألياف الذائبة في المحاليل المتعادلة (% في المادة الجافة)
8-7	دهون (%)
6-5	دهون غير محمية (%)
40-38	المستخلص الخالي من النيتروجين NFE (% في المادة الجافة)
0.6-0.4	صوديوم (% في المادة الجافة)
1.5-1.2	بوتاسيوم (% في المادة الجافة)
0.35-0.30	ماغنسيوم (% في المادة الجافة)
0.22-0.13	بيكربونات الصوديوم (كجم/يوم)
6	نياسين (جم/يوم)

المصدر: Hutjens, 1994; NRC, 1989

أ. الكربوهيدرات: يجب خفض كمية الألياف المأكولة في الحيوانات المعرضة للطقس الحار، حيث أن إنتاج الحرارة المرتبطة بالتغذية يعتمد على محتوى العلف من الألياف وجودة الألياف، لذا فمن الضروري مراعاة كمية وجودة الألياف المأكولة عند تصميم برامج فعالة لإدارة تغذية الحيوانات المعرضة للطقس الحار. يؤدي تعرض الحيوان للطقس الحار إلى انخفاض كمية الغذاء المأكول، وبالتالي إلى نقص كمية الطاقة المتناولة مما ينعكس على إنتاجية الحيوان. الطرق المثلى للتغلب على نقص كمية الطاقة المتناولة تتمثل عادة في خفض كمية الألياف وزيادة محتوى المركبات في العلف. وذلك لأن تقليل محتوى الألياف في العلف يزيد من كمية الغذاء المأكول، بينما زيادة محتوى المركبات تزيد من تركيز الطاقة في

العلف، وتظهر الفائدة القصوى للمركبات عندما تكون بنسبة 60-65 % من العلف. وجد أن تغذية الأبقار المعرضة للطقس الحار على أعلاف منخفضة في الألياف يؤدي الى زيادة إنتاج الحليب اليومي، خفض درجة حرارة الجسم وخفض معدل التنفس مقارنة مع الأبقار التي تغذى على علف غني بالألياف. عموماً فإن تغذية الحيوانات المعرضة للطقس الحار على أعلاف ذات مستوى منخفض من الألياف وعالي من الحبوب يساعد على خفض إنتاج الحرارة داخل جسم الحيوان، وبالتالي قد تساهم في خفض الحمل الحراري على الحيوان. ولكن يجب أن يكون العلف الذي يحتوي على مستوى منخفض من الألياف وعالي من الحبوب متزنًا، بحيث يحتوي على كمية مناسبة من الألياف لدعم عمليتي المضغ والإحتراز للمحافظة على مستوى الحموضة (pH) في الكرش وبالتالي صحة الحيوان.

**ب. الدهون:** إحدى أهداف إدارة تغذية الحيوان الزراعي المعرضة للطقس الحار تتضمن زيادة محتوى الطاقة في الغذاء مع خفض الحمل الحراري الكلي على جسم الحيوان. يتم هذا من خلال التغذية على الدهون والتي تتميز بإنتاج منخفض للحرارة داخل جسم الحيوان، وبالتالي مد جسم الحيوان بالطاقة من دون آثار حرارية سلبية. أظهرت بعض الدراسات التي أجريت في الطقس الحار أن تغذية الدهون بنسبة 9.2% في العلف قد أدت الى خفض درجة حرارة جسم الأبقار بمقدار 0.3-0.4°م مقارنة بالأبقار التي تم تغذيتها على علف يحتوي على دهون بنسبة 2.5%. يجب الإشارة هنا الى أن إضافة الدهون للعلف بنسبة تتعدى 5% قد تعيق عملية هضم الغذاء (التخمير الميكروبي) في كرش الحيوان، ولكن الدهون الحمية تسمح بإضافة كميات إضافية من الدهون للعلف من دون إعاقه هضم الغذاء في الكرش، وقد أظهرت بعض الدراسات أن إضافة الدهون الحمية للعلف يؤدي الى زيادة إنتاج وكفاءة الحليب في الطقس الحار.

