علاقة كتلة وسمك الحشوه في اداء وحدة التبريد التبخيري لقاعة الدواجن

علي مازن عبدالمنعم
قسم المكننه الزراعيه/كلية الزراعة
جامعة بغداد

المستخلص

تم تنفيذ البحث في منطقة الراشديه في بغداد لمعرفة مقدرة العاقول كحشوه تستخدم بنظام التبريد التبخيري و لدراسة تاثير كتلة حشوه العاقول 2 و 3 و 4 كغم وبسمك6 و 9و12 سم للمده من 2 تموز 2008 ولغاية 8 ايلول 2008 .قيست درجة الحراره الجافه الداخليه وكفاءة التبريد وسرعة الهواء الخارج من الحشوات وتصريف الهواء والرطوبه النسبيه الداخليه وكمية الماء المستهلك لتحديد افضل توليفه اداء لمنظومة التبريد التبخيري .استخدم الترتيب العاملي في التجربه بتصميم تام التعشيه بثلاثة مكررات. ادت زيادة كتلة الحشوه من 2 الى 3 كغم مع ثبات سمك الحشوه الى انخفاض درجة الحراره الجافه الداخليه وسرعة الهواء الخارج ومعدل تدفق الهواء الحجمي وارتفاع كفاءة التبريد والرطوبه النسبيه وكمية الماء المستهلك. ادت زيادة كتلة الحشوه من 3 الى 4 كغم مع ثبات سمك الحشوه الى انخفاض كفاءة التبريد وسرعة الهواء الخارج ومعدل تدفق الهواء الحجمي والرطوبه النسبيه وكمية الماء المستهلك وارتفاع درجة الحراره الجافه الداخليه. علل ذلك بعدم توفر المساحه السطحيه المناسبه لاحداث عملية التبخر. ادت زيادة سمك الحشوه من 6 الى 9 ثم الى 12 سم مع ثبات كتلة الحشوه الى ارتفاع كفاءة التبريد والرطوبه النسبيه وكمية الماء المستهلك وانخفاض درجة الحراره الجافه الداخليه وسرعة الهواء الخارج ومعدل تدفق الهواء الحجمي. اعطت توليفة كتلة الحشوه 3 كغم مع السمك 12 سم الى الحصول على درجة حراره جافه داخليه 22 م° وكفاءة تبريد 87 % وسرعة هواء 1.2 م/ثا وتصريف هواء 21600 م^3 /ساعه ورطوبه نسبيه داخليه 77.2 % وكمية ماء مستهلك 3.8 لتر/دقيقه . استنتج من البحث نجاح العاقول كحشوه تبريد تبخيري، فيما اعطت التوليفه المتكونه من كتله 3كغم وسمك 12سم اعلى كفاءة تبريد 87%. ينصح باستخدام العاقول مع تلكم التوليفه في تبريد قاعات الدواجن وكذلك المنازل لكونها ذات الاداء الافضل طوال مدة التجربه.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 40 (2) :172-179 (2009) Abdul-Munaim

PAD MASS AND THICKNESS RELATIONSHIP TO THE PERFORMANCE OF EVAPORATIVE COOLING UNITE FOR POULTRY HOUSE

Ali M. Abdul-Munaim
Department of Agricultural Mechanization
College of Agriculture/University of Baghdad

ABSTRACT

An experiment was undertaken at Al-Rashidia region around Baghdad to investigate the ability of using alhagi as a wet pad, and the effect of pad masses2,3and 4kg with pad thicknesses 6,9and 12cm during the period from 2 July to 8 Sept./2008.This was to measure interior dry bulb temperature, cooling efficiency ,air suction velocity ,air flow ,relative humidity and water consumption in order to determine which combination is better in evaporative cooling when used in poultry houses .A factorial experiment with a completely randomized design with three replicates was used. Increasing in the pad mass from 2 to 3 kg (with no change in the pad thickness) led to obvious decrease in indoor dry bulb temperature, air suction velocity and air flow while increased cooling efficiency ,relative humidity and water consumption .When pad thickness was constant, increasi in pad mass from 3 to 4 kg decreased cooling efficiency, air suction velocity ,air flow ,relative humidity and water consumption ,but increased indoor dry bulb temperature due to the limitation in surface area to perform evaporative process. By increasing pad thickness from 6 to 9 then to 12 cm at a constant pad mass, cooling efficiency, realitive humidity and water consumption were increased, while the indoor dry bulb temperature, air suction velocity and air flow have decreased. The pad which constructed from 3 kg mass with pad thickness of 12 cm gave 22 c° interior dry bulb temperature, 87% cooling efficiency, 1.2m/sec air suction velocity, and air flow 21600m^3/hr, relative humidity 77.2% and the water consumption 3.8ℓ/min. So, alhagi plants were sufficient as a wet filling and the pad made of 3 kg with pad thickness of 12cm was recommended.

