

ترشيد استهلاك طاقة تسخين المياه

د/ إبراهيم سيف السؤالي *

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى ترشيد استهلاك الطاقة الخاصة بتسخين المياه في المنازل أو مزارع الدواجن. حيث يستخدم السخان الغازي لما له من مميزات وخاصة توفير تكاليف الاستهلاك, إلا أن هناك مشكلة في بعض الأماكن وبالذات التي يضعف فيها ضغط المياه, حيث يتطلب السخان ضغط ماء حوالي ١٢ كج/سم^٢ للتشغيل الأمثل. ومن هنا طرأت فكرة تصميم خزان بأبعاد ١٥ X ٤٠ X ٢٥ سم لتخزين الماء الساخن الزائد عن الإستعمال في أى عملية, ثم إستخدامه في فترات ضعف المياه. وبالفعل تم عمل هذا الخزان كنموذج وأمكن التوصل إلى نتائج هامة منها:-

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

٢ - تم توفير حوالي ٢١٪ من معدل الاستهلاك للطاقة عند استخدام الخزان.

٣ - أدى ذلك إلى تشجيع المستهلك على استخدام السخان الغازي الذي له ميزات عديدة بالإضافة لهذه النتيجة.

٤ - أمكن استعمال الخزان في تخزين المياه الساخنة لفترات تزيد عن ١٠ 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 ١٠٠ جنيه مصرى فقط. وقد تم عمل نموذج يمكن استخدامه في احد مزارع الدواجن (مزرعة السؤالي) بمحافظة دمياط ؛ والذي يكون سبباً في حل مشكلة عدم توافر أنابيب الغاز خاصة في الشتاء.

المقدمة

انخفاض ضغط المياه وخاصة في الأماكن المزدحمة بالسكان أو أماكن تواجد بعض المزارع وخاصة التي تبعد مسافات طويلة عن العمران (كالتى تتواجد في أراضى الإستصلاح الجديدة كما هو الحال في بحيرة المنزلة على طريق بورسعيد — 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 المزارع استخدام المياه الساخنة سواء كان ذلك في الشتاء أو الصيف, مع ملاحظة أن الطلب يزداد في الشتاء لانخفاض درجة حرارة الجو, حيث يحتاج السكان للمياه الساخنة في (غسيل الأواني — غسيل الملابس — الإستحمامألخ), كذلك يحتاج المزارع للمياه الساخنة في (غسيل الأواني — تنظيف الطيور العوارى — غسيل الغدائيات والمساقى بين الدورات وأثنائها — غسيل الأحواض والخزانات ألخ) لذلك كان من الضرورى البحث عن طريقة أو حل

*استاذ الهندسة الزراعية المساعد — قسم الهندسة الزراعية — كلية الزراعة — جامعة الأزهر — 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 النوعين (سخان كهربى وغازى) وجد أن السخان الغازى يستهلك ثلث استهلاك السخان الكهربى فى الطاقة. حيث أجرى البحث على منزل لأسرة مكونة من ٥ 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

$$= ٣ \text{ أنابيب/ شهر} = ٣ \times ٥ = ١٥ \text{ جنيه.}$$

ومتوسط استهلاك سخان الكهرباء / شهر = ٣٥ و ٨٨ جنيه (من فاتورة الكهرباء كمتوسط).

وقد ذكر ايهاب (١٩٨٤) أنه عند استخدام وحدة سخان البوتجاز لأسرة مكونة من ٥ أفراد (تسخين ١٥٠ لتر ماء / يوم) فإن هناك تكلفة تعادل ٧١ جنيه سنوياً بالسعر المدعم من الدولة) سعر الوحدة + تكلفة استهلاك البوتجاز) والتكلفة الإجمالية السنوية على أساس سعر البوتجاز غير المدعم (استهلاك ٥٤ انبوبة) حوالى ٢٢٥ جنيه، فى حين أن التكلفة الإجمالية السنوية لوحدة تسخين المياه بالكهرباء تعادل حوالى ١١٨ جنيه فى حالة الدعم، وحوالى ٣٥١ جنيه فى حالة عدم الدعم. أى بتوفير حوالى ٤٧ جنيه فى حالة الدعم من الدولة وحوالى ١٦٥ جنيه فى حالة عدم الدعم. وبالتالي 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 بسلك ٣٠ سم وخاصة فى الأسابيع الثلاثة الأولى وقد يستخدم غاز البوتجاز فى تدفئة الماء الذى يوضع فى التتكات أسفل الأرضية. وذكر (Everetta (1979) أن معامل التوصيل الحرارى الكلى لألواح الصاج سمك ٢ مم حوالى ٥٧ وات/م.كلفن ومعامل التوصيل الحرارى للفوم سمك ٥٠ مم هو ٠.٥١ وات/م.كلفن. وكذلك معامل التوصيل الحرارى للخشب سمك ١٠ مم هو ٠.١٤٤ وات/م.كلفن وذلك فى درجة حرارة الغرفة. وأوضح (Albright (1990) أنه يمكن حساب معدل الفقد الحرارى لوحدة المساحة كما يلى:

