متوفرة على الموقع:http://www.basra-science-journal.org

ISSN –1817 –2695

تطوير المبردة التبخيرية بإضافة وحدة الماء الممغنط ومبادل حراري لها

اسعد رحمن سعيد الحلفي* وعباس عبد الحسين مشعل **

* قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة

** قسم المكائن والآلات الزراعية – كلية الزراعة – جامعة البصرة

**abbas.mashal@yahoo.com *aalhilphy@yahoo.co.uk

الاستلام 8-12-2013 ، القبول 16-12-2014

الخلاصة

أجريت دراسة لتطوير المبردة التبخيرية بإضافة وحدة ماء ممغنط ومبادل حراري وباستعمال تجربة عامليه (2×2) بتصميم القطاعات العشوائية عند مستوى معنوية 0.05 .أضيف إلى المبردة التبخيرية وحدة ماء ممغنطة شدتها 0.125 تسلا ومبادل حراري ذي زعانف وضع أمام فتحة تصريف الهواء. كانت الصفات المقاسة هي درجة الحرارة في الجو وحوض المبردة والهواء الخارج منها والداخل إليها والماء الداخل للمبادل الحراري والخارج منه ، وقيست الرطوبة النسبية في الجو وللهواء الداخل إلى المبادل الحراري والخارج منه. كما تم حساب كفاءة التبريد(%). ويمثل أداء المبردة التبخيرية في المخطط السايكرومتري. أظهرت النتائج أن درجة حرارة ماء الحوض والهواء الخارج من المبردة انخفض معنويا ($p<0.005$)عند استعمال الماء الممغنط وكذلك أدى إضافة المبادل الحراري إلى المبردة إلى خفض درجة حرارة هواء حيز التبريد. وعند استعمال الماء الممغنط والمبادل الحراري معا أدى إلى انخفاض معنوي($p<0.005$) في درجة الحرارة الحيز. وزيادة معنوية في كفاءة التبريد.

كلمات داله : مبرده تبخيرية , ماء ممغنط , مبادل حراري

1- المقدمة

التبريد ألتبخيري هو عبارة عن عملية ترطيب اديباتكي adiabatic humidification وان الحرارة المحسوسة للهواء المستخدم لتبخير الماء الملامس له تتحول إلى حرارة كامنة تؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة الجافة للهواء ويصاحبها زيادة في الرطوبة النسبية ومحتواه من بخار الماء (1) . يعد التبريد ألتبخيري من أقدم الطرائق التي اتبعها الإنسان لغرض تبريد الهواء , وهذه الطريقة تستعمل في تبريد حقول الدواجن (التبريد الصحراوي) وكذلك في مبردات الهواء التي تستعمل نشارة الخشب المبلل بالماء وذلك بإمرار الماء خلال وسائد رطبة منتشرة في جانب واحد من المدجن ويكون مرور طبيعيا بسبب عمل المفرغات الهوائية المنتشرة من المدجن الأخر (2) . وبين (3) إن منظومة التبريد ألتبخيري حفظت درجة الحرارة في الحيز المبرد من 22 – 32°م والرطوبة النسبية ازدادت من 33 – 82 % . أشار(4) أن درجات الحرارة الصباحية