المقدمه

يعد التبريد التبخيري واحدا من اقدم الطرائق التي استخدمها الانسان بالتبريد وحتى الان.فاليوم بات من المسلم به بان نظام التبريد التبخيري بدا يوازي نظام التبريد الاجباري الذي يعتمد على وجود ضاغط لاسباب بيئيه واقتصاديه (9). ان درجة الحراره الجافه الداخليه هي المؤشر الاولي الذي يستدل به على مدى استجابة نظام تبخيري معين، فالدرجه المنخفضه للحراره الجافه الداخليه هي المؤشر على نجاح ذلكم النظام وهذا ما اكده باحثون (5 و 11). تعد كفاءة التبريد لاي نظام تبخيري المؤشر الذي يبت من خلاله بشكل قاطع بنجاح او فشل ذلك النظام. ان كفاءة التبريد تتاثر بشكل رئيس بكتلة وسمك الحشوه وهذا ما اوضحه عدة باحثين (1 و 4 و13 و14). قام Simmons and Lott (15) بدراسه لتقييم كفاءة منظومة تبريد تبخيري مباشر تستخدم حشوه نشارة الخشب ذات سمك 10.2 سم ومعدل تصريف ماء 6.8 لتر/دقيقه فوجدا ان اعلى كفاءه تبريد كانت 77.8%. تقاس سرعة الهواء الخارج من حشوة التبريد بوحدات متر/ثا حيث تلعب دورا مهما في تحديد اداء منظومة التبريد التبخيري(7). تتاثر سرعة الهواء الخارج بشكل مباشر بكتلة وسمك الحشوه فزيادة الكتله والسمك تسببا انخفاض سرعة الهواء الخارج لزيادة مقاومة الحشوه لمرور الهواء (3 و 5).ينطبق هذا ايضا على معدل تدفق الهواء الحجمي الذي يتاثر بنفس العوامل التي تؤثر في سرعة الهواء (8 و16). تمثل الرطوبه النسبيه الداخليه النسبه المئويه لكمية بخار الماء الموجود في الهواء الى كمية بخار الماء التي يتشبع بها ذلك الهواء تحت ضغط جوي ودرجة حراره معينين ،لهذا فان الرطوبه النسبيه الداخليه تزداد بزيادة كتلة و سمك الحشوه بسبب زيادة المساحه السطحيه المناسبه لاحداث عملية التبخر والى حدا معين، بعدها تسبب زيادة الكتله والسمك عن الحد المقرر انخفاض المساحه السطحيه المناسبه لاحداث عملية التبخر (6 و 15). ان احتساب كمية الماء المستهلك في منظومة التبريد التبخيري مؤشر يظهر مدى قابلية تلك المنظومه على تبخير الماء اي مدى توفر مساحه سطحيه مناسبه لاحداث عملية التبخر وبالتالي زيادة كفاءة تبريد تلك المنظومه. يزداد معدل استهلاك الماء بزيادة كتلة الحشوه الى حد ما حيث زيادة الكتله عن الحد المقررتسبب انكباس بالحشوه مما يخفض المساحه السطحيه الفعاله لكفاءة عملية التبخر وبالتالي انخفاض كمية الماء المستهلك (13).في حين تؤدي زيادة سمك الحشوه الى زيادة كمية الماء المستهلك بسبب زيادة المده الزمنيه لمرور الهواء عبر الحشوه فتزداد كمية الماء المتبخر وبالتالي زيادة استهلاك الماء (7 و10 و12). كان هدف هذا البحث معرفة مقدرة نبات العاقول Alhagi maurorum كحشوه تستخدم بنظام التبريد التبخيري نظرا لتوفر هذا النبات بصوره بريه في العراق بكثره بالقطرللتوصل الى افضل توليفه بين كتلة الحشوه وسمكها لتحقيق افضل اداء حراري لمنظومة التبريد التبخيري حيث تعد هذه التوليفه واحده من اهم المشاكل التي تواجه مستخدم مثل هذا النظام التبريدي في العراق سواء في قاعات الدواجن او في البيوت السكنيه.