**ج. البروتينات:** أشارت دراسات عديدة إلى أن الحيوانات المجهدة حرارياً تعاني من إتران نيتروجين سالب وذلك نتيجة لانخفاض تناول الغذاء. مما يشير الى أن زيادة مستوى البروتين في العلف عن الإحتياج المطلوب في الطقس الحار تبدو

مفيدة. يجب أيضاً مراعاة نوعية مصدر البروتين (درجة الذوبان، درجة التحلل ، القيمة الحيوية) في العلف في حالة الإجهاد الحراري بالإضافة الى كمية البروتين. أشارت بعض الدراسات الى أن تناول الأبقار لعلف يحتوي على بروتين بدرجة ذوبان أقل أدى الى تحسين إيزان النيتروجين، زيادة كمية الغذاء المأكول وزيادة إنتاج الحليب، كما أن زيادة مستوى البروتينات غير المتحللة في الكرش وبعض الأحماض الأمينية (اللايسين) في حال الإجهاد الحراري قد أدى الى زيادة الوزن المكتسب يومياً، كفاءة تحويل الغذاء وإنتاج الحليب. بشكل عام يجب الا يتعدى مستوى البروتين الخام في غذاء الأبقار الحلوب 3.1% من الموصى به، وألا تتعدى البروتينات المتحللة في الكرش 61% من بروتين الغذاء الخام في حال الطقس الحار.

د. الأملاح: من المتوقع حدوث إختلال في مستوى الأملاح (كلوريد Cl، كالسيوم Ca، ماغنسيوم Mg، صوديوم Na، بوتاسيوم K) في الحيوانات المعرضة للطقس الحار نتيجة لإنخفاض كمية الغذاء المأكول، بالإضافة الى التعرق. كما تشير بعض التقارير الى إنخفاض إمتصاص الأملاح من القناة الهضمية، وزيادة إحتياج الحيوان للعناصر النادرة (السيلينيوم Se والزنك Zn... إلخ). عند إرتفاع درجة حرارة بيئة الحيوان. لذا فإن إضافة الأملاح لغذاء الحيوان المعرض للإجهاد الحراري يعتبر ضرورياً للمحافظة على إستقرار وظائف الجسم. أشارت بعض الدراسات الى أن إضافة البوتاسيوم لغذاء الأبقار الحلوب المجهد حرارياً كان له أثر إيجابي على إنتاج الحليب. بالإضافة الى ذلك وجد أن إضافة الصوديوم لغذاء الأبقار بنسبة 55% في الطقس الحار قد أدى الى زيادة كمية الغذاء المأكول وإنتاج الحليب (جدول رقم 6). كما وجد أن إضافة منظّمات درجة الحموضة الغذائية مثل بيكربونات البوتاسيوم ( $\text{KHCO}_3$ ) الى غذاء الحيوان الزراعي المعرض للإجهاد الحراري قد أظهر نتائج إيجابية، بالإضافة لمساعدته في المحافظة على مستوى الحموضة في الكرش.

جدول رقم (6): أثر إضافة الأملاح الى الغذاء على أداء أبقار الحليب في الطقس الحار

القياسات	بيكربونات الصوديوم	بيكربونات البوتاسيوم		
% في المادة الجافة	0.0	1.0	1.3	1.8
كمية الغذاء المأكول (كجم/اليوم)	18.0	18.3	17.7	18.6
إنتاج الحليب (كجم/اليوم)	19.1	20.1	19.1	19.9

المصدر: Hutjens, 1994

هـ. الفيتامينات: الإجهاد الحراري يؤدي الى زيادة فقد الفيتامينات من الأنسجة وطرحها، مما قد يؤدي الى فقر في الفيتامينات أو زيادة الإحتياج للفيتامينات. أشارت بعض الدراسات الى أن إضافة بيتا كاروتين ( $\beta$ -carotene) الى غذاء الأبقار قد أدى الى تحسين معدل الحمل، كما أن إضافة السيلينيوم (Se) وفيتامين هـ (E) قد أثر إيجابياً على خصوبة الحيوان المعرض للإجهاد الحراري، وإضافة النياسين الى غذاء الأبقار الحلوب في فصل الصيف قد أدى الى زيادة إنتاج الحليب وخفض درجة حرارة الجلد (جدول رقم 7). لكل ذلك يجب تعديل محتوى فيتامينات الغذاء في الطقس الحار لمراعاة الإنخفاض في كمية الغذاء الجاف المأكول عند إرتفاع حرارة الطقس.