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

حيث:

L	: سمك المادة	(m)
K	: معدل التوصيل الحرارى	(W/ m .k°)
R	: المقاومة	(m².K/W)
R ⁻	: المقاومة الكلىة	(m².K/W)
ΔT	: الفرق بين درجات الحرارة	(K°)
Q	: معدل انتقال الحرارة	(W/m²)

وذكر (Holman (1989) أن معامل التوصيل الحرارى للحديد ٧٤ وات/م.كلفن.

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

فكرة البحث:

من المعروف عند استخدام سخان الغاز يجب فتح الصنبور إلى آخره أو قريباً من آخره حتى يحدث الضغط اللازم للإشعال، وفي هذه اللحظة يكون الماء المستهلك أكثر من المعدل المطلوب للاستهلاك بالإضافة إلى الماء البارد اللازم للخلط (ماء ساخن + ماء بارد)، وهنا يزداد معدل الماء المستهلك دون فائدة. وبناءً على ذلك جاءت فكرة استخدام خزان بعد السخان لتخزين الماء الزائد عن الاستعمال واستخدامه في 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 وبالتالي يمكن توفير جزء من الطاقة.

المواد وطريقة البحث

تم استخدام سخان غاز (البيوتين) سعة ٨ لتر/س من إنتاج مصانع ٣٦ الحربى (السخان يستخدم غاز البيوتين ضغط ٣٠ جم / سم^٢ , استهلاك غاز حتى ١٦٠٠ جم/س, ضغط ماء داخل " تشغيل أمثل " ١٢ كج/ سم^٢ , وأقل تشغيل ٥٠ كج/سم^٢).
— تم عمل خزان من الصاج سمك ٢ مم بأبعاد ١٥ x ٢٥ x ٤٠ سم بسعة ١٥ لتر, تم عمل مدخل ومخرج للخزان — توصيل محبس على مدخل الخزان — وضع صمام عدم رجوع (سكس بلف) على مخرج الخزان يمنع دخول الماء للخزان — توصيل المدخل والمخرج بعد المحبس والصمام كما يوضح شكل (١).

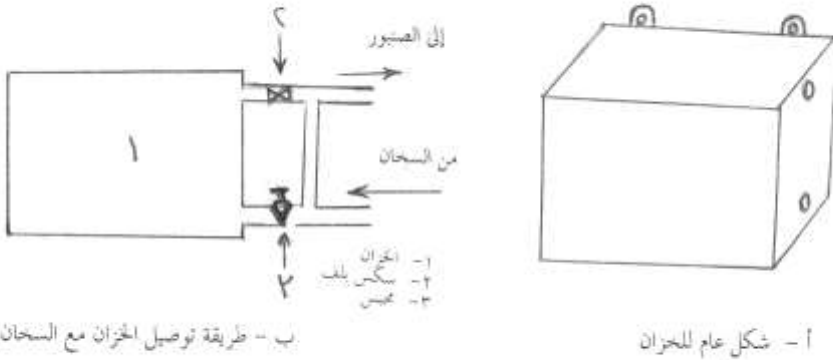
— تم عزل السخان بمادة الفوم لتقليل الفقد الحرارى
— تم استخدام ثرموميتر رقمى لقياس درجات الحرارة وساعة إيقاف لقياس الزمن.
— تم استخدام سخان كهربائى ماركة أولمبيك سعة ١٥ لتر فى البحث.
— تم تسجيل استهلاك الكهرباء أثناء فترة الدراسة من خلال فاتورة الكهرباء كما يوضح شكل (٢).

