Misr J. Ag. Eng., 26(3): 1190 - 1200 FARM MACHINERY AND POWER

ترشيد استهلاك طاقة تسخين المياه

د/ إبراهيم سيف السؤالى *

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى ترشيد استهلاك الطاقة الخاصة بتسخين المياه فى المنازل أو مزارع الدواجن. حيث يستخدم السخان الغازى لما له من مميزات وخاصة توفير تكاليف الاستهلاك, إلا أن هناك مشكلة فى بعض الأماكن وبالذات التى يضعف فيها ضغط المياه, حيث يتطلب السخان ضغط ماء حوالى 12 كج/ سم٢ للتشغيل الأمثل. ومن هنا طرأت فكرة تصميم خزان بأبعاد 15 X25X 40 سم لتخزين الماء الساخن الزائد عن الإستعمال فى أى عملية, ثم إستخدامه فى فترات ضعف المياه. وبالفعل تم عمل هذا الخزان كنموذج وأمكن التوصل إلى نتائج هامة منها:-

1- توفير فى استهلاك الطاقة اللازمة لتسخين المياه المطلوبة. وذلك يرجع إلى تناقص عدد مرات الإشعال للسخان.

2- تم توفير حوالى 21% من معدل الاستهلاك للطاقة عند استخدام الخزان.

3- أدى ذلك إلى تشجيع المستهلك على استخدام السخان الغازى الذى له ميزات عديدة بالإضافة لهذه النتيجة.

4- أمكن استعمال الخزان فى تخزين المياه الساخنة لفترات تزيد عن10 ساعات مع الإحتفاظ بدرجة حرارتها.

ومن خلال النتائج السابقة نجد أن استخدام الخزان حقق نسبة كبيرة من الفائدة المرجوة, مع العلم أن التكاليف لوحدة الخزان المستعملة لا تزيد عن 100 جنيه مصرى فقط.

وقد تم عمل نموذج يمكن استخدامه فى احد مزارع االدواجن (مزرعة السؤالى) بمحافظة دمياط ؛ والذى يكون سبباً فى حل مشكلة عدم توافر أنابيب الغاز خاصة فى الشتاء.

المقدمـــــة

يعتبر انخفاض ضغط المياه وخاصة فى الأماكن المزدحمة بالسكان أو أماكن تواجد بعض المزارع وخاصة التى تبعد مسافات طويلة عن العمران (كالتى تتواجد فى أراضى الإستصلاح الجديدة كما هو الحال فى بحيرة المنزلة على طريق بورسعيد ـــ دمياط وكذلك الموجودة على ترعة السلام) من أهم المشاكل التى يعانى منها السكان هناك والقائمين على إدارة هذه المزارع. حيث يتطلب السكان والقائمين على هذه االمزارع استخدام المياه الساخنة سواء كان ذلك فى الشتاء أو الصيف, مع ملاحظة أن الطلب يزداد فى الشتاء لانخفاض درجة حرارة الجو, حيث يحتاج السكان للمياه الساخنة فى (غسيل الأوانى – غسيل الملابس – الإستحمام .....ألخ),كذلك يحتاج المزارع للمياه الساخنة فى (غسيل الأوانى – تنظيف الطيور العوارى – غسيل الغذايات والمساقى بين الدورات وأثنائها – غسيل الأحواض والخزانات ..... ألخ) لذلك كان من الضرورى البحث عن طريقة أو حل

*استاذ الهندسة الزراعية المساعد ـ قسم الهندسة الزراعية ـ كلية الزراعة ـ جامعة الأزهر ـــ القاهرة.

لتوفير المياه الساخنة بصفة دائمة وخاصة أثناء فترات الذروة للاستهلاك. حيث تستخدم السخانات الغازية بنسبة كبيرة فى المزارع لما لها من مميزات مقارنة بالسخانات الكهربائية وخاصة فى توفير الطاقة اللازمة للتسخين. كذلك تستخدم السخانات الغازية فى المنازل بنسبة كبيرة. وعند عمل دراسة تجريبية لمقارنة استهلاك الطاقة فى كلا االنوعين (سخان كهربى وغازى) وجد أن السخان الغازى يستهلك ثلث استهلاك السخان الكهربى فى الطاقة. حيث أجرى البحث على منزل لأسرة مكونة من 5 أفراد كنموذج لدراسة معدل استهلاك الطاقة عن طريق استخدام سخان كهرباء ثم سخان غاز فى نفس شهور السنة (الشتاء) وقد وجد أن متوسط استهلاك سخان الغاز

= 3 أنابيب/ شهر = 3 x 2,5 = 5و7 جنيه.