جدول رقم (7): أثر إضافة النياسين على أداء أبقار الحليب في الطقس الحار

المجموعة	إنتاج الحليب (كجم/اليوم)	حرارة المستقيم ( $^{\circ}\text{C}$ )	حرارة الجلد ( $^{\circ}\text{C}$ )	معدل التنفس/دقيقة
مجموعة المقارنة	32.06	38.45	34.01	59.48
النياسين	38.42	39.17	34.24	66.42

المصدر: Al-Haidary et al., 2003; Muller et al., 1986

و. إستخدام الماء: يعتبر الماء أهم العناصر على الإطلاق بالنسبة للحيوان المعرض للإجهاد الحراري. يبدأ تناول الماء في الإزدیاد السريع عندما تتعدى درجة حرارة البيئة 27°م. الزيادة في فقد الماء عبر الجلد والجهاز التنفسي (التعرق واللهث) كآلية لتبديد الحرارة بتبخير الماء قد يؤدي الى خلل في مستوى الماء في جسم الحيوان. لذا يجب أن يكون ماء الشرب متاحاً بكمية كافية وعلى الدوام بالقرب من أماكن التغذية والظل في الطقس الحار. وجد أن جودة ودرجة حرارة الماء تؤثر على معدل إستهلاك الماء، حيث أن تبريد الماء قد أدى الى زيادة كل من تناول الماء، كمية المادة الجافة المأكول وإنتاج الحليب (جدول رقم 8)، كما أدى الى زيادة معدل النمو اليومي في أبقار التسمين في الطقس الحار.

جدول رقم (8): أثر تبريد ماء الشرب على أداء أبقار الحليب المجعدة حرارياً

المجموعة	تناول الماء	كمية الغذاء المأكول	معدل التنفس	حرارة المستقيم	إنتاج الحليب
ماء بارد (10.5°م) مقارنة بالماء الدافئ (27.2°م)	↑	↑	↓	↓	↑

المصدر: Stermer et al., 1986

ي. الهرمونات: وجد أن حقن هرمون النمو (bovine somatotrophin; bST) المنقى أو المصنع حيوياً قد يزيد من إنتاج الحليب وكفاءة إستخدام الغذاء في الأبقار الحلوب في الطقس الحار (جدول رقم 9). كما وجد أيضاً أن حقن هرمون النمو شبيه الإنسولين (IGF 1) يزيد من مقاومة الخلايا للحرارة و يزيد من معدل الحمل في الحيوان الزراعي المعرض للإجهاد الحراري.

جدول رقم (9): أثر حقن هرمون النمو على أداء أبقار الحليب في الطقس الحار

القياسات	مجموعة المقارنة	مجموعة هرمون النمو
إنتاج الحليب (كجم/اليوم)	21.0	28.0
تناول الغذاء (كجم/اليوم)	24.1	28.8



تناول الماء (كجم/اليوم)	97.3	118.2
درجة حرارة المستقيم (°C)	39.8	40.0
الخلايا الجسدية في الحليب (10 <sup>3</sup> )	296.6	226.6

المصدر: Johnson et al., 1991

### 3. التعديل الوراثي

يمكن تحقيق معدل عالي من التحمل الحراري للحيوان الزراعي من خلال إنتخاب أو تهجين السلالات التي تتميز بتحمل حراري عالي. وجد أن عمليات التهجين في الأبقار الحلوب تكون أكثر نجاحاً في حالات التربية التقليدية مقارنة بالتربية الحديثة وذلك لإنخفاض مستوى إنتاج أبقار التربية التقليدية مقارنة مع الأبقار الأصيلة المستخدمة في التربية الحديثة. يجب الإشارة هنا الى أن العجول الناتجة من عملية التهجين الأولى (F1) قد تكون مقاومة للحرارة، ولكن ناتج عمليات التهجين المتتالية قد تكون أقل مقاومة للحرارة. من الخيارات المتاحة الأخرى لتحقيق معدل عالي من التحمل الحراري إنتخاب السلالات الأصيلة الأكثر مقاومة للحرارة. ولكن يجب معرفة ما إذا كان صفة التحمل الحراري أحادية أو متعددة الأبعاد، كمثال هل توريث التحمل الحراري لتحسين الإنتاجية سوف يحسن أيضاً الخصوبة و طول العمر ؟ بما أن الارتباط الوراثي بين الأداء الإنتاجي والتحمل الحراري حوالي 0.3 فإن الإستمرار في إنتخاب صفات الأداء الإنتاجي مع تجاهل صفة التحمل الحراري سوف يؤدي الى خفض التحمل الحراري للحيوان الزراعي، ولكن نسبة الارتباط الضعيفة بين الصفتين قد تجعل من الإنتخاب الجمعي للأداء الإنتاجي و التحمل الحراري ممكناً.