الصيفية . في منطقة البحر الأبيض المتوسط تتفاوت من 25˚م إلى 42˚م بينما مقدار الرطوبة النسبية يصل إلى 80 % في الصباح الباكر والمساء , قد تكون الرطوبة النسبية مقبولة وغير مؤثرة على أي حال من الأحوال عندما تهبط إلى اقل من 50% إثناء اليوم بينما درجات الحرارة تبقى مرتفعة , ويمكن استخدام أنظمة التبريد ألتبخيري لخفض درجات الحرارة . بينت نشرة مركز بحوث الطاقة الشمسية العراقية (5) إن كفاءة التبريد من أهم العوامل المحددة للأداء الحراري لمبردة الهواء وهي التي تقرر درجة حرارة الهواء من المبردة عند ثبوت درجة الحرارة والمحتوى الرطوبي للهواء الخارج ، وقد بينت الفحوص التي أجريت في عدد من الحشوات التبخيرية للمبردات بمختلف إحجامها إن متوسط الكفاءة للمبردات المنتجة محليا لا يتجاوز 70 % عند ظروف التشغيل القياسية (درجتا الحرارة للبصلة الجافة 45˚م و الرطبة للهواء الخارجي 24˚م) ويتوقع انخفاض هذا الرقم للكفاءة في العديد من المبردات نتيجة لعدم استعمال الحشوة المناسبة أو لقلة الماء المزود لها أو سوء توزيعه , كما إن عدم تثبيت الحشوة بصورة محكمة وبذلك تنخفض كفاءة التبريد. مما سبق يمكن تحسين الكفاءة باستعمال وسط يسمح بدخول الهواء الخارجي عبر المناطق غير المغطاة بالحشوة بدون اختراق التبريد الجيد من حيث السمك والكثافة وكذلك اختيار سرعة الهواء المناسبة مع اختيار معدل مناسب لتدفق الماء . تكمن قابلية تبريد الهواء في المبردات التبخيرية على قدرة إشباعها للهواء وجلب درجة حرارة البصلة الجافة اقرب ما يمكن إلى درجة حرارة البصلة الرطبة وتعرف كفاءة التبريد على أنها مقدار الفرق بدرجتي الحرارة البصلة الجافة للهواء الداخل إلى المبردة والهواء الخارج من المبردة مقسوما على الفرق بدرجتي الحرارة الجافة للهواء الداخل إلى المبردة والرطبة للجو (6) . تعد كفاءة التبريد لأي نظام تبخيري المؤشر الذي يبت من خلاله بشكل قاطع بنجاح أو فشل ذلك النظام . إن كفاءة التبريد تتأثر بشكل رئيس بكتلة وسمك الحشوة وكانت أعلى كفاءة تبريد وصلت إلى 77.8 % . أشار (7) إلى أن كفاءة المبردات التبخيرية تتراوح بين – 95 85 % وبين (8) إن كفاءة التبريد ألتبخيري تعتمد على الفرق بين درجة حرارة الهواء الجاف الداخل والخارج ويمكن استنتاج درجة التبريد بتطبيق معادلة الكفاءة التبريدية وفي دراسة قام بها (9) حول تأثير سمك الحشوة وعدد المراوح المستخدمة في كفاءة التبريد إذ لاحظ أن أعلى قيمة لكفاءة التبريد تتراوح بين 70.10 – 74.34 % . وفي دراسة قام بها (10) وجد إن معدل كفاءة التبريد داخل قاعات التبريد بلغت 77.0% خلال فصل الصيف ضمن الفترة من 2 تموز 2008 إلى 8 أيلول 2008 في بغداد .

وتهدف الدراسة الحالية إلى تطوير المبردة التبخيرية من خلال إضافة مبادل حراري لها وتجهيزها بالماء الممغنط لتحسين أدائها .

2- المواد وطرائق العمل

استخدمت مبردة تبخيرية نوع براف إيرانية الصنع . أضيف في مقدمة المبردة التبخيرية مبادل حراري من صنع شركة تيوتا اليابان وهو ذي زعانف مصنوع من أنابيب نحاسية ارتفاعه 70 سم وعرضه 40 سم وسمكه 5 سم اذا ثبت مع المبردة عن طريق حاضن. تم توصيل أنبوب الماء الخارج من المضخة مع المبادل الحراري اذا تم الاستفادة من انخفاض درجة حرارة الماء الموجود في الحوض نتيجة عملية التبخر لتستغل في تبريد الهواء الخارج من المبردة والمار عبر المبادل الحراري . ثم يذهب الماء بعد ذلك إلى أنابيب التوزيع الموجودة فوق أبواب المبردة التي تحتوي على الليف . كما زودت المبردة التبخيرية بوحدة لمغنطة الماء الداخلة إليها قدرتها 0.125 تسلا والغاية من استعمال

المغناطيسية في الماء هي لغرض تقليل الشد السطحي للماء لزيادة سرعة التبخر وبالتالي زيادة كفاءة التبريد . قيست درجات الحرارة بواسطة مزدوجات حرارية من نوع نحاس كونستنتان في حوض الماء والهواء الداخل للمبادل الحراري والهواء الخارج منه . كما قيست درجات حرارة الماء الداخل للمبادل والخارج منه وقيست درجة حرارة الجو بواسطة ثرمومتر. قيست الرطوبة النسبية للهواء الداخل للمبادل الحراري والخارج منه باستخدام مقياس من نوع Normal صنع شركة Sundo الألمانية .

حسبت كفاءة التبريد من المعادلة الآتية(7)

$$\eta = \frac{T_{db} - T_c}{T_{db} - T_w} * 100\%$$

η : كفاءة التبريد (%)

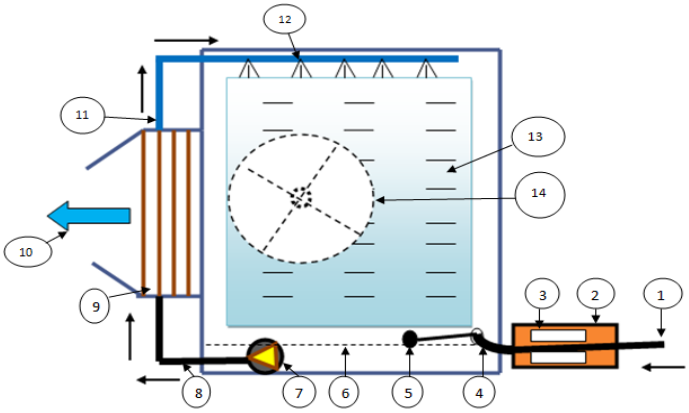
T_{db} : درجة حرارة الهواء الداخلة للمبردة (م°)