المواد والطرائق

نفذت هذه التجربه في قاعة دواجن بمنطقة الراشديه في بغداد للمده من 2 تموز 2008 ولغاية 8 ايلول 2008.كانت القاعه مبنيه من مادة الثرموستون وبابعاد 14 متر طول ×6 متر عرض × 3 متر ارتفاع وخاليه من الدجاج. اما وحدات التبريد التبخيري فكانت من النوع الذي يستعمله مربو حقول الدواجن. تم وضع وحدتين من وحدات التبريد التبخيري للقاعه وكانت ابعاد كل وحدة تبريد 1.25 متر طول و 1 متر عرض و0.15 متر سمك. جهزت القاعه بثلاث مراوح سحب من الجهه المقابله لوحدات التبريد التبخيري وكان قطر كل مروحه 60 سم بقدرة محرك 0.65 كيلو واط وسرعة المروحه 42.4 م/ثا . تم تجهيز وحدات التبريد بالماء بواسطة مضخة ماء ذات سعة تصريف 1.5 م^3 /ساعة متصله بخزان معدني بسعة مترمكعب واحد.استخدم الترتيب العاملي في التجربه بتصميم تام التعشيه بثلاثة مكررات .ضمت التجربه عامل كتلة الحشوه وبواقع ثلاثة كتل 2 و3 و4 كغم.اما العامل الثاني فكان سمك الحشوه 6 و9 و12 سم.استخدمت نباتات العاقول مادة للحشوه . وضعت الحشوه بمشبك بلاستيكي مشابه للمستخدم بحشوة المبردات التبخيريه المنزليه ليسهل تثبيت الحشوه في شباك التبريد التبخيري . وبهذا تضمن البحث ست معاملات. ثبت معدل تدوير الماء(6لتر/دقيقه)وحسبت كفاءة التبريد(2):

$$(\%)\ eff = \frac{Tdb - Tc}{Tdb - Tw} \times 100$$

eff : كفاءة التبريد % و Tdb : درجة حرارة الهواء الداخل للقاعه م° و Tc: درجة حرارة الهواء الخارج من منظومة التبريد التبخيري م° و Tw : درجة حرارة البصيله الرطبه م°.

تم قياس درجات حراره البصيله الجافه (خارج القاعه) فكانت للكتله الاولى 2كغم (42.9 و 44.7 و 45.4 م°) في حين للكتله الثانيه 3كغم (43.9 و 46.7 و 42.5 م°) وللكتله الثالثه 4كغم (41.7و 47.7 و 41.8 م°) حيث اعتمدت هذه المعدلات لحساب معادلة كفاءة التبريد. اما القراءات التي اخذت داخل القاعه (درجة الحراره الجافه الداخليه والرطوبه النسبيه الداخليه) دونت بعد تشغيل المراوح ومضخة الماء قبل نصف ساعه للوصول الى حالة التوازن الحراري (15) تمت القياسات بواسطة جهاز Kestrel 3500 .قيست سرعة الهواء الخارج من وسائد التبريد التبخيري بنفس الجهاز السابق حيث تم تقسيم مساحة كل حشوه الى 10 اقسام وتم اخذ 10 قراءات من كل قسم بعدها متوسط القراءات لكل حشوه اي ان الرقم الواحد هو معدل 20 قراءه. تم اعتماد وحدة م/ثا لقياس سرعة خروج الهواء من الوسادتين (11). تم احتساب معدل تدفق الهواء الحجمي م^3/ساعه بالمعادله التاليه (8):

Q= A× V × 3600 (م^3/ساعه)

Q :معدل تدفق الهواء الحجمي م^3/ساعه و A :المساحه التي يدخل عبرها الهواء الى القاعه م^2 و V :معدل سرعة الهواء الداخل الى القاعه م/ثا.حددت كمية الماء المستهلك بسبب التبخر خلال حشوة التبريد من خلال احتساب معدل الماء الراجع من حشوه التبريد (لتر/دقيقه) وطرحه من معدل الماء المزود للحشوه (6 لتر/دقيقه). قورنت معدلات قيم الصفات باستخدام اقل فرق معنوي (ا.ف.م) عند مستوى احتمال 5% ، ثم نوقشت النتائج.