### ثالثاً: تقييم وقياس بيئة وفسولوجيا حرارة الحيوان

1. قياس و تقييم بيئة الحيوان: عملية تقييم وقياس بيئة الحيوان تعتبر مهمة جداً لعدة أسباب، منها الكشف عن

المشاكل المتوقع إرتباطها بالإجهاد البيئي على الحيوان، بالإضافة الى تحديد مدى فعالية تدابير المعالجة. لحسن الحظ فإنه

يمكن قياس معظم عناصر بيئة الحيوان والتي تشمل درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية، حركة الهواء، الإشعاع الشمسي والحراري (solar and heat radiation) و ملوثات الهواء.

أ. قياس درجة حرارة الهواء: توجد عدة أنواع من الثيرمومترات الزئبقية والثيرمومترات الكهربائية مثل المجسات الحرارية (thermistors) والمزدوجات الحرارية (thermocouples) متاحة تجارياً لتستخدم في قياس درجة حرارة الهواء، حيث تقدر درجة حرارة الهواء بالدرجة المئوية ( $^{\circ}\text{C}$ ) أو درجة فهرنهايت ( $^{\circ}\text{F}$ ).

ب. قياس رطوبة الهواء النسبية: قياس محتوى بخار الماء في الهواء تسمى قياس الرطوبة، ويتم قياس الرطوبة النسبية في الهواء بصورة غير مباشرة بواسطة جهاز قياس الرطوبة والذي يتكون من ثيرمومتر جاف وآخر رطب حيث تقدر رطوبة الهواء النسبية كنسبة مئوية (%).

يمكن قياس درجة حرارة الجو والرطوبة النسبية بصورة متزامنة ومستمرة باستخدام حافظات بيانات (Data logger) مزودة بمجسات حرارية (شكل رقم 11)، بحيث توضع أو تعلق حافظات البيانات داخل حظيرة الحيوان على إرتفاع حوالي 2 متر من سطح الأرض وبعيدا عن مصادر المياه. كما توجد برمجيات خاصة تستخدم في برمجة حافظات البيانات بالإضافة الى تفريغ وتحليل البيانات.

ج. دليل الحرارة والرطوبة (Temperature-humidity index; THI): يمكن حساب دليل الحرارة والرطوبة لتقدير الإجهاد الحراري على الحيوان وذلك باستخدام المعادلة:

$$\text{THI} = [\text{Ta} - [(0.31 - (0.31 \times \text{RH})) \cdot (\text{Ta} - 14.4)]]$$

حيث أن  $\text{Ta}$  = درجة حرارة الهواء (درجة مئوية  $^{\circ}\text{C}$ ) ،  $\text{RH}$  = الرطوبة النسبية (%). تدل النتائج المتحصل عليها من هذه المعادلة على عدم وجود إجهاد حراري إذا كانت قيمة دليل الحرارة والرطوبة أقل من 22.2، وجود إجهاد

حراري متوسط إذا كانت القيمة تتراوح بين 22.2-23.3، وجود إجهاد حراري شديد إذا كانت القيمة تتراوح

بين 23.3-25.6، ووجود إجهاد حراري شديداً جداً إذا كانت القيمة أعلى من 25.6.



شكل رقم (11): اشكال متعددة لحافظة بيانات مزودة بمجسات حرارية لتسجيل درجة حرارة الجو

والرطوبة النسبية بصورة متزامنة ومستمرة

د. قياس حركة الهواء: يجب قياس سرعة وتوزيع الهواء في منشأة الإنتاج الحيواني لمعرفة وعلاج مشاكل التهوية،

ويستخدم جهاز الانيموميتر (anemometer) لقياس سرعة الهواء (شكل رقم 12)، حيث تقدر سرعة الهواء

بالمتر/الثانية.