T_c : درجة حرارة الهواء الخارج من المبردة (م°)

T_w : درجة حرارة الرطبة للهواء الداخل (م°)

قياس شدة المغناطيسية : تم قياس شدة المغناطيسية للمغانط المستخدمة في المبردة بواسطة جهاز (Gauses and Tesla meter) صنع شركة (Nvis Technology) هندي المنشا نوع Nv621

تم استعمال تجربة عامليه(2×2) (ماء ممغنط , ماء بدون مغنطة), (شهر تموز وآب) بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة لتحليل بيانات التجربة وتمت المقارنة بين متوسطات المعاملات باستعمال اختبار أقل فرق معنوي LSDعند مستوى معنوية 0.05 باستعمال برنامج SPSS. (SPSS,2009)



شكل (1) : رسم تخطيطي للمبردة التبخيرية المطورة

1– انبوب دخول الماء
2– غلاف جهاز المغنطة
3- مغناطيس ثابت
4– خروج الماء الممغنط
5- طوافة
6- مستوى الماء في المبردة
7- مضخة
8- أنبوب نقل الماء إلى المبادل الحراري
9- أنبوب خروج الماء الى المبادل الحراري
10- خروج الهواء البارد
11- انبوب توزيع الماء على حشوة المبردة
12- ابواب حشوة المبردة
13- مروحة دفع الهواء

ا

ب

ت

شكل (2): صورة فوتوغرافية للمبردة التبخيرية مع الوحدات المضافة.