ومتوسط استهلاك سخان الكهرباء / شهر = 88و35 جنيه (من فاتورة الكهرباء كمتوسط).

وقد ذكر ايهاب (1984) أنه عند استخدام وحدة سخان البوتجاز لأسرة مكونة من 5 أفراد (تسخين 150 لتر ماء / يوم) فإن هناك تكلفة تعادل 71جنيه سنوياً بالسعر المدعم من الدولة(سعر الوحدة + تكلفة استهلاك البوتجاز) والتكلفة الإجمالية السنوية على أساس سعر البوتجاز غير المدعم (استهلاك 54 انبوبة) حوالى 225جنيه, فى حين أن التكلفة الإجمالية السنوية لوحدة تسخين المياه بالكهرباء تعادل حوالى 118 جنيه فى حالة الدعم, وحوالى 351جنيه فى حالة عدم االدعم. أى بتوفير حوالى 47جنيه فى حالة الدعم من الدولة وحوالى 165جنيه فى حالة عدم العدم. وبالتالى فإن الدولة تتحمل مبالغ كبيرة نتيجة استخدام الكهرباء فى تسخين المياه فى حين يمكن خفض هذه التكاليف عند استخدام البوتجاز فى التسخين. وقد بين كل من Edmundo and Irenilza (1998) أن مزارع الدواجن تحتاج إلى تدفئة أرضية العنبر بسمك 30سم وخاصة فى الأسابيع الثلاثة الأولى وقد يستخدم غاز البوتجاز فى تدفئة الماء الذى يوضع فى التنكات أسفل الأرضية. وذكر Everetta (1979) أن معامل التوصيل الحرارى الكلى لألواح الصاج سمك 2مم حوالى 57 وات/ م.كلفن ومعامل التوصيل الحرارى للفوم سمك 50 مم هو 051و0 وات/ م. كلفن. وكذلك معامل التوصيل الحرارى للخشب سمك 10مم هو 144و0 وات/ م.كلفن وذلك فى درجة حرارة الغرفة. وأوضح Albright (1990) أنه يمكن حساب معدل الفقد الحرارى لوحدة المساحة كما يلى:

$$Q = \Delta T / R \quad , R^{-} = \Sigma R \quad , \quad R = L / K$$

حيث:

L	: سمك المادة	(m)
K	: معدل التوصيل الحرارى	(W/ m .k°)
R	: المقاومة	(m².K/W)
R^{-}	: المقاومة الكلية	(m².K/W)
ΔT	: الفرق بين درجات الحرارة	(K°)
Q	: معدل انتقال الحرارة	(W/m²)

وذكر Holman (1989) أن معامل التوصيل الحرارى للحديد 74وات/ م.كلفن.

يهدف هذا البحث إلى تقليل معدل استهلاك الطاقة المستخدمة فى تسخين المياه فى المنزل أو المزرعة, والتغلب على انخفاض ضغط المياه وخاصة فى فترات الذروة, وبالذات فى الأماكن التى تبعد عن العمران.

فكرة االبحث:

من المعروف عند استخدام سخان الغاز يجب فتح الصنبور إلى آخره أو قريباً من آخره حتى يحدث الضغط اللازم للإشعال, وفى هذه اللحظة يكون الماء المستهلك أكثر من المعدل المطلوب للاستهلاك بالاضافة إلى الماء البارد اللازم للخلط (ماء ساخن + ماء بارد), وهنا يزداد معدل الماء المستهلك دون فائدة. وبناءاً على ذلك جاءت فكرة استخدام خزان بعد السخان لتخزين الماء الزائد عن الاستعمال واستخدامه فى وقت آخر, وذلك عن طريق تحديد كمية الماء المستعمل باستخدام محبس خاص بذلك (كما سيوضحه تصميم الخزان فيما بعد).

وبعد ذلك يمكن استخدام الماء الساخن دون الوصول إلى الضغط اللازم للإشعال وبالتالى يمكن توفير جزء من الطاقة.

المواد وطريقة البحث

تم استخدام سخان غاز (البيوتين) سعة 8 لتر/ س من انتاج مصانع 36 الحربى (السخان يستخدم عاز البيوتين ضغط 30 جم / سم٢, استهلاك غاز حتى 1600جم/س, ضغط ماء داخل " تشغيل أمثل" 12كج/ سم٢, وأقل تشغيل 5و0 كج/سم٢).