النتائج والمناقشه

يظهر الجدول 1 تاثير كل من كتلة وسمك الحشوه في درجة الحراره الجافه الداخليه. كان تاثير كتلة الحشوه معنويا في هذه الصفه فعند تغير كتلة الحشوه من 2 الى 3 كغم انخفضت درجة الحرارة الجافه الداخليه من 25.3 الى 23.3 م° اي بنسبة انخفاض مقدارها 8 %. اما عند تغير كتلة الحشوه من 3 الى 4 كغم فقد ارتفعت الى 27.7 م° اي بنسبة زياده مقدارها 18.8 % . يعود سبب الانخفاض ثم الارتفاع في درجة الحراره الجافه الداخليه عند تغير كتلة الحشوه من 2 الى 3 ثم الى 4 كغم الى المساحه السطحيه المتوفره لاحداث عملية تبخر الماء من على سطح اجزاء الحشوه لان زيادة الكتله سببت في اول الامر مساحه سطحيه جيده لاحداث عملية التبخر بشكل جيد ولكن زيادة الحشوه من 3 الى 4 كغم سببت اختزال المساحه السطحيه وذلك بخفض عدد المسامات التي ينفذ من خلالها الهواء لاحداث عملية التبخير وهذا يتفق مع نتائج اخرى (5 و 11). يظهر من نفس الجدول ان تغير سمك الحشوه كان له تاثير معنوي فعند تغير سمك الحشوه من 6 الى 9 ثم الى 12 سم انخفضت درجة الحراره الجافه الداخليه من 27 الى 25.3 ثم الى 24 م° اي بنسبتي انخفاض 6 و 5 % بالتتابع.ان السبب هو انه بزيادة سمك الحشوه يزداد الزمن المستغرق من قبل الهواء لاجتياز طبقة الحشوه وهذه الزياده ادت وبشكل حتمي الى خفض درجة الحراره الجافه الداخليه بسبب ارتفاع تشبع الهواء بالماء وهذا يتفق مع ما توصل اليه اخرون (7 و 9 و11 و14).

جدول1. تأثير كل من كتلة وسمك الحشوه في درجة الحراره الجافه الداخليه م°.

كتلة الحشوه (كغم)	سمك الحشوه(سم)			المعدل
	6	9	12	
2	27.0	25.0	24.0	25.3
3	25.0	23.0	22.0	23.3
4	29.0	28.0	26.0	27.7
ا.ف.م 5%	n.s			1.9
المعدل	27.0	25.3	24	
ا.ف.م 5%	1.9			

يوضح جدول 2 تاثير كل من كتلة وسمك الحشوه في كفاءة التبريد. كان تاثير كتلة الحشوه معنويا في هذه الصفه فعند تغير كتلة الحشوه من 2 الى 3 كغم ارتفعت كفاءة التبريد من 81 الى 84.7 % بسبب زيادة كمية الماء المستهلك اي زيادة كمية الماء المتبخر الذي ينعكس على زيادة كفاءة التبريد. اما عند تغير كتلة الحشوه من 3 الى 4 كغم فقد انخفضت الى 77 %. يعود ذلك الى قلة المسامات في الحشوه مما يسبب انخفاض المساحه السطحيه المناسبه لاحداث عملية التبخر وبالتالي انخفاض بكمية الماء المستهلك فانعكس ذلك بشكل واضح على كفاءة التبريد وهذا ما اكده Mekonnen (13).

تدل النتائج في جدول 2 على وجود فروق معنويه بين متوسطات قيم تاثير سمك الحشوه، فعند تغير سمك الحشوه من 6 الى 9 ثم الى 12 سم ارتفعت كفاءة التبريد من 79 الى 81 ثم الى 82.7 % يرجع السبب في ذلك الى زيادة فترة التماس للهواء الداخل عبر الحشوه عند زيادة السمك فيسبب ذلك انخفاض بدرجة الحراره الجافه الداخليه نتيجة زيادة كمية الماء المتبخر وبالتالي ارتفاع كفاءة التبريد (1 و12).يتضح من نفس الجدول ان التداخل بين كتلة وسمك الحشوه كان معنويا حيث تم الحصول على اعلى كفاءة تبريد 87% الناتجه من توليفة الكتله 3كغم مع السمك 12 سم حيث وفر سمك الحشوه المجال الكافي للتبخر والوصول الى حالة الاشباع حيث ان المسافات الموجوده بين اجزاء الحشوه كانت جيده من جانب، ومن جانب اخر فأن سمك الحشوه قد وفر الوقت اللازم للتبخر مما سمح بمرور كميات اكبر من الهواء المشبع وبالتالي ارتفاع كفاءة التبريد(4).وهذا يدل على نجاح العاقول كحشوه بديله أذا ما قورن بالحشوه السليلوزيه(نشارة الخشب) التي تبلغ كفاءة تبريدها 77.8% (15).