طريقة العمل:

- ١- تم توصيل الخزان بالسخان (المخرج للسخان هو المدخل للخزان), توصيل مخرج الخزان بصنبور الاستهلاك.
- ٢- ضبط المحبس على حسب كمية المياه المطلوبة للاستهلاك.
- ٣- عند إمتلاء الخزان بالماء يسمح السكس بلف بمرور الماء للصنبور وليس العكس.
- ٤- 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 السخان

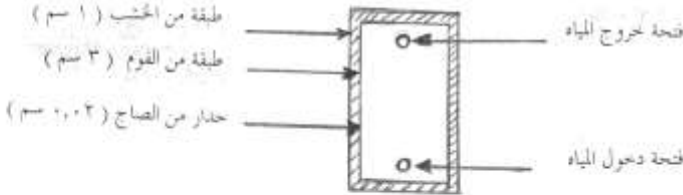
من جديد وهكذا

- تم قياس درجة حرارة الماء قبل وبعد التسخين وداخل الخزان.
- تم قياس الفترة الزمنية اللازمة لخلط الماء داخل الخزان أول مرة.
- تم حساب معدل فقد الحرارة خلال جدران الخزان لفترات مختلفة.
- تم حساب قيمة الاستهلاك للطاقة والمقابل المادي.



ب - طريقة توصيل الخزان مع السخان

أ - شكل عام للخزان



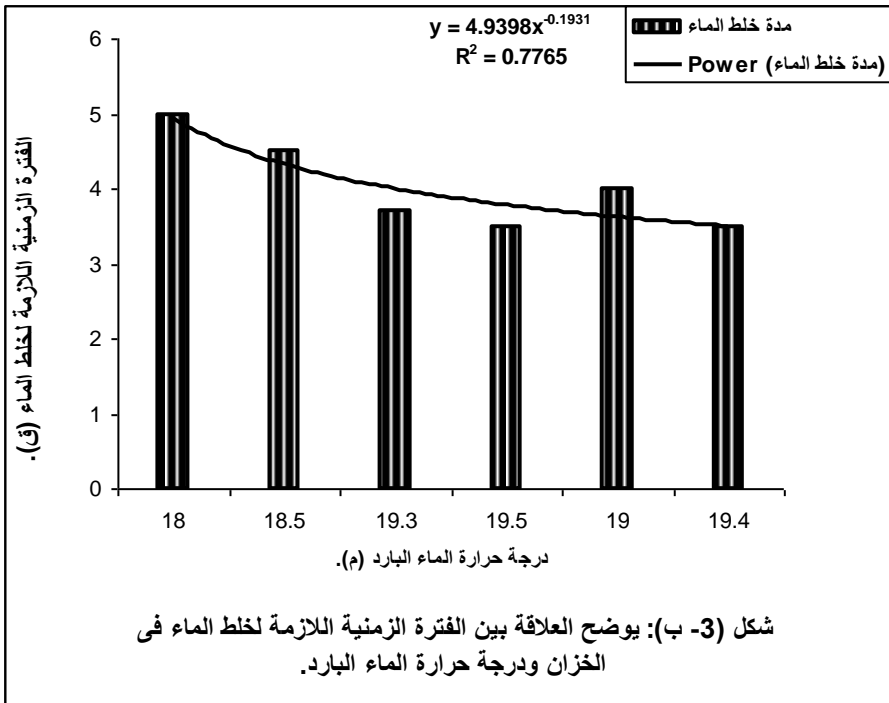
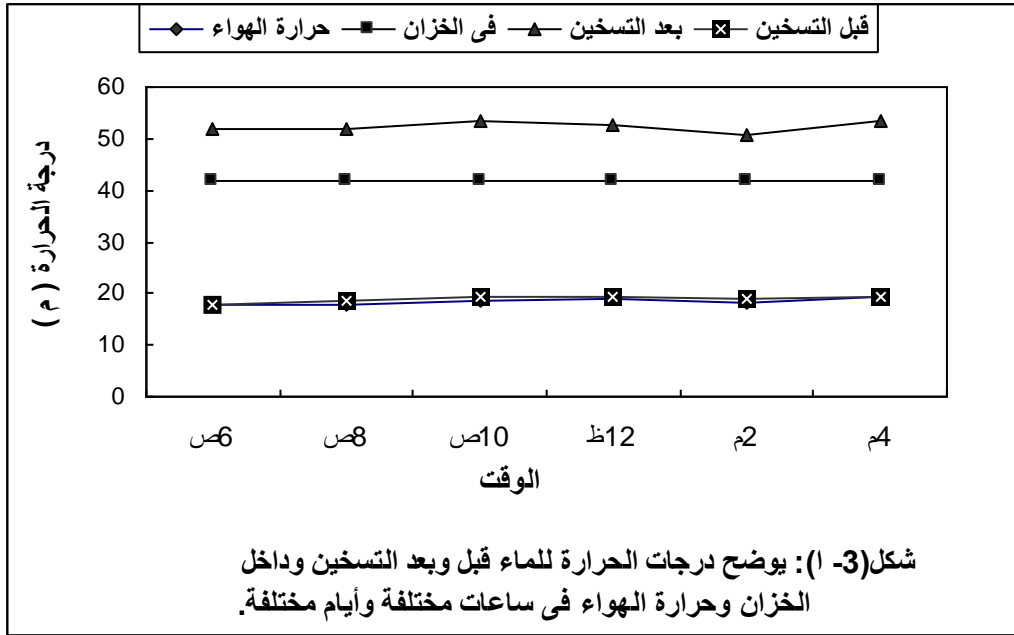
ج - قطاع في الخزان