شكل رقم (12): جهاز الانيموميتر لقياس سرعة الهواء

هـ . قياس الإشعاع الشمسي والحراري: يستخدم جهاز البيرانومتر (pyranometer) لقياس الإشعاع الشمسي

المباشر والمنتشر من الغلاف الجوي، ويقاس الإشعاع الكلي بواسطة قياس حرارة الكرة السوداء (شكل رقم 13)، فيما

يقدر الإشعاع الحراري بحساب الفرق بين الإشعاع الكلي و الأشعاع الشمسي، ويقدر كل من الإشعاع الشمسي

والحراري بالدرجة المئوية ( $^{\circ}\text{C}$ ).



شكل رقم (13): الكرة السوداء لقياس الإشعاع الكلي

و. قياس درجة حرارة السطح: تلعب درجة حرارة الأسطح البيئية دوراً مركزياً في تحديد حجم وإتجاه تدفق الإشعاع

الحراري، ويمكن قياس درجة حرارة السطح بواسطة التيرموتر الإشعاعي (radiation thermometer) من دون

التلامس مع السطح المراد قياس درجة حرارته، حيث تقدر درجة حرارة السطح بالدرجة المئوية ( $^{\circ}\text{C}$ ).

ي. قياس ملوثات الهواء: يستخدم جهاز مؤشر انابيب الطيف اللوني لقياس الملوثات الغازية في الهواء، حيث يحتوي

الأنبوب الكاشف على مادة كيميائية خاصة تتفاعل مع الغاز الملوث المراد الكشف عنه (الأمونيا مثلاً) مما ينتج عنه

لون معين، وتتناسب حدة اللون الناتج مع تركيز الغاز الملوث في الهواء.

ز. قياس الميكروبات الجوية: يمكن قياس التلوث الميكروبي لبيئة الحيوان بواسطة فتح طبق زراعة ميكروبي يحتوي

على وسط مستنبت للميكروبات والسماح للجزيئات المرئية العالقة في الهواء بالإستقرار على سطح الوسط المستنبت،

كما يمكن إستخدام نوعية خاصة من المستنبت إذا كان الغرض الكشف عن نوع محدد من التلوث الميكروبي.

## 2. قياس وتقييم فسيولوجيا حرارة الحيوان: تميل درجة حرارة جسم الحيوان لأن تتبع التغيرات الموسمية لحرارة

الطقس. فإن الارتفاع الكبير في درجة حرارة الطقس يرفع حرارة الجسم بحوالي 2°م في حين أن تعرض الحيوانات للبرد الشديد يؤدي لنتائج عكسية ولكن بمعدل أقل. ومن المعروف أن درجة حرارة الجسم تختلف فيما بين أعضائه المختلفة، حيث يوجد تدرج حراري من لب (core) دافئ يشمل المخ والأعضاء الموجودة في القفص الصدري والبطن وتقل درجة الحرارة باتجاه السطح الخارجي للجسم.

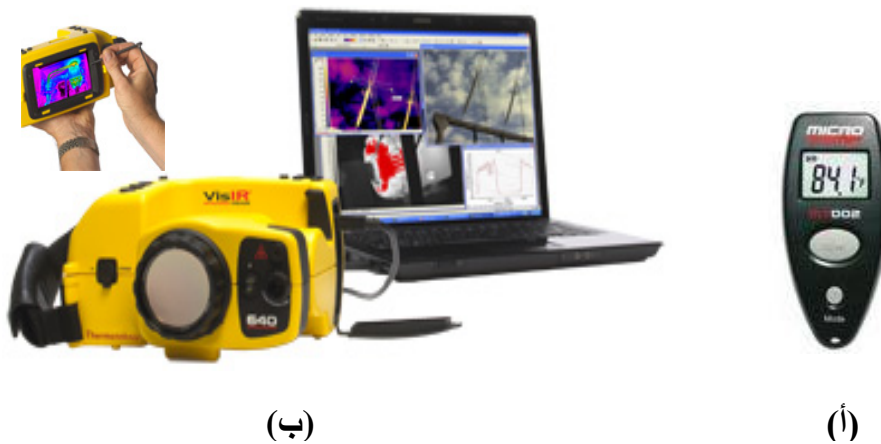
أ. درجة حرارة الجسم: تعتمد دراسة التنظيم الحراري، معدل التمثيل، الفقد الحراري والإنتاج الحراري على قياس درجة حرارة جسم الحيوان والتي تعتبر من القياسات الأساسية في الحيوانات المعرضة للبيئات الحارة، ويمكن قياس درجة حرارة جسم الحيوان في عدة أماكن بالجسم مثل درجة حرارة المستقيم ودرجة حرارة الجسم الداخلية. يعتبر المستقيم هو المكان المناسب لوضع الثيرموميتر (المجس الحراري) في الحيوان لقياس درجة حرارته، وتعتبر درجة حرارة المستقيم أكثر القياسات الفسيولوجية شيوعاً لإختبار أو مراقبة حالة الحيوان في البيئات الحارة.