ـــ تم عمل خزان من الصاج سمك 2مم بأبعاد 15 x 25 x 40 سم بسعة 15 لتر, تم عمل مدخل ومخرج للخزان ـــ توصيل محبس على مدخل الخزان ـــ وضع صمام عدم رجوع (سكس بلف) على مخرج الخزان يمنع دخول الماء للخزان ـــ توصيل المدخل والمخرج بعد المحبس والصمام كما يوضح شكل (1).

ـــ تم عزل السخان بمادة الفوم لتقليل الفقد الحرارى
ـــ تم استخدام ثرموميتررقمى لقياس درجات الحرارة وساعة إيقاف لقياس الزمن.
ـــ تم استخدام سخان كهربائى ماركة أولمبيك سعة 15 لترفى البحث.
ـــ تم تسجيل استهلاك الكهرباء أثناء فترة الدراسة من خلال فاتورة الكهرباء كما يوضح شكل (2).

طريقة العمل:

1ـ تم توصيل الخزان بالسخان (المخرج للسخان هو المدخل للخزان), توصيل مخرج الخزان بصنبور الاستهلاك.
2ـ ضبط المحبس على حسب كمية المياه المطلوبة للاستهلاك.
3ـ عند إمتلاء الخزان بالماء يسمح السكس بلف بمرور الماء للصنبور وليس العكس.
4ـ أثناء عدم تشغيل السخان يمكن فتح الصنبور لاستخدام الماء الساخن من الخزان دون إشعال حتى تنخفض درجة حرارة الماء بالخزان عن الحد المطلوب, يتم إشعال االسخان

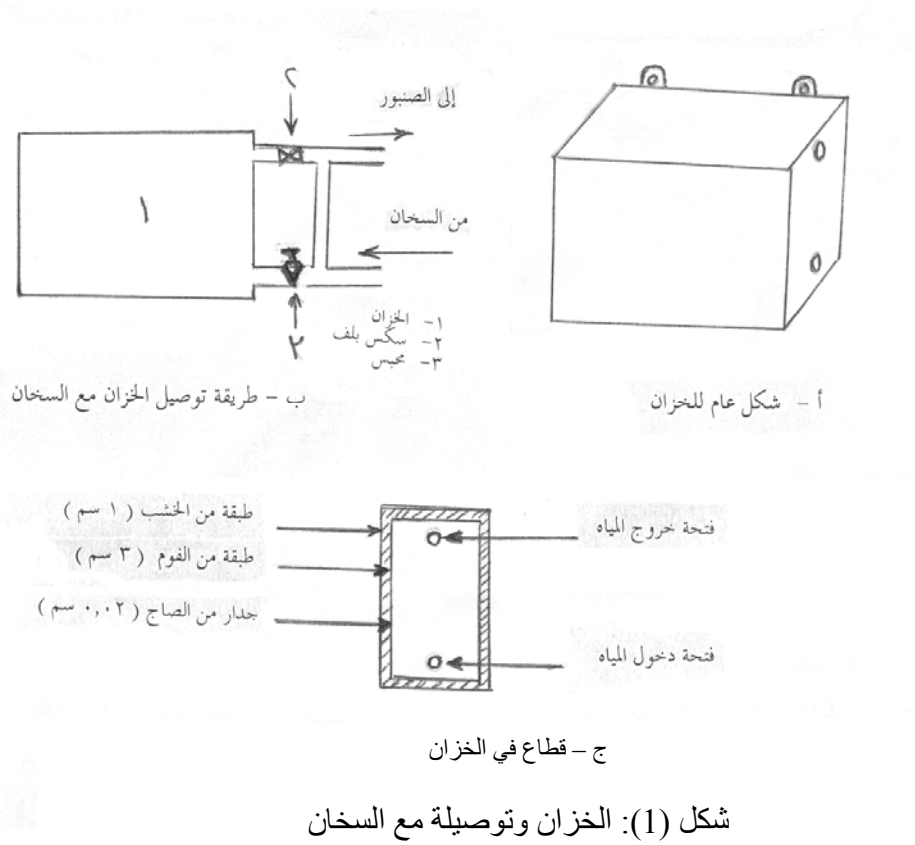
من جديد وهكذا .....

ـ تم قياس درجة حرارة الماء قبل وبعد التسخين وداخل الخزان.