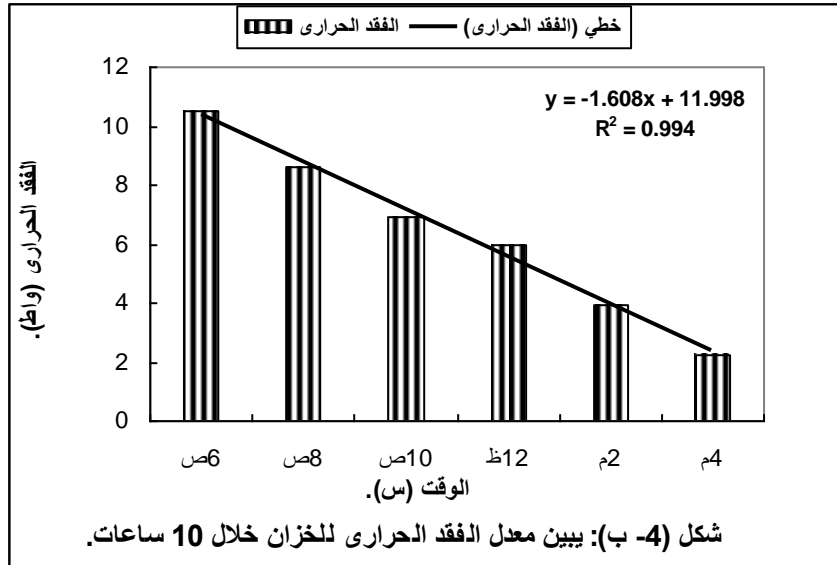
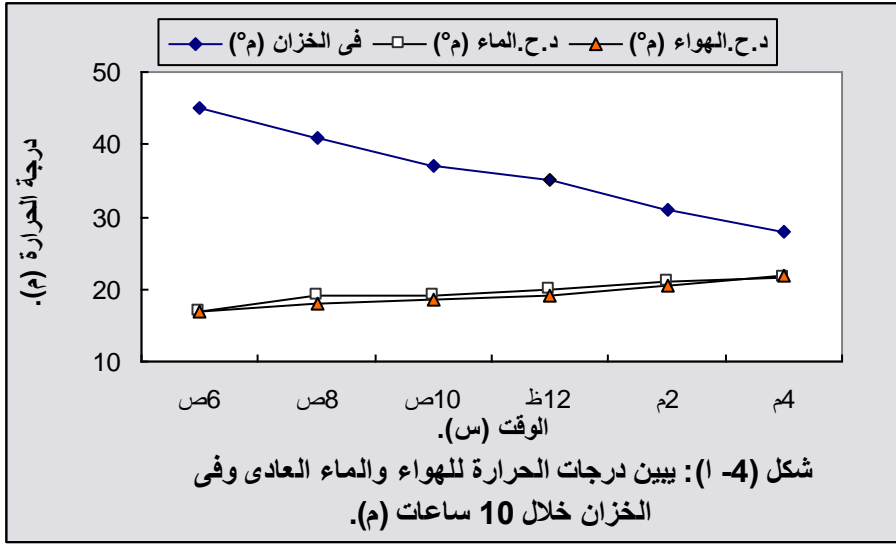
شكل (١): الخزان وتوصيلة مع السخان