تستخدم درجة حرارة الجسم الداخلية كبديل لدرجة حرارة المستقيم وتعتبر أكثر دقة للتعبير عن درجة حرارة الجسم ومن مميزاتا أيضاً أنها تعكس التغيرات السريعة والمستمرة في درجة حرارة الجسم والتي يصعب رصدها بقياس درجة حرارة المستقيم بالثيرموميتر العادي. يستخدم لقياس درجة حرارة الجسم الداخلية أجهزة قياس عن بعد دون قيد للحيوان (Al-Haidary, 2002)، ومجسات حرارية تزرع داخل جسم الحيوان (شكل رقم 14).



شكل رقم (14): أجهزة القياس عن بعد لقياس درجة حرارة الجسم الداخلية للحيوان

ب. درجة حرارة سطح الجلد: تعتبر الأوعية السطحية هي المصدر الرئيسي لدرجة حرارة الجلد، لذلك فإن مناطق الجسم المختلفة تلعب دوراً مهماً في تغير توزيع الدم بالجسم لتسبب تدرج حراري بين أجسامها والبيئة من حولها وينتج عن ذلك فقد حراري كبير بوسائل الإشعاع والحمل. تختلف درجة حرارة الجلد تبعاً لفصل السنة، والوقت من اليوم، ويرجع ذلك مباشرة لزيادة إكتساب الحرارة عن طريق الإشعاع من البيئة الخارجية وإعادة توزيع الدم من الأوعية الدموية إلى أطراف الجسم في الأوقات الأكثر حرارة من اليوم وذلك كوسيلة للتأقلم لتقليل إكتساب الحرارة المشعة من البيئة الخارجية. تقاس درجة حرارة سطح الجلد باستخدام مقياس الحرارة الرقمي والذي يقيس درجة حرارة الجلد من بعد 3-4 سم في أي منطقة من جسم الحيوان (شكل رقم 15 أ)، و الكاميرا الحرارية (infrared thermal camera) وهي كاميرا لالتقاط صور حرارية كاملة لجسم الحيوان (شكل رقم 15 ب)، حيث تعتمد طريقتي القياس على الأشعة تحت الحمراء.



شكل رقم (15): (أ) الثيرمومتر الإشعاعي (ب) الكاميرا الحرارية

ج. **معدل التنفس:** يعتبر التنفس وسيلة أساسية لفقد الحرارة بالتبريد التبخيري في المجترات الصغيرة تحت ظروف

الإجهاد الحراري، حيث تفقد هذه الحيوانات في المناطق المعتدلة الحرارة حوالي 20٪ من درجة حرارة أجسامها من

خلال التنفس، بينما تزيد هذه النسبة إلى 60٪ في حالات الإجهاد الحراري. ويقاس معدل التنفس باستخدام سماعة

طبية ووحدة قياسه هي دورة تنفسية/دقيقة.

د. **معدل نبضات القلب:** نبضات القلب مرتبطة بالإنتاج الحراري، والشئ الأكثر وضوحاً لتأثير الإجهاد الحراري

على وظيفة الأوعية الدموية هي زيادة معدل نبضات القلب مما يزيد من تدفق الدم لأطراف الجسم كاستجابة للإجهاد

الحراري والتخلص من الحرارة الزائدة. وتقاس نبضات القلب باستخدام سماعة طبية ووحدة قياسه هي نبضة/الدقيقة.