ـ تم قياس الفترة الزمنية اللازمة لخلط الماء داخل الخزان أول مرة.

ـ تم حساب معدل الفقد الحرارى خلال جدران االخزان لفترات مختلفة.

ـ تم حساب قيمة الاستهلاك للطاقة والمقابل المادى.

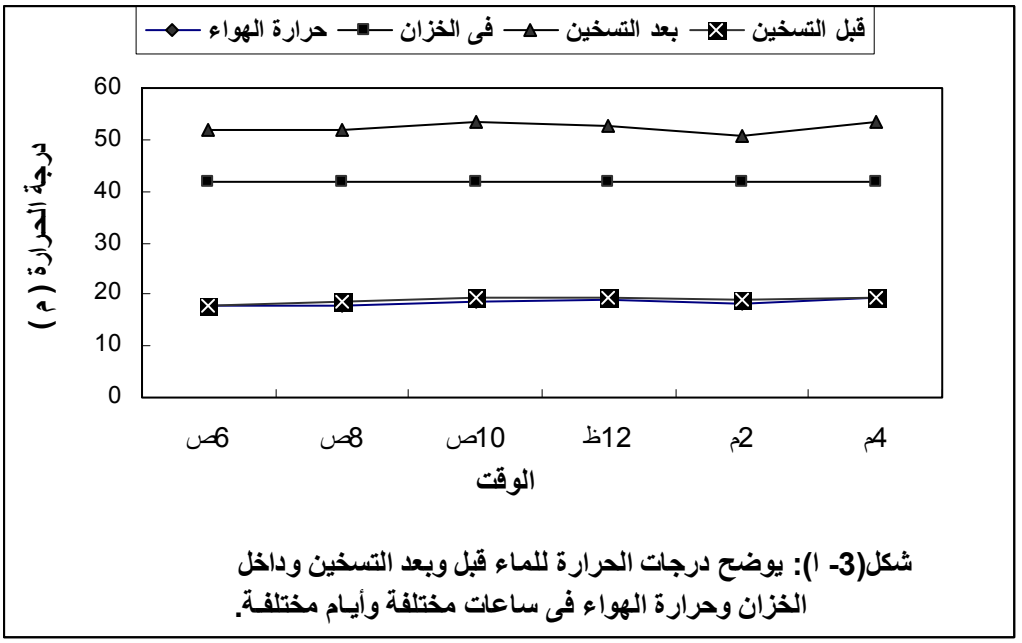


شكل (1): الخزان وتوصيلة مع السخان

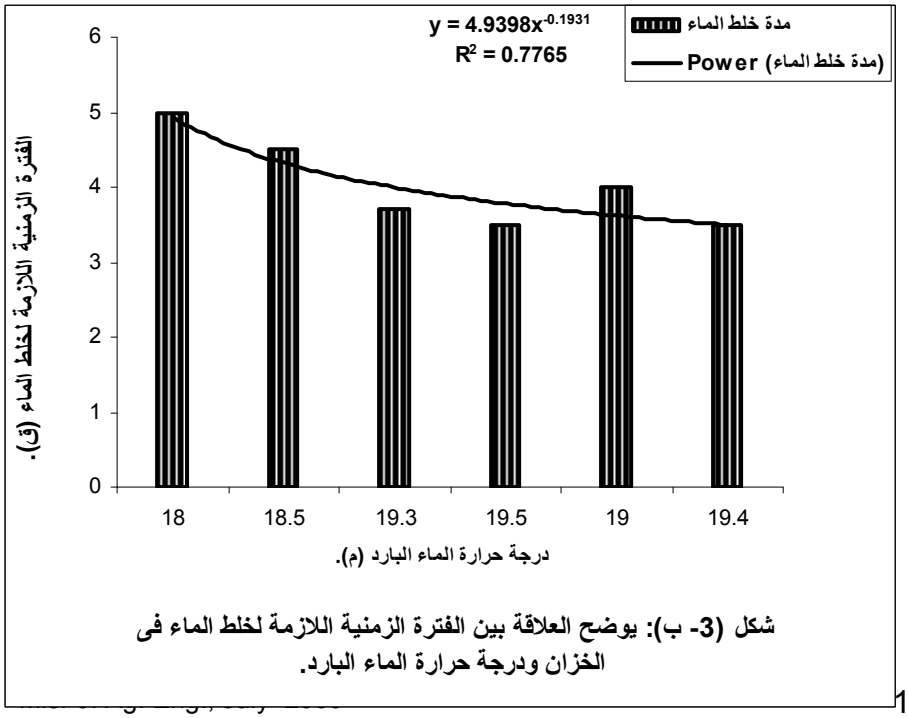
النتائج والمناقشـــة

من خلال الجدول (1) وشكل (3 ـ أ) تتضح العلاقة بين درجة حرارة الماء قيل وبعد التسخين والفترة الزمنية اللازمة لخلط الماء البارد والساخن داخل الخزان حتى يصل إلى 42م° (رأى المستهلكين) وذلك خلال أيام مختلفة وساعات مختلفة (حيث