جدول2. تأثير كل من كتلة وسمك الحشوه في كفاءة التبريد %.

كتلة الحشوه (كغم)	سمك الحشوه(سم)			المعدل
	6	9	12	
2	79.0	81.0	83.0	81.0
3	82.0	85.0	87.0	84.7
4	76.0	77.0	78.0	77.0
ا.ف.م 5%	1.2			0.7
المعدل	79.0	81.0	82.7	
ا.ف.م 5%	0.7			

يظهر جدول 3 تاثير كل من كتلة وسمك الحشوه في سرعة الهواء الخارج من الوسائد. كان تاثير كتلة الحشوه معنويا في هذه الصفه فعند تغير كتلة الحشوه من 2 الى 3 ثم الى 4 كغم انخفضت سرعة الهواء الخارج من 1.5 الى 1.3 ثم الى 1.2 م/ثا بالتتابع .ان سبب الانخفاض بسرعة الهواء الخارج يعود الى العلاقه العكسيه بين كل من كتلة الحشوه وسرعة الهواء

الخارج عبر الحشوه لان زيادة الكتله تسبب زيادة مقاومة الحشوه لمرور الهواء وهذا يتفق مع Camargo واخرون (3). نلاحظ من جدول 3 كذلك ان تأثير سمك الحشوه كان معنويا في سرعة الهواء الخارج فعند تغير سمك الحشوه من 6 الى 9 ثم الى 12 سم انخفضت سرعة الهواء من 1.5 الى 1.3 ثم الى 1.2 م/ثا. ان الانخفاض في سرعة الهواء عند زيادة سمك الحشوه سببه زيادة اعاقة مرور الهواء عبر طبقات الحشوه لزيادة المساحه السطحيه للحشوه وهذا يتفق مع النتائج التي توصل اليها Czarick (5).

تأثير كل من كتلة وسمك الحشوه في سرعة الهواء الخارج م/ثا. جدول 3 .

كتلة الحشوه	سمك الحشوه(سم)			المعدل
(كغم)	6	9	12	
2	1.7	1.5	1.3	1.5
3	1.5	1.3	1.2	1.3
4	1.4	1.2	1.1	1.2
ا.ف.م 5%	n.s			0.2
المعدل	1.5	1.3	1.2	
ا.ف.م 5%	0.2			

يبين جدول 4 تاثير كل من كتلة وسمك الحشوه في معدل تدفق الهواء الحجمي. فعند تغير كتلة الحشوه من 2 الى 3 ثم الى 4 كغم انخفض معدل تدفق الهواء الحجمي والسبب يرجع الى انخفاض سرعة الهواء الخارج من الوسائد حيث يعتمد معدل تدفق الهواء الحجمي على سرعة الهواء الخارج من الوسائد حيث العلاقه الطرديه ما بين تدفق الهواء الحجمي وسرعة الهواء الخارج (16). نلاحظ من جدول 4 كذلك ان تاثير السمك كان معنويا في هذه الصفه حيث الانخفاض الواضح في معدلات تدفق الهواء الحجمي عند زيادة سمك الحشوه (8).

جدول 4. تأثير كل من كتلة وسمك الحشوه في معدل تدفق الهواء الحجمي م^3 /ساعه.