هـ. **معدل التعرق:** التعرق هو إحدى آليات الفقد الحراري بالتبريد التبخيري. حيث يحتوي الجلد في بعض الحيوانات

على غدد عرقية يتخلص بها الجسم من الحرارة. تبدأ آلية الفقد الحراري بالتبريد التبخيري في حالة زيادة درجة حرارة

البيئة عن درجة الحرارة المعتدلة والمناسبة للحيوان، حيث يبدأ الحيوان بفقد الحرارة عن طريق التعرق ويعتمد الفقد هنا

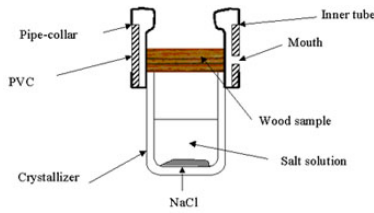
على نسبة الرطوبة في الهواء الجوي ولا يعتمد على التدرج الحراري (كما في طرق الفقد الأخرى). وبطبيعة الحال فإن

وجود الغدد العرقية وأهمية التعرق يختلف من نوع لآخر فهناك من الكائنات الحية ما يعتمد على التعرق بنسبة 100٪

كالإنسان ومنها ما يعتمد على التنفس بنسبة 100٪ كالدواجن والكلاب وتتراوح الحيوانات بين ذلك. يقاس معدل

التعرق بجهاز معدل التبخر (vapometer) والذي يعتمد على التغير الذي ينشأ في الرطوبة النسبية للهواء المحبوس

داخل الجهاز نتيجة للتعرق (شكل رقم 16)، ووحدة قياسه هي جم/متر<sup>2</sup>/الساعة.



شكل رقم (16) جهاز قياس معدل التعرق

و. معامل التحمل الحراري: يتم تقدير معامل التحمل الحراري للحيوان باستخدام إختبار أيبيريا (Iberia test)

والذي يعتمد على التغير الذي يطرأ على درجة حرارة المستقيم الطبيعي للحيوان نتيجة لتعرضه للبيئة الحارة. يحسب

معامل التحمل الحراري كنسبة مئوية (%) باستخدام المعادلة التالية:

معامل التحمل الحراري (%) =  $100 - 10$  (متوسط درجة حرارة المستقيم بعد التعرض للبيئة الحارة - المعدل الطبيعي

لدرجة حرارة المستقيم)

ي. القدرة على التكيف: يتم تقدير قدرة الحيوان على التكيف بحساب متوسط الانحراف النسبي لمستوى المعايير

الفسيولوجية (المعايير الحرارية، معايير إتران الماء، معايير إتران النيتروجين) للحيوان عن المستوى الطبيعي (بغض النظر عن

إن كان ذلك الانحراف إيجابياً أو سلبياً) عند تعرض الحيوان للبيئة الحارة. يتم تقدير قدرة الحيوان على التكيف كنسبة

مئوية (%) باستخدام المعادلة التالية:



القدرة على التكيف (%) = 100 - متوسط الانحراف النسبي للمعايير الفسيولوجية

## الخلاصة

مما سبق يتضح أن إرتفاع درجة الحرارة في المناطق الحارة تعيق عمليات الإنتاج في مزارع ماشية اللبن، لا سيما خلال فصل الصيف. مع قدوم فصل الصيف ترتفع درجات الحرارة ويزداد معها قلق أصحاب مزارع ماشية اللبن من انخفاض خصوبة الأبقار وقلة إنتاج الحليب، مما ينعكس على تكبد هذا القطاع لخسائر مادية كبيرة.

وللمحافظة على الخصوبة وكفاءة الإنتاج تحت هذه الظروف البيئية يجب إتباع أساليب التحكم البيئي في مزارع ماشية اللبن من توفير للظل وإستخدام لوسائل التبريد المختلفة حسب الظروف المناخية السائدة ونوع الحظائر، بالإضافة الى إعادة صياغة تركيب العلف بخفض كمية الألياف وزيادة محتوى المركبات وإضافة بعض الفيتامينات والأملاح لتلائم إحتياج الأبقار المجعدة حرارياً، وتبريد ماء الشرب وتقديمه بكمية كافية بالقرب من أماكن التغذية.

ونظراً للتكلفة العالية لوسائل التبريد يمكن التفكير على المدى البعيد في إمكانية إنتخاب أو تهجين سلالات الأبقار التي تتميز بالتحمل الحراري والأداء الإنتاجي العالي.

## التوصيات:

- يجب على أصحاب مزارع إنتاج الألبان إستخدام الوسائل الحديثة سالفه الذكر لرفع العبء الحراري عن أبقار الحليب، وبالتالي المحافظة على الإنتاج بكفاءة عالية وتجنب أضرار الإجهاد الحراري.

- يجب على أصحاب مزارع إنتاج الألبان إستشارة اهل الخبرة بالجامعات والإستفادة من توجيهاتهم المبينة على

الدراسات العلمية المنهجية.