سجلت درجات الحرارة كل ساعتين خلال ايام الدراسة). وقد اتضح أنه كلما انخفضت درجة حرارة الماء

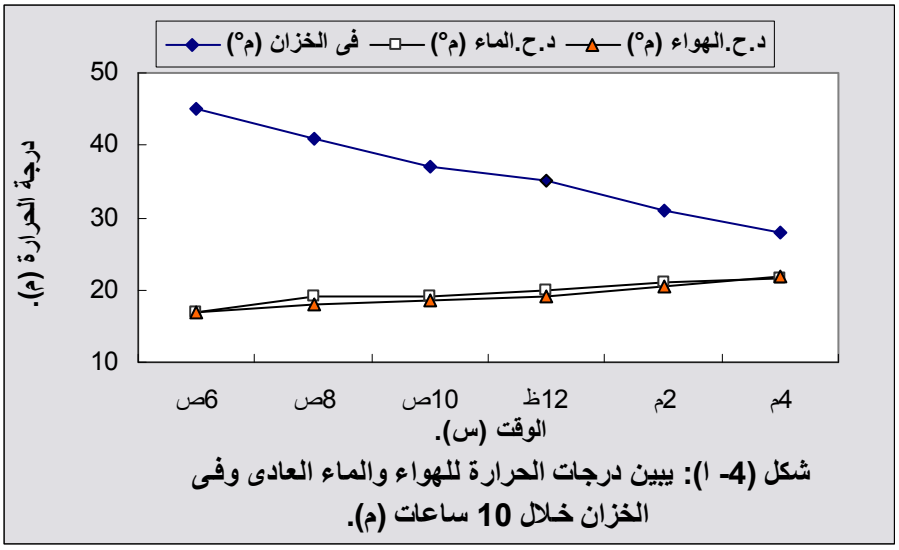
البارد زاد زمن الخلط كما يوضح شكل (3ـ ب) ومن خلال معادلة القدرة ومعامل الانحدار يتضح أن هناك تلازم بين درجة حرارة الماء العادى ودرجة حرارة الهواء,كما أن درجة حرارة ماء الخزان تنخفض بمرور الوقت دون استهلاك وتبعاً لدرجة حرارة الهواء. كما يوضح شكل (4ـ ا).



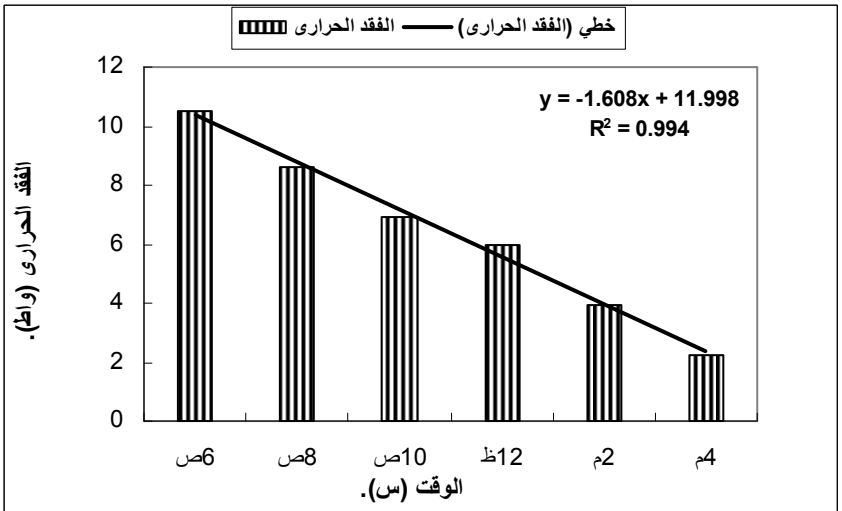
شكل(3- ا): يوضح درجات الحرارة للماء قبل وبعد التسخين وداخل الخزان وحرارة الهواء فى ساعات مختلفة وأيام مختلفة.