أ- المبردة التبخيرية المتكاملة

ب- وحدة الماء الممغنط

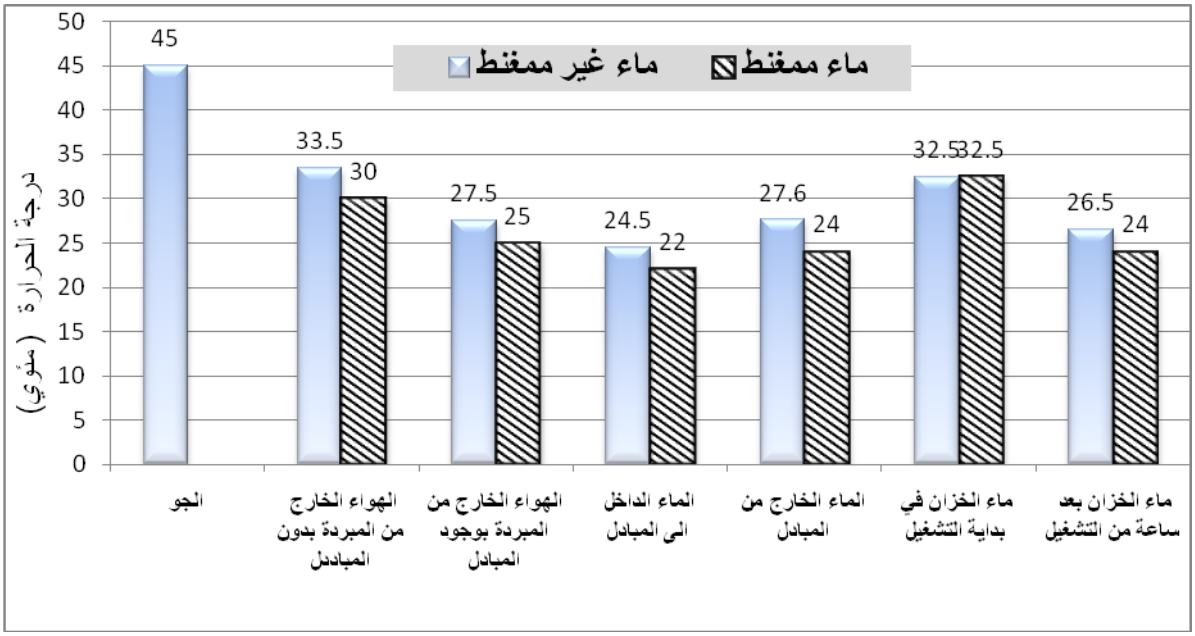
ت- المبادل الحراري

3- النتائج والمناقشة

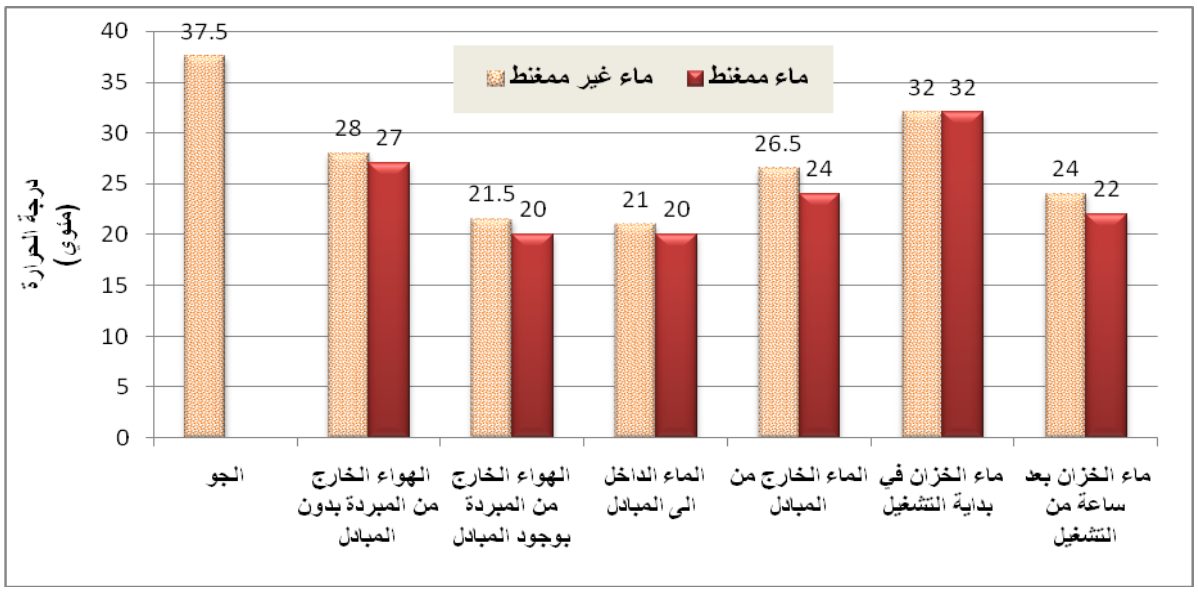
يلاحظ من الشكلين (3 ، 4) اللذين يبينان درجات الحرارة في أجزاء منظومة التبريد والجو عند استعمال الماء الممغنط والماء غير الممغنط في شهري تموز وآب .عندما تعمل المبردة التبخيرية فإن الماء الموجود في حوضها تنخفض درجة حرارته بعد مرور زمن من التشغيل في شهري تموز وآب فمثلا في شهر تموز كانت درجة حرارة الماء الموجود في حوض المبردة 32.5 م° وبعد مرور ساعة من التشغيل انخفضت درجة حرارته إلى 26.5 م° وهذا بسبب التبخر الحاصل للماء في إثناء مرور الهواء وعند استعمال الماء الممغنط انخفضت درجة حرارة ماء الحوض الى 24م° بعد مرور ساعة من التشغيل. وعند استعمال الماء الممغنط ادى الى خفض درجة حرارة الماء بشكل اكبر من حالة عدم استعماله،وهذا يعود الى ان الماء الممغنط ادى الى تقليل الشد السطحي للماء ومن ثم ازداد معدل التبخر وهذا بدوره أدى إلى انخفاض درجة حرارة الماء ومع استمرار التشغيل تنخفض درجة حرارة الماء أكثر بسبب وجود عملية التبخر طبيعيا نتيجة مرور الهواء عليه ووجود الطاقة المغناطيسية. وكما بين (11) ان الماء الممغنط يقلل الشد السطحي للماء. كما بينت النتائج ان درجة حرارة الماء الداخل الى المبادل الحراري والخارج منها كانت أقل عند استعمال الماء الممغنط مقارنة مع الماء غير الممغنط في شهري تموز وآب. فمثلا في شهر آب كانت درجة حرارة الماء الداخل إلى المبادل الحراري 21، 20 م° للماء غير الممغنط والممغنط على التوالي .

ودرجة حرارة الماء الخارج من المبادل الحراري كانت 26.5، 24م° للماء غير الممغنط والممغنط على التوالي. كما أوضحت النتائج إن درجة حرارة الهواء الخارج من المبردة بوجود المبادل الحراري كانت اقل منها عند عدم وجود المبادل الحراري وبوجود وعدم وجود الماء الممغنط في شهري تموز وآب. وهذا يعود إلى إن الهواء الداخل الى المبردة التبخيرية درجة حرارته أعلى

من درجة حرارة الماء الموجود في خزان المبردة . ولهذا يحصل تبادل حراري في المبادل الحراري بين الماء والهواء مما يؤدي إلى هبوط درجة حرارة الهواء من 33.5 م° بدون مبادل حراري إلى 27.5 م°عند وجود المبادل الحراري في شهر تموز . وعند استعمال الماء الممغنط فإنها انخفضت من 30 م° إلى 25 م°. يتضح من النتائج ان استعمال المبادل الحراري مع الماء الممغنط أدى إلى خفض درجة حرارة الهواء من 45 م° إلى 25 م° في شهر تموز ومن 37.5إلى20 م° في شهر آب .



