

العنوان:	Performance Analysis Of Thermal Storage Porous Wall With Passive Solar Heating
المؤلف الرئيسي:	العبيدي، عدنان محمد حسين
مؤلفين آخرين:	صالح، سعد محسن(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2002
موقع:	تكريت
الصفحات:	1 - 77
رقم MD:	552314
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة تكريت
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	العراق
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، الطاقة الشمسية
رابط:	<a href="https://search.mandumah.com/Record/552314">https://search.mandumah.com/Record/552314</a>

## Abstract

The increasing demand for energy nowadays. Has led to necessity of finding out new economical methods, which reduce the rise of consumed energy so the thermal storage wall is one of these methods. Which is of economical baneful in respect of reducing the building of heating and ultimately over coming the coldness of Winter.

In this work. It has been decided to choose two descriptions from a lot of the quality of storing heat. The first one is of concrete and the other once made of porous media (gravel). Computer has been used to some extend to solve the mathematical model which are increased for this purpose. After putting under the consideration the climatic condition for every hour doing the heating season which started from November 2000, till the end of February 2001.

A mathematical model has been formulated which contains differential equations have governing the heat transfers through the wall with unsteady heat flux. The mathematical solution is depended upon control volume formulation and this by it is changing the differential equations into instanteneous equations. After wards. Solved numerically to obtain the temperature distribution within the wall and the results were compared with conventional wall, which is made of Concrete.

A study has been performed and which deals with natural convection through a wall of porous media with (20 cm) of thickness, A finite difference method used to solve continuity, momentum and energy equation instantaneously find isothermal lines and stream lines with time. Also the amount of heat transferred was calculated, Nusselt number and Rayleigh number with the effect of time and aspect ratio. The results showed that (Nu) decreased with (Ra\*) with increasing for aspect ratio when the time is constant.

Also it was studied the effect of air gap between the glass and wall and become apparent that (Nu) decreases with (Ra) whenever theirs an increase in aspect ratio and time is constant.

It has been calculated thermal storage wall with the effect of thickness and the type of the material. The results have shown clearly and with certainly that the performance of thermal storage porous wall of (10cm) thickness is the most preferable after compared with conventional thermal storage wall.

العنوان:	Performance Analysis Of Thermal Storage Porous Wall With Passive Solar Heating
المؤلف الرئيسي:	العبيدي، عدنان محمد حسين
مؤلفين آخرين:	صالح، سعد محسن(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2002
موقع:	تكريت
الصفحات:	1 - 77
رقم MD:	552314
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة تكريت
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	العراق
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، الطاقة الشمسية
رابط:	<a href="https://search.mandumah.com/Record/552314">https://search.mandumah.com/Record/552314</a>

## فهرست المواضيع

الصفحة	الموضوع
أ	الخلاصة
ب	فهرست المواضيع
د	فهرست الأشكال
هـ	فهرست الجداول
ز	قائمة الرموز والمصطلحات
	<b>الفصل الأول</b> المقدمة
1	١-١ تمهيد
١	٢-١ المنظومات الشمسية للأغراض المنزلية
٢	٣-١ التدفئة الشمسية السلبية
٢	٤-١ تطبيقات منظومة الطاقة الشمسية السلبية
٣	٥-١ المواد المستخدمة في جدار الخزن الحراري
٥	٦-١ الهدف من البحث
	<b>الفصل الثاني</b> البحوث والدراسات السابقة
٩	١-٢ جدار الخزن الحراري بأنواعه
١١	٢-٢ مقارنة بين منظومات الكسب المباشر وجدار الخزن الحراري
١٢	٣-٢ الخزن الحراري باستعمال مواد مسامية
١٣	٤-٢ ملخص البحوث والدراسات السابقة
	<b>الفصل الثالث</b> الجانب النظري
١٤	١-٣ تمهيد
١٤	٢-٣ الافتراضات
١٥	٣-٣ النموذج الرياضي
٢٥	٤-٣ حساب عدد نسلت
٢٦	٥-٣ حساب معامل أنتقال الحرارة بالحمل
٢٧	٦-٣ الأداء الحراري

٢٩	٧-٣ محاكاة النموذج الرياضي
	<b>الفصل الرابع</b> العمل المختبري والقياسات
٣٥	١-٤ تمهيد
٣٥	٢-٤ المسامية
٣٥	٣-٤ النفاذية
٣٦	٤-٤ كثافة الحجر
٣٧	٥-٤ الموصلية الحرارية المؤثرة للوسط المسامي
	<b>الفصل الخامس</b> النتائج والمناقشة
٤١	١-٥ البيانات الجوية
٤١	٢-٥ توزيع درجات الحرارة
٤٤	٣-٥ الفيض الحراري
٤٦	٤-٥ الطاقة المخزونة
٤٧	٥-٥ تغير عدد نسلت خلال الجدار المسامي
٤٨	٦-٥ تغير عدد نسلت خلال فسحة الهواء
٤٩	٧-٥ أداء جدار الخزن الحراري
	<b>الفصل السادس</b> الاستنتاجات والتوصيات
٦٦	١-٦ الاستنتاجات
٦٧	٢-٦ التوصيات
٦٨	المصادر
	<b>الملاحق</b>
٧١	ملحق-أ- مواصفات الجدار
٧٢	ملحق-ب- حساب الإشعاع الشمسي
٧