شكل (3- ب): يوضح العلاقة بين الفترة الزمنية اللازمة لخلط الماء فى الخزان ودرجة حرارة الماء البارد.



شكل (4- ا): يبين درجات الحرارة للهواء والماء العادى وفى الخزان خلال 10 ساعات (م).



شكل (4- ب): يبين معدل الفقد الحرارى للخزان خلال 10 ساعات.

جدول (1): درجات حرارة الماء قبل وبعد التسخين وفى الخزان, ودرجة حرارة الهواء
وفترة خلط الماء لملء الخزان خلال أيام مختلفة وساعات مختلفة.

الوقت اليوم ــ الساعة		درجة حرارة الماء قبل التسخين م°	درجة حرارة الماء بعد التسخين م°	درجة حرارة الماء فى الخزان م°	درجة حرارة الهواء م°	فترة خلط الماء ق
الأول	6ص	18و0	51و8	42	18و0	5و0
الثانى	8ص	18و5	51و8	42	18و0	4و5
الثالث		19و3	53و3	42	18و5	3و7
	10ص	19و5	52و8	42	18و8	3و5
الرابع	12ظ	19و0	50و6	42	18و3	4و0
الخامس	2م	19و4	53و5	42	19و5	3و5
السادس	4م					
المتوسط		18و95	52و3	42	18و5	03و4

كذلك يوضح شكل (4ــ ب) معدل الفقد الحرارى للخزان لفترة زمنية قدرها 10 ساعات, حيث يزداد معدل الفقد بزيادة الفرق بين درجة الحرارة للماء ودرجة الحرارة للهواء. وكذلك بزيادة مرور الوقت كما هو واضح من العلاقة التالية:

$Y = 1.608\ x + 11.998$, $R^2 = 0.994$

حيث Y = الفقد الحراري (واط)

x = الوقت (س)

جدول (2): يبين درجات حرارة الماء داخل الخزان خلال 10 ساعات ومعدل الفقد الحرارى للخزان.

الوقت (س)	درجة حرارة الهواء(م°)	درجة حرارة الماء العادى (م°)	درجة حرارة الماء فى الخزان (م°)	معدل الفقد الحرارى للخزان (واط / م٢)
6ص	17	17و5	45	10و51
8ص	18	19	41	8و61
10ص	18و5	19و1	37	6و94
12ظ	19و1	20	35	5و97
2م	20و5	21	31	3و94
4م	22	21و5	28	2و25
المتوسط	19و2	19و7	36و2	6و37

ـ حساب قيمة الاستهلاك للطاقة والمقابل النقدى:

تم مقارنة استهلاك الطاقة فى منزل لأسرة مكونة من 5 أفراد كنموزج خلال شهور الشتاء (نوفمبر, ديسمبر, يناير, فبراير, مارس) لعامين مختلفين, حيث استخدم فى العام الأول السخان الكهربى سعة 15 لتر ماركة اولمبيك وفى العام الثانى تم استخدام السخان الغازى 8 لتر(سخان البوتجاز) وكان معدل استهلاك الكهرباء للعامين كما يوضحها شكل (5) من خلال فاتورة الكهرباء, كذلك يوضح شكل (6) النقاط التالية : مع العلم أن ليس هناك أى تغييرفى الأدوات الكهربائية المستخدمة فى المنزل خلال فترة الدراسة. حيث وجد أن:

ـ متوسط قيمة الاستهلاك الشهرى عند استخدام السخان الكهربى = 88و35 جنيه.

ـ متوسط قيمة الاستهلاك الشهرى عند استخدام السخان الغازى = 5و13 جنيه.

ـ متوسط الاستهلاك الشهرى عند استخدام السخان الغاز = 5و13 + 5و7 = 21 جنيه.

وبذلك يكون الفرق بين متوسط الاستهلاك = 88و14 جنيه.

ـ قيمة التوفير فى استهلاك الطاقة خلال فترة الدراسة من العام = 4و74 جنيه.