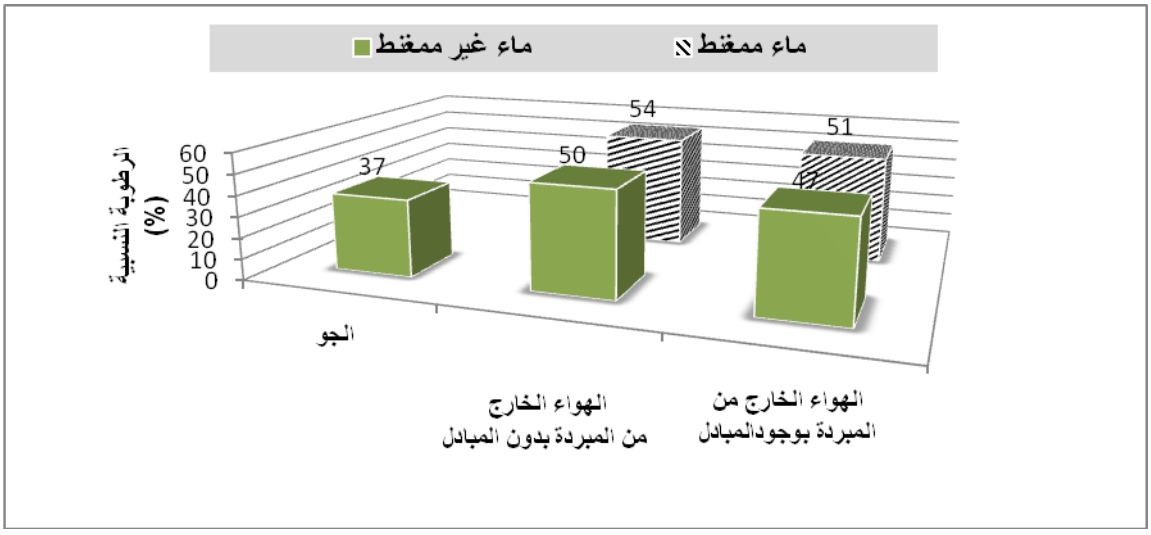
شكل (3) درجات الحرارة في الجو ومنظومة التبريد لشهر تموز عند استعمال الماء الاعتيادي والماء الممغنط



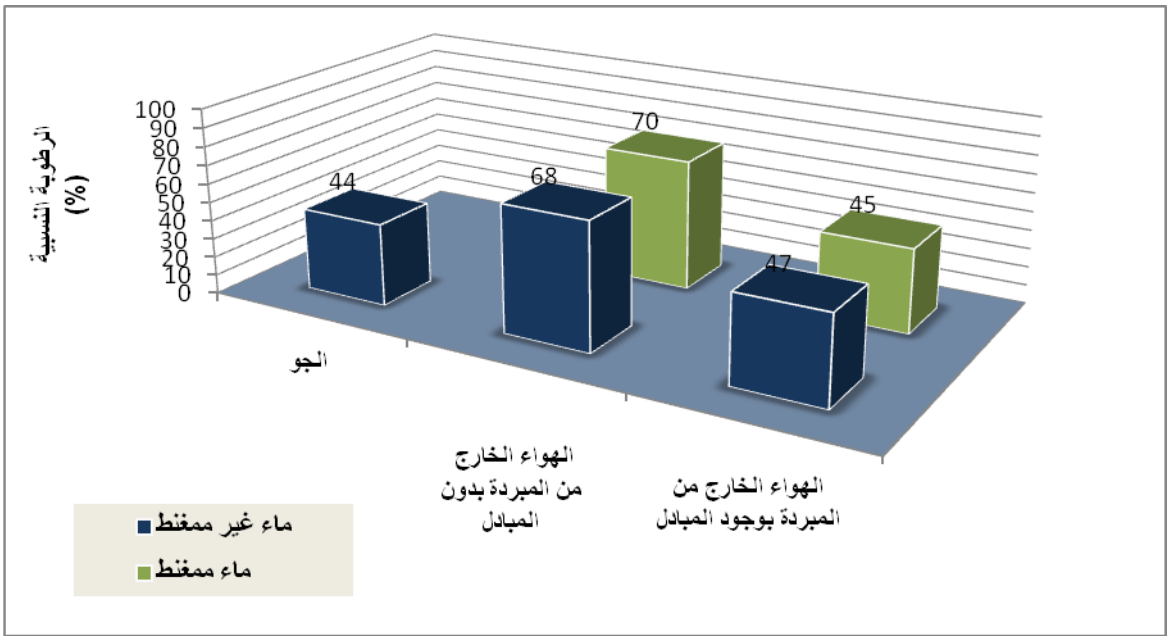
شكل (4) درجات الحرارة في الجو ومنظومة التبريد لشهر آب عند استعمال الماء الاعتيادي والماء الممغنط