النتائج والمناقشة

من خلال الجدول (١) وشكل (٣ - أ) تتضح العلاقة بين درجة حرارة الماء قبل وبعد التسخين والفترة الزمنية اللازمة لخلط الماء البارد والساخن داخل الخزان حتى يصل إلى 42°C (رأى المستهلكين) وذلك خلال أيام مختلفة وساعات مختلفة (حيث سجلت درجات الحرارة كل ساعتين خلال أيام الدراسة). وقد اتضح أنه كلما انخفضت درجة حرارة الماء

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





جدول (١): درجات حرارة الماء قبل وبعد التسخين وفي الخزان, ودرجة حرارة الهواء

وقرة خلط الماء لملء الخزان خلال أيام مختلفة وساعات مختلفة.

الوقت اليوم - الساعة	درجة حرارة الماء قبل التسخين °م	درجة حرارة الماء بعد التسخين °م	درجة حرارة الماء في الخزان °م	درجة حرارة الهواء °م	فترة خلط الماء ق
الأول ٦ص	١٨و٠	٥١و٨	٤٢	١٨و٠	٥و٠
الثاني ٨ص	١٨و٥	٥١و٨	٤٢	١٨و٠	٥و٤
الثالث	١٩و٣	٥٣و٣	٤٢	١٨و٥	٣و٧
١٠ص	١٩و٥	٥٢و٨	٤٢	١٨و٨	٣و٥
الرابع ١٢ظ	١٩و٠	٥٠و٦	٤٢	١٨و٣	٤و٠
الخامس ٢م	١٩و٤	٥٣و٥	٤٢	١٩و٥	٣و٥
السادس ٤م					
المتوسط	١٨و٩٥	٥٢و٣	٤٢	١٨و٥	٤و٠٣

كذلك يوضح شكل (٤- ب) معدل الفقد الحراري للخزان لفترة زمنية قدرها ١٠ ساعات, حيث يزداد معدل الفقد بزيادة الفرق بين درجة الحرارة للماء ودرجة الحرارة للهواء. وكذلك بزيادة مرور الوقت كما هو واضح من العلاقة التالية:

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

حيث $Y =$ الفقد الحراري (واط)

$x =$ الوقت (س)

جدول (٢): يبين درجات حرارة الماء داخل الخزان خلال ١٠ ساعات ومعدل الفقد الحراري للخزان.

الوقت (س)	درجة حرارة الهواء (°م)	درجة حرارة العادي (°م)	درجة حرارة الماء في الخزان (°م)	معدل الفقد الحراري للخزان (واط / م ^٢)
٦ص	١٧	١٧و٥	٤٥	١٠و٥١
٨ص	١٨	١٩	٤١	٨و٦١
١٠ص	١٨و٥	١٩و١	٣٧	٦و٩٤
١٢ظ	١٩و١	٢٠	٣٥	٥و٩٧
٢م	٢٠و٥	٢١	٣١	٣و٩٤
٤م	٢٢	٢١و٥	٢٨	٢و٢٥
المتوسط	١٩و٢	١٩و٧	٣٦و٢	٦و٣٧

— حساب قيمة الاستهلاك للطاقة والمقابل النقدي:

تم مقارنة استهلاك الطاقة في منزل لأسرة مكونة من ٥ أفراد كنموذج خلال شهور الشتاء (نوفمبر، ديسمبر، يناير، فبراير، مارس) لعامين مختلفين، حيث استخدم في العام الأول السخان الكهربى سعة ١٥ لتر ماركة اولمبيك وفي العام الثانى تم استخدام السخان الغازى ٨ لتر (سخان البوتجاز) وكان معدل استهلاك الكهرباء للعامين كما يوضحها شكل (٥) من خلال فاتورة الكهرباء، كذلك يوضح شكل (٦) النقاط التالية : مع العلم أن ليس هناك أى تغيير فى الأدوات الكهربائية المستخدمة فى المنزل خلال فترة الدراسة. حيث وجد أن:

— متوسط قيمة الاستهلاك الشهرى عند استخدام السخان الكهربى = ٨٨ و ٣٥ جنيه.