كتلة الحشوه	سمك الحشوه(سم)			المعدل
(كغم)	6	9	12	
2	30600	27000	23400	27000
3	27000	23400	21600	24000
4	25200	21600	18000	21600
ا.ف.م 5%	n.s			3465
المعدل	27600	24000	21000	
ا.ف.م 5%	3465			

تشير النتائج الموضحه في جدول 5 الى وجود فروق معنويه لكل من كتلة وسمك الحشوه في معدلات الرطوبه النسبيه داخل القاعه. فعند تغير كتلة الحشوه من 2 الى 3 كغم ازداد معدل الرطوبه النسبيه من 72.1 الى 73.7 % بسبب زيادة كمية الماء المستهلك نتيجة توفر المساحه السطحيه المناسبه لاحداث عملية التبخر،ولكن لكن عند زيادة

كتلة الحشوه الى 4 كغم انخفضت الرطوبه النسبيه الى 66.8 % نتيجة لانخفاض كمية الماء المستهلك بسبب عدم توفر المساحه السطحيه الكفؤه لاحداث عملية التبخر (6). هذا وقد ازدادت معدلات الرطوبه النسبيه الداخليه من 70.6 الى 70.8 ثم الى 71.3 % عند زيادة سمك الحشوه من 6 الى 9 ثم الى 12 سم بسبب زيادة ترطيب طبقات الهواء الدقيقه المجاوره لسطوح الحشوه مما يولد اضطراب بتماس الهواء مع سطوح الحشوه فيزداد معدل الماء المتبخر مسببا زياده بالرطوبه النسبيه الداخليه (1).كما ظهر من نفس الجدول وجود فروق معنويه للتوليفه بين كتلة وسمك الحشوه حيث تم الحصول على اعلى رطوبه نسبيه داخليه (77.2%)والناتجه من استخدام الكتله 3كغم والسمك 12سم لان الرطوبه النسبيه تتاثر بكل من كتلة الحشوه وسمكها لان عملية التبريد التبخيري تتم بثبوت المحتوى الحراري لوحدة الكتله وذلك لامتصاص الماء للحراره الكامنه واللازمه لتبخره من الهواء المراد تبريده فكلما ازدادت مساحة السطح المترطب (اي كتلة الحشوه) الملامس للهواء المتحرك وطالت مدة التماس(اي زيادة سمك الحشوه) امكن خفض درجة حراره الهواء وبالتالي زيادة الرطوبه النسبيه للهواء المبرد (1).

جدول5. تأثير كل من كتلة وسمك الحشوه في الرطوبه النسبيه الداخليه %.

كتلة الحشوه (كغم)	سمك الحشوه(سم)			المعدل
	6	9	12	
2	69.5	73.7	73.2	72.1
3	72.3	71.8	77.2	73.7
4	70.1	66.9	63.6	66.8
ا.ف.م 5%	0.8			0.5
المعدل	70.6	70.8	71.3	
ا.ف.م 5%	0.5			

يتضح لنا من بيانات جدول 6 ان معدلات استهلاك الماء قد اظهرت اختلافات معنويه باختلاف كتلة الحشوه لذلك نجد ان معدل استهلاك الماء قد ازداد من 3.6 الى 3.7 لتر/دقيقه عند الانتقال من كتلة الحشوه 2 الى3 كغم، وعند الانتقال الى كتلة الحشوه 4 كغم انخفض معدل الماء المستهلك الى 2.9 لتر/دقيقه اكد Mekonnen (13) ان زيادة كتلة الحشوه بصوره طرديه يصاحبها زيادة بمعدل استهلاك الماء المتبخر لترطيب مساحه سطحيه اكبر ولكن الى حد معين يبدأ بعدها تأثير زيادة كتلة الحشوه عن الحد الأمثل الى حصول انكباس للحشوه الذي يمنع بدوره جزء من المساحه السطحيه من التبلل بالماء والتعرض للهواء اللازم لاحداث عملية تبخير الماء وبالتالي تبخير كمية اقل من الماء.اما تاثير سمك الحشوه فكان معنويا في هذه الصفه فعند زيادة سمك الحشوه من 6 الى 9 ثم الى 12 سم ازداد معدل الماء المستهلك من 3.1 الى 3.4 ثم الى 3.6 لتر/دقيقه بسبب زيادة المده الزمنيه المستغرقه من قبل الهواء لاجتياز طبقة الحشوه والتي تسمى مدة التماس وهذه الزياده تؤدي حتما الى زيادة كمية الماء المتبخر وينعكس ذلك واضحا من خلال الارتفاع بكفاءة التبريد عند زيادة السمك (7 و 10 و 12).هذا وكان التداخل معنويا بين كل من كتلة الحشوه وسمكها لان كمية الماء المتبخر تتاثر بشكل رئيس بالكتله والسمك حيث أن مرور الهواء غير المشبع ببخار الماء على الحشوه يسبب انتقال للحراره والكتله(اي كتلة الماء) بين الحشوه والهواء نتيجة لتبخر الماء لهذا نلاحظ ارتفاع معدلات الماء المتبخر ولحدود معينه لكل من سمك وكتلة الحشوه لكن بعدها تنخفض تلكم المعدلات لعدم استمرار عملية التبخر وبالتالي عدم انتقال الحراره من الهواء الى الماء وانتقال الكتله من الماء الى الهواء بشكل بخار(10).على ضوء النتائج المستحصل عليها نستنتج بان حشوة العاقول نجحت في خفض درجة حرارة قاعة الدواجن بصورة فعالة، ونوصي استنادا لذلك باستخدام نبات