ان وجود المشعة (المبادل الحراري) أدت إلى هبوط في درجة حرارة خزان المبردة والماء الداخل إليها والخارج منها والهواء المار عبرها مقارنه مع عدم وجود المشعة , كذلك عند استعمال الماء الممغنط أدى إلى هبوط في درجات الحرارة للماء والهواء في أجزاء المبردة التبخيرية في شهري تموز وآب , وكانت درجات الحرارة في شهر تموز اكبر منها في شهر آب إذ بلغت درجة حرارة الجو في شهر تموز 45 م° إما في شهر آب فقد بلغت 37.5 م° . وهذا كان له تأثير على أداء المبردة التبخيرية . ففي شهر تموز أظهرت النتائج إن ماء الخزان في المبردة التبخيرية في بداية التشغيل كانت 32.5, 32.5 م° للماء الممغنط وللماء غير الممغنط على التوالي بعد ساعه من التشغيل , وانخفضت إلى 24 , 26.5 م° على التولي , وهذا يعود إلى إن الماء الممغنط يؤدي إلى انخفاض الشد السطحي للماء ومن ثم زيادة معدل التبخر وبدوره يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة ومع استمرار التشغيل تنخفض درجة حرارة ماء الخزان أكثر. وهذا يتفق مع (11) الذي بين بان الماء الممغنط يقلل الشد السطحي للماء . وتبين النتائج أيضا إن درجة حرارة الماء الداخل إلى المشعة (المبادل الحراري) والخارج منها كان اقل عند استعمال الماء الممغنط منه عند عدم استعمال الماء الممغنط .

يوضح الشكل (5) الذي يبين تأثير استعمال المبادل الحراري والماء الممغنط على الرطوبة النسبية(%) للهواء الخارج من المبردة التبخيرية. ان الرطوبة قد ازدادت عند استعمال الماء الاعتيادي والماء الممغنط وبدونهما في شهري تموز وأب . فعندما كانت رطوبة الجو 37 % فان رطوبة الهواء الخارج من المبردة التبخيرية قد ازدادت إلى 50 % عند استعمال الماء الغير الممغنط وبلغت 54 % عند استعمال الماء الممغنط وبدون استعمال المبادل الحراري . اما عند استعمال المبادل الحراري فانها بلغت 51 % , 47 % عند استعمال الماء الممغنط وغير الممغنط على التوالي . اذ نلاحظ من النتائج ان استعمال المبادل الحراري أدى إلى خفض الرطوبة النسبية للهواء عن مثيلها عند عدم استعمال المبادل الحراري وهذا بسبب التكثيف النسبي الذي يحصل على سطح المبادل الحراري ومما يؤدي الى ازالة جزء بسيط من الرطوبة . وكانت الرطوبة النسبية للهواء في شهر تموز أقل منها في شهر آب ولكن يظهر من النتائج ان استعمال الماء الممغنط والمبادل الحراري في المبردة التبخيرية كان كفوءا في عملية السيطرة على رطوبة الهواء وهذا يفيد جدا في أجواء محافظة البصرة اذا تزداد الرطوبة النسبية بشكل كبير.



شكل (5) الرطوبة النسبية في الجو ومنظومة التبريد لشهر تموز عند استعمال الماء الاعتيادي والماء الممغنط



شكل رقم (6) الرطوبة النسبية في منظومة التبريد والجو لشهر آب عند استعمال الماء الاعتيادي والماء الممغنط