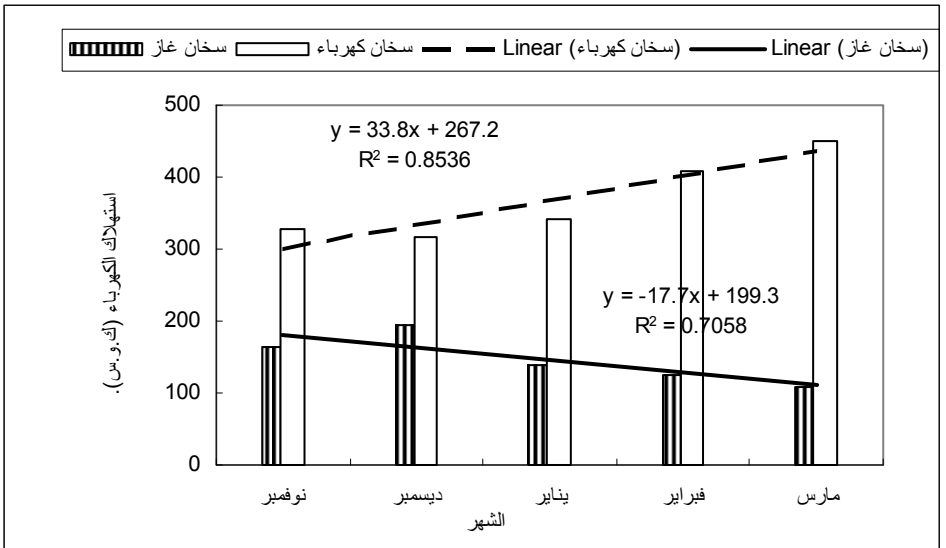
ـ وجد أن استهلاك الغاز قد نقص إلى 7و2 انبوبة / شهر شتاءاً وإلى 5و1 انبوبة / شهر صيفاً شكل (6). (تم وزن الانبوبة عند الاستهلاك وكان وزن الغاز 12 كج /انبوبة).

قيمة التوفير الشهرى فى استهلاك الغاز = 7و0 انبوبة/شهر= 4و8 كج غاز/ شهر.

قيمة انخفاض معدل الاستهلاك للطاقة بعد استخدام سخان الغاز = 60 %.

,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, الخزان = 21 %.

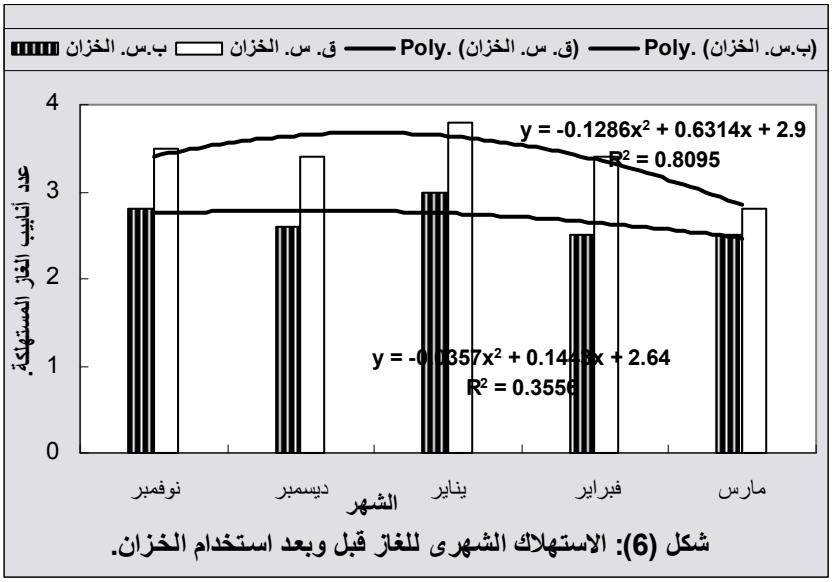
ومن خلال النتائج السابقة يتضح أن استخدام سخان له ميزة عالية وتزداد هذه الميزة باستخدام الخزان معه بدرجة كبيرة تؤدى إلى توفير كمية كبيرة جدأمن الطاقة المستهلكة (حيث يتم استيراد غاز االبيوتين).



شكل (5): استهلاك الكهرباء خلال فترة الدراسة (سخان كهربى , سخان غاز).

جدول (3): يبين معدل الاستهلاك الشهرى للكهرباء خلال فترة الدراسة (لأسرة مكونة من 5 أفراد).

الشهر	استهلاك الكهرباء (سخان كهربى) (ك. و.س)	استهلاك الكهرباء فى وجود (سخان غاز) (ك. و .س)
نوفمبر	327	163
ديسمبر	316	194
يناير	342	140
فبراير	408	125
مارس	450	109
التوسط	368و6	146و2



شكل (6): الاستهلاك الشهرى للغاز قبل وبعد استخدام الخزان.

جدول (4): يوضح الاستهلاك الشهرى للغاز قبل ويعد استخدام الخزان.

الشهر	عدد أنابيب الغاز المستهلكة قبل استخدام الخزان	عدد أنابيب الغاز المستهلكة بعد استخدام الخزان
نوفمبر	3.5 (42 كج غاز)	2.8 (33.6 كج غاز)
ديسمبر	3.4 (40.8 كج غاز)	2.6 (31.2 كج غاز)
يناير	3.8 (45.6كج غاز)	3 (36 كج غاز)
فبراير	3.4 (40.8 كج غاز)	2.5 (30 كج غاز)
مارس	2.8 (33.6 كج غاز)	2.5 (30 كج غاز)
المتوسط	3.38 (40.56 كج غاز)	2.68 (32.16 كج غاز)

الخلاصـــــة

تم فى هذا البحث عمل خزان للمياه الساخنة بهدف توفير المياه الساخنة المستهلكة, كذلك توفير الطاقة المستهلكة (غاز البيوتين) عن طريق تقليل عدد مرات الإشعال للسخان, كذلك توفير المياه الساخنة عند انخفاض ضغط المياه وخاصة أثناء فترات الذروة للاستهلاك, حيث يتطلب الخان ضغط 12كجم/ سم٢ للتشغيل الأمثل. وقد تم عمل خزان من الصاج المعزول بأبعاد 15 x25 x 40 سم (سعة 15 لتر) كنموذج لحل هذه المشكلة. وتم تقسيم المياه الخارجة من السخان (الساخنة) إلى جزأين (جزء للاستهلاك, جزء للخزان) حيث يمكن استخدام مياه الخزان بعد ذلك دون إشعال للسخان. وبذلك أمكن التوصل للنتائج التالية :-

1ـ التوفير فى استهلاك الطاقة اللازمة لتسخين المياه عن طريق تقليل عدد مرات الإشعال للسخان.

2ـ أمكن استخدام هذا الخزان فى تخزين المياه لفترات طويلة مع الاحتفاظ بدرجة حرارة المياه.

3ـ تم توفير حوالى 21% من معدل الاستهلاك للطاقة مقارنة بعدم استخدام الخزان.

من هذه النتائج يتضح أنه من الممكن استخدام هذا الخزان والذى لا يزيد تكلفته عن 100جنيه مصرى (النموذج), والذى يوفر نسبة من استهلاك الطاقة لا بأس بها (حيث يتم استيراد الغاز بالنقد الأجنبى). كذلك يمكن تعميمه فى المزارع بصورة أوسع وبمقاسات أكبر على حسب سعة وطلب كل مزرعة (دواجن, مواشى, ...).

المراجـــــــع

ـ صلاح الدين, أ.(1984): الطاقة وتحديد المستقبل. وزارة الكهرباء. دراسة اقتصادية منشورة بالأهرام الإقتصادى عدد يوليو: 421 – 433 .

Edmundo H. V.R and Irenilza A.N.1998. Sumulation of an Alternative Floor Heat Source in Broiler Production Using Solar Energy.,

Agricultural Mechanization in ASIA, Africa and Latin America Vol.29.No.4:32-33.
Everetta H.A., 1979. Materials, the Anchor Press, Ltd.,Bt Bats ford,4 Fitzharding Street, London, Great Britain,:22.
Albright, L, D.,1990.Environmental Control For Animals and Plants., American Society of Agricultural Engineers, library of Congress Card Number 90-062260. International Standard Book Number 0-929355-08-3:107-162.
Holman, J. P.1989. Heat Transfer. Exclusive rights by Mc Graw-hill Book Co. Singapore For manufacture and export:110-113.

ENGLISH SUMMARY

MINIMIZING OF ENERGY FOR HEATING WATER

I. S. El-Soaly

This research was carried out to seek the possibility of minimizing of energy for heating water, by made a store with dimensions of 15x25x40cm, and connected it after the heater. Through used heater, the hot water divided to, consumption part and storage part. We could used hot water storage when, the water pressure was low, and the heater could not work. By used this storage, the energy for heating was minimized about 21% from the energy costs before used it. The total manufacturing costs of the storage was about 100 LE. We used a storage with heater in (El-soaly' poultry building) and minimizing of gas consumption.

Assoc. Prof. of Ag. Eng., Fac. of Ag., Al-Azhar Univ.