العاقول في تصنيع وسائد المبردات المعتمدة على تبخير الماء، اذا ما قورنت بالأداء الضعيف لمبردات الهواء المعتمدة آصلا على نشارة الخشب ذات الكلفة الاعلى.

جدول6. تأثير كل من كتلة وسمك الحشوه في كمية الماء المستهلك لتر/دقيقه.

كتلة الحشوه (كغم)	سمك الحشوه(سم)			المعدل
	6	9	12	
2	3.3	3.4	4.1	3.6
3	3.4	3.9	3.8	3.7
4	2.7	2.9	3	2.9
ا.ف.م 5%	0.3			0.2
المعدل	3.1	3.4	3.6	
ا.ف.م 5%	0.2			

المصادر

1-Al-Sulaiman, F.2002.Evaluation of the performance of local fibers in evaporative cooling. Energy Conversion and Management 43(7):2267-2273.

2-Ashrae,J.2001.Handbook of Fundamentals. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Inc. Georgia, USA, pp.1261.

3-Camargo, J.R., C.D.Ebinuma, and S.Cardoso.2003.A mathematical model for direct evaporative cooling air condition system. Sci. 18(4):30-34.

4-Camargo, J.R., C.D.Ebinuma, and J.L.Silverira.2005. EXperiment performance of direct evaporative cooler operating during summer in Brazilian city. International J. Refrigeration 28(4):1124-1132.

5-Czarick, M.2001.Pad system cooling installation and management. Poultry Housing Tips 13(8):1-6.

6-Dai, Y.J., and K.Sumathy.2002.Theoretical study on a cross-flow direct evaporative cooler using honeycomb paper as packing material. Applied Thermal Engineering 22(6):1417-1430.

7-Dzivama, A.U., U.B.Bindir, and F.O.Aboaba.1999. Evaluation of pad materials in construction of active evaporative cooler for storage of fruits and vegetables in arid environments. Agricultural Mechanization in Asia 2(3):51-55.

8-Gates, R.S., K.D.Casey, H.Xin, E.F.Wheeler and J.D.Simmons.2004.Fan assessment numeration system (fan) design and calibration specifications. Transaction of the ASAE 47(5):1709-1715.

9-Humphrers, M.A and M.Hancock.2007.Do people like to feel neutral? Exploring the variation of the desired thermal sensation on the ASHRAE scale. Energy and Buildings 39(4):867-874.

10-Lentz, M.S.2000.Adiabatic saturation VAV: A prescription for economy and close environmental control. Transaction of the ASHREA 54(3):1123-1133.

11-Liao, C.and K. Chiu, .2002. Wind tunnel modeling the system performance of alternative evaporative cooling pads in Taiwan region .Building and Environment 37(2):177-187.

12- Martinez, F.J.R., E.V.Gomez, R.H.Martin, J.M.Gutierrez and F.V.Diez.2004 .Comparative study of two different evaporative systems: An indirect evaporative cooler and a semi-indirect ceramic evaporative cooler. Energy and Buildings 36(4):696-708.

13- Mekonnen, K., .1994.Evaporative cooling and its applicability to livestock housing in Ethiopia. Agricultural Engineering 49(2):44-48.

14- Riffat, S.B. and J.Zhu.2004.Mathematical model of indirect evaporative cooler using

porous ceramic and heat pipe. Applied Thermal Engineering 24(2):457-470.

15- Simmons, J.D., and B.D.Lott.1996.Evaporative cooling performance result from changes in water temperature. Applied Engineering in Agriculture 12(4):497-500.

16- Simmons, J.D., B.D.Lott, and T.E.Hannigan.1998.Minimum distance between ventilation fans in adjacent walls of tunnel- ventilation broiler house .Applied Engineering in Agriculture 14(5):533-535.