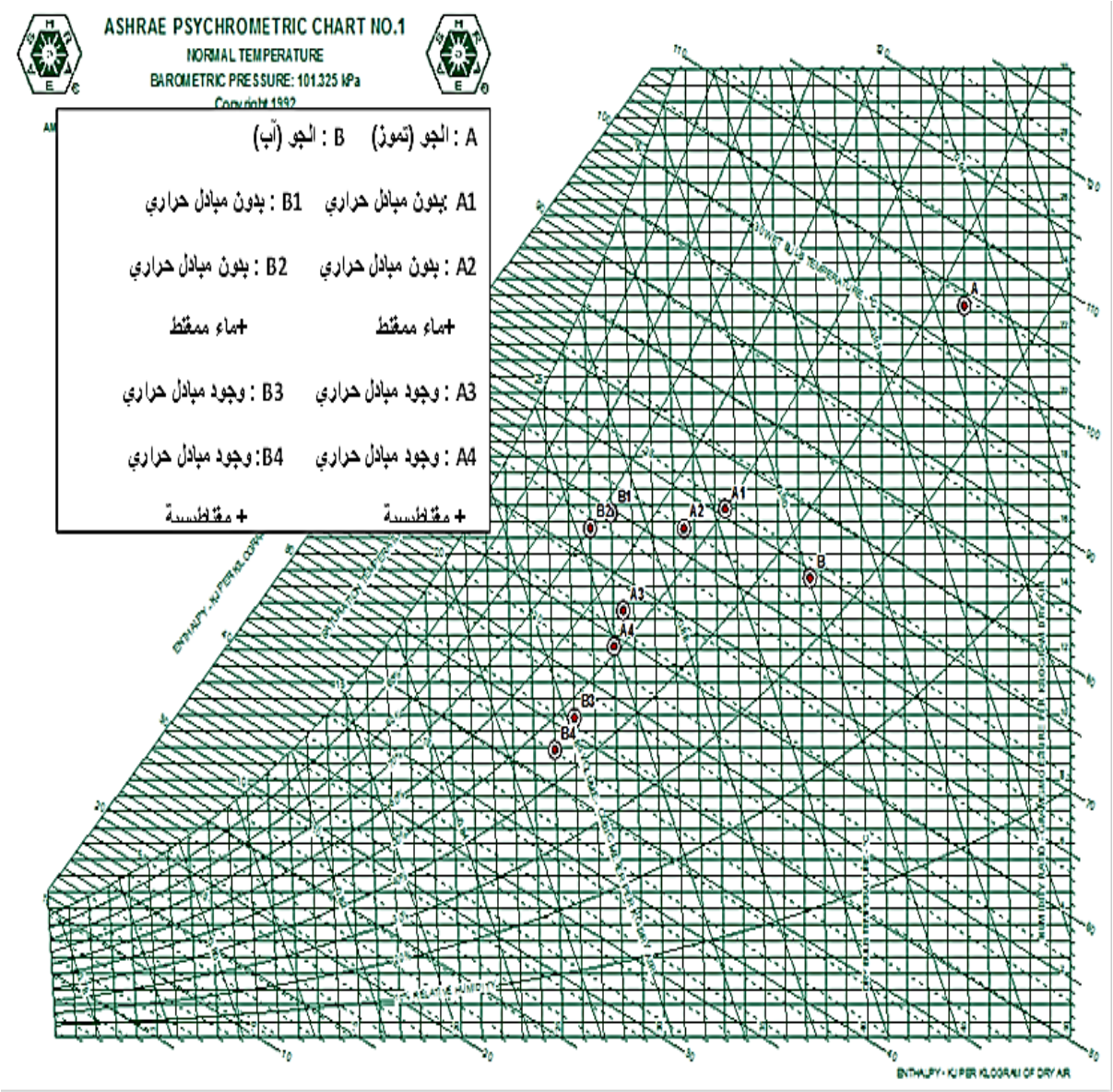
جدول رقم (1) كفاءة التبريد(%) للمبردة التبخيرية عند استعمال مبادل حراري وبدونه واستعمال الماء الممغنط وبدونه.

	شهر تموز		شهر آب		المعدل
	مع المبادل الحراري	بدون المبادل الحراري	مع المبادل الحراري	بدون المبادل الحراري	
ماء ممغنط	ا 94.44	ا75.00	ا96.97	ا81.46	ا 86.97
ماء غير ممغنط	ب 91.67	ب 63.89	ب 98.22	ب 73.58	ب 79.62
المعدل	ا 93.06	ب 69.44	ا 93.10	ج 77.58	د 83.29

يوضح جدول (1) إن كفاءة التبريد في المبردة التبخيرية . قد ازدادت عند استعمال المشعة والماء الممغنط في شهري تموز آب . فعند استعمال المشعة في شهر تموز ازدادت معدل كفاءة التبريد من 69.44 % إلى 93.05 % في شهر تموز, و في شهر آب قد ازداد من 77.80 % إلى 93.10 % . وهذا يعود إلى إن المبادل الحراري له دور كبير في خفض درجة حرارة الهواء الخارج من المبردة التبخيرية إلى حيز التبريد النسبي للرطوبة النسبية . يوضح جدول (1) إن كفاءة التبريد في المبردة التبخيرية قد ازدادت عند استعمال المبادل الحراري والماء الممغنط في شهري تموز وآب , وأظهرت النتائج أيضا إن استعمال الماء الممغنط أدى إلى زيادة كفاءة التبريد في شهري تموز وآب فعند استعمال الماء الممغنط بلغ معدل كفاءة التبريد 86.97 % وعند عدم استعماله بلغ 79.62 % وأظهرت النتائج إنه عند استعمال المبادل الحراري و الماء الممغنط معا أدى إلى زيادة معنوية ($0.05<p$) في كفاءة التبريد . وبلغت 94.44 % , 96.97 % في شهري تموز وآب على التوالي . وهذا بسبب انخفاض درجة حرارة الهواء الخارج من المبردة. مما أدى الى زيادة الفرق بدرجة الهواء بين الجو والهواء الخارج من المبردة. ويوضح الشكل (7) المخطط السايكرومتري لأداء المبردة التبخيرية.

4–الاستنتاجات

بينت نتائج الدراسة انه يمكن استخدام الماء الممغنط في زيادة كفاءة التبريد وكذلك استخدام المبادل الحراري المزعنف في تحسين أداء المبردة التبخيرية.



شكل (7): المخطط السايكرومتري للمبردة التبخيرية خلال شهري تموز واب بوجود الماء الممغنط والمبادل الحراري

5 – المصادر

1-Wierma F. , short T. (1983) . Evaporative cooling .In : Ventilation of Agricultural Structures (Hellickson M A ed) ,pp 101- 118 . ASAE , St . Jospeh, MI, USA

2–حسين، حميد مجيد (1980). جدوى استعمال مواد بديلة عن الحشوة الخشبية في مبردة الهواء التبخيرية(رسالة ماجستير – قسم هندسة المكائن والمعدات – الجامعة التكنولوجية).

3-Lertsatitthanakorn,C.Rerngwongwitaya,S. Soponronnarit,S.(2004). Field Experiments and Econmic Evaluation of Evaporative Cooling System in a Silkworm Rearing house . BiosystemsEngineering . 93 (2), 213 – 219 .

4 - KocatürkU ,Yildiz Y (2007) . Some performance characteristics of evaporative cooling pad at three air velocities in çukurovaregions.J. Agricultural. Fac. ÇukrovaUniv , 21(4), 101- 108 , Adana / Türkiye.

5 –مركز بحوث الطاقة الشمسية العراقية (1988) . وقائع ندوة مبردات الهواء التبخيرية الأداء والتحسينات .

6–الجودي ، خالد احمد (1991). مبادئ هندسة تكيف الهواء والتثليج . مطبعة دار الحكمة – جامعة البصرة .

7-Ashrae . (2001) . AshraeHandbook - application , American sciety of heating , Refreerating and air - conditioning , inc, atanta GA USA .

8–مشاط ، عبد الوهاب سليمان ومكي ، احمد عبد الله وحبيب الله ، تركي محمد (2005) . تقيم كفاءة المكيفات الصحراوية بتطبيق معادلة الكفاءة التبريدية ومعادلة انتقال الطاقة الحرارية . مجلة جامعة الملك عبد العزيز ,علوم الارصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة . 16 (1)

9–ألبدري , سامر بدري سلمان (2005). تأثير نوع الحشوات المصنعة محليا في كفاءة وحدة تبريد تبخيرية في قاعات الدواجن (رسالة ماجستير– جامعة بغداد – كلية الزراعة).

10–عبد المنعم ، علي مازن (2009) . علاقة كتلة وسمك الحشوة في أداء وحدة التبريد ألتبخيري لقاعة الدواجن . مجلة العلوم الزراعية – 40 (2) : 172.

11- Al-Hilphy, A. R. S. (2011). Magnetic water, it’s effect on the food and consumer health. Scientific Bulletin, Agric, college, Basrah Univ. (1), Basrah, Iraq

Development of the evaporative cooler by adding magnetic water unit and heat exchanger

*Asaad R. S.Al-Hilphy and **Abbas A. Mishaal
*Food sciences dept . –Agric. College, Basrah univ, Basrah ,Iraq .
**MachineryAgic. dept . –Agic. Collge, Basrah univ, Basrah ,Iraq .
**abbas.mashal@yahoo.com
*aalhilphy@yahoo.co.uk

Abstract.

A study was conducted to development the evaporative cooler by adding magnetic water unit and heat exchanger . A factorial experimental (2 × 2) with a complete randomized block design at the significant level 0.05 . Added to evaporated cooler a water magnetized unit, it´s intensity 0.125 Tesla and finned heat exchanger which positioned in front of the air discharge slot . The measured characteristics are in surrounding , cooler basin and outlet air from cooler and inlet to it and inlet water to the heat exchanger and outlet of it . Relative humidity was measured in the surrounding in the air inlet to the heat exchanger and outlet of it . The cooling efficiency was calculated (%) and relative humidity. The results showed that the basin water temperature and outlet air of the cooler was significantly ($p < 0.05$) reduced by using magnetized water , as well as adding the heat exchanger to the cooler was reduced inlet temperature to the cooling space but when using magnetic water and heat exchanger together led to a significantly ($p < 0.05$) decreasing in the cooling space temperature and significantly ($p < 0.05$) increasing in cooling efficiency .

Key words : evaporative cooling , magnetic water , heat exchanger