— متوسط قيمة الاستهلاك الشهرى عند استخدام السخان الغازى = ١٣ و ١٣ جنيه.

— متوسط الاستهلاك الشهرى عند استخدام السخان الغاز = ١٣ و ٧ = ٢١ جنيه.

وبذلك يكون الفرق بين متوسط الاستهلاك = ٨٨ و ١٤ جنيه.

— قيمة التوفير فى استهلاك الطاقة خلال فترة الدراسة من العام = ٧٤ و ٤ جنيه.

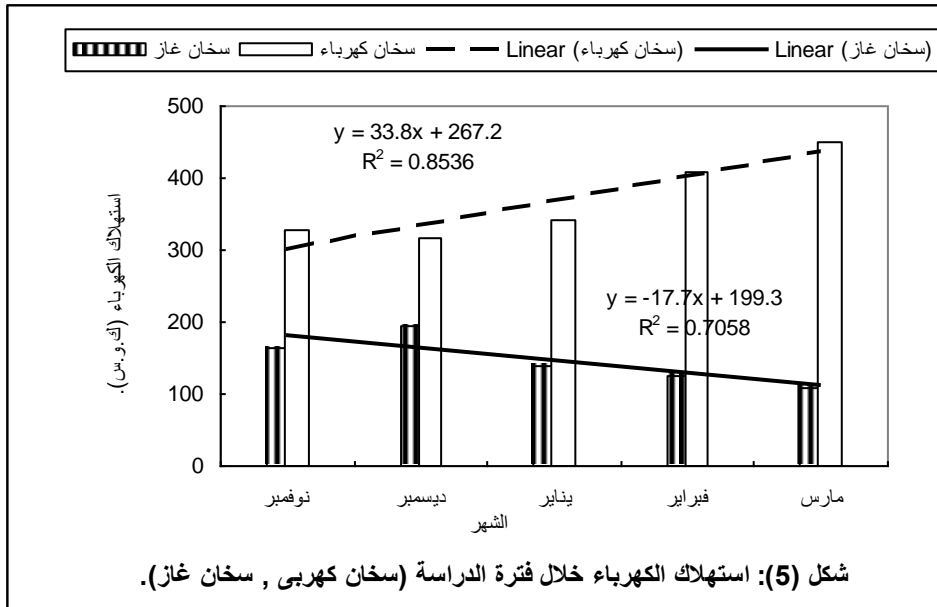
— وجد أن استهلاك الغاز قد نقص إلى ٧ و ٢ انبوبة / شهر شتاءً وإلى ١ و ١ انبوبة / شهر صيفاً شكل (٦). (تم وزن الانبوبة عند الاستهلاك وكان وزن الغاز ١٢ كج / انبوبة).

قيمة التوفير الشهرى فى استهلاك الغاز = ٧ و ٠ انبوبة/شهر = ٤ و ٨ كج غاز / شهر.

قيمة انخفاض معدل الاستهلاك للطاقة بعد استخدام سخان الغاز = ٦٠ %.