- يجب على أهل الخبرة في الجامعات فتح قنوات إتصال مع أصحاب مزارع الأبقار للتعرف على معوقات

الإنتاج والمساهمة في حلول المشاكل تحقيقاً لهدف الجامعة في خدمة المجتمع.

## References

المراجع

- Al-Haidary AA., Al-Soghier A, Alshaikh MA. 2003. Effect of niacin supplementation on Holstein cattle performance during summer months. J King Saud Univ., 14: 221-234.
- Al-Haidary AA., Al-Soghier A, Alshaikh MA. 2002. Effect of heat stress on milk production and some thermoregulatory responses of high producing Holstein Cattle in semi-arid environment. J King Saud Univ., 14: 45-54.
- Al-Haidary A. 2002. Telemetric monitoring of core body temperature of Arabian camel under Saudi Arabia condition. Research Center of agriculture, King Saud University, Res. Bult., 108: 5-18.
- Armstrong DV, Welchert WT, Wiersma F. 1993. Environmental modification for dairy cattle housing in arid climates. 4<sup>th</sup> International Livestock Environmental Symposium, Warwick, England, ASAE. St. Joseph, MI, pp. 1223-1231.
- Berman A, Wolfenson D. 1992. Reproduction. In: Large Dairy Herd Management, Chapter 15, (HH Van Horn and CJ Wilcox, editors), pp. 126-134.
- Bianca, W. 1968. Thermoregulation.. In: Adaptation of domestic animals, (ESE Hafez, editor). Lea and Febiger. Philadelphia.
- Bray DR, Beede DK, Delorenzo, MAWolfenson D, Giesy RG, Bucklin RA, Nordstedt R, Means S. 1990. Environmental modifications update. Proc. 28th Ann. Fl Dairy Prod. Conf., 134. Gainesville, FL.
- Bucklin RA, Turner LW, Beede DK, Bray DR, Hemkin RW. 1991. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. Appl. Eng. Agric., 7: 241.

- Collier RJ, Eley RM, Sharma AK, Pereira RJ, Buffington DE. 1981. Shade management in subtropical environments for milk yield and composition in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 64: 844-849.
- El-NoutyFD, Al-Haidary A.A, Salah MS. 1990. Seasonal variations in hematological values of high-and average-yielding Holstein cattle in semi-arid environment. *J. King Saud Univ.*, 2:173-182.
- Hafez ESE. 1968. *Adaptation of domestic animals*. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Hutjens MF. 1994. Feed to beat hot weather. *Hoard's Dairyman*, pp. 497.
- Johnson HD, Ragsdala, AC, BerryIL, Shanklin MD. 1962. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holsteins cattle. *MO. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. No. 791*.
- Johnson HD, Li R, Manalu W, Spencer-Johnson KJ. 1991. Effects of somatotropin on milk yield and physiological responses during summer farm and hot laboratory conditions. *J. Dairy Sci.*, 74: 1250-1262.
- Muller LD, Heinrichs AJ, Cooper JB, Atkin YH. 1986. Supplemental niacin for lactating cows during summer feeding. *J. Dairy Sci.*, 69:1616.
- NRC. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Academy Press, Washington, DC.
- Schneider PL, Beede DK, Wilcox CJ, Collier RJ. 1984. Influence of dietary sodium and potassium bicarbonate and total potassium on heat-stressed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67: 2546-2553.
- Stermer RA, et al. 1986. Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 69: 546-551.

Quintero-Moreno A, Calatayud D, Boscan J, Rojas N, Arrieta D, Palomares R. 2007.

Heat tolerance in 1/2 Senepol- and 5/8 Holstein-3/8 Brahman crossbred calves.

Revista Científica, FCV-LUZ 17 (5): 473-479.

### شكر وتقدير

يتقدم المؤلفون بالشكر والثناء لله سبحانه وتعالى، ثم برنامج الإستراتيجيات التقنية NSTIP في المملكة العربية السعودية مشروع رقم (12-AGR2540-02) كما يتقدم المؤلفون بالشكر الوافر للجمعية السعودية للعلوم الزراعية ممثلة في هيئة تحرير سلسلة الإصدارات العلمية على موافقتها نشر هذا الإصدار ضمن سلسلة إصداراتها. والحمد لله رب العالمين أن وفقنا لهذا العمل راجين أن يكون فيه النفع والفائدة للقارئ