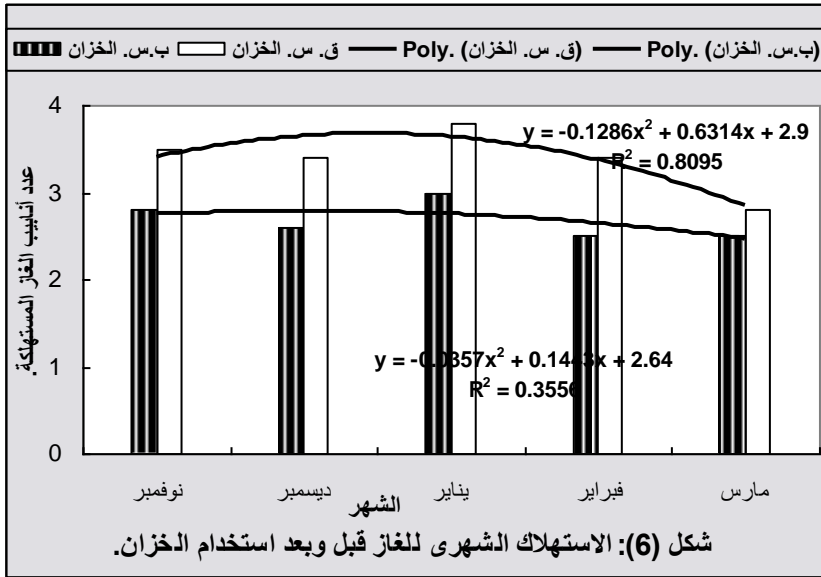
” ” ” ” ” ” ” ” الخزان = ٢١ %.

ومن خلال النتائج السابقة يتضح أن استخدام سخان له ميزة عالية وتزداد هذه الميزة باستخدام الخزان معه يدرجة كبيرة تودى إلى توفير كمية كبيرة جداً من الطاقة المستهلكة (حيث يتم استيراد غاز البيوتين).



جدول (٣): يبين معدل الاستهلاك الشهري للكهرباء خلال فترة الدراسة (لأسرة مكونة من ٥ أفراد).

الشهر	استهلاك الكهرباء (سخان كهربى) (ك. و.س)	استهلاك الكهرباء فى وجود (سخان غاز) (ك. و.س)
نوفمبر	٣٢٧	١٦٣
ديسمبر	٣١٦	١٩٤
يناير	٣٤٢	١٤٠
فبراير	٤٠٨	١٢٥
مارس	٤٥٠	١٠٩
التوسط	٣٦٨ و ٦	١٤٦ و ٢



جدول (٤): يوضح الاستهلاك الشهري للغاز قبل ويعد استخدام الخزان.

الشهر	عدد أنابيب الغاز المستهلكة قبل استخدام الخزان	عدد أنابيب الغاز المستهلكة بعد استخدام الخزان
نوفمبر	٣,٥ (٤٢ كج غاز)	٢,٨ (٣٣,٦ كج غاز)
ديسمبر	٣,٤ (٤٠,٨ كج غاز)	٢,٦ (٣١,٢ كج غاز)
يناير	٣,٨ (٤٥,٦ كج غاز)	٣ (٣٦ كج غاز)
فبراير	٣,٤ (٤٠,٨ كج غاز)	٢,٥ (٣٠ كج غاز)
مارس	٢,٨ (٣٣,٦ كج غاز)	٢,٥ (٣٠ كج غاز)
المتوسط	٣,٣٨ (٤٠,٥٦ كج غاز)	٢,٦٨ (٣٢,١٦ كج غاز)

الخلاصة

تم في 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 الخزان ضغط ١٢ كجم/سم^٢ للتشغيل الأمثل. وقد تم عمل خزان من الصاج المعزول بأبعاد ١٥ x ٢٥ x ٤٠ سم (سعة ١٥ 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 :-

- ١- التوفير في استهلاك الطاقة اللازمة لتسخين المياه عن طريق تقليل عدد مرات الإشعال للسخان.
- ٢- أمكن استخدام هذا الخزان في تخزين المياه لفترات طويلة مع الاحتفاظ بدرجة حرارة المياه.
- ٣- تم توفير حوالي ٢١٪ من معدل الاستهلاك للطاقة مقارنة بعدم استخدام الخزان. من هذه النتائج يتضح أنه من الممكن استخدام هذا الخزان والذي لا يزيد تكلفته عن ١٠٠ جنيه مصري (النموذج), والذي يوفر نسبة من استهلاك الطاقة لا بأس بها (حيث يتم استيراد الغاز بالنقد الأجنبي). كذلك يمكن تعميمه في المزارع بصورة أوسع وبمقاسات أكبر على حسب سعة وطلب كل مزرعة (دواجن, مواشى,).

المراجع

– صلاح الدين, أ. (١٩٨٤): الطاقة وتحديد المستقبل. وزارة الكهرباء. دراسة اقتصادية منشورة بالأهرام الإقتصادي عدد يوليو: ٤٢١ – ٤٣٣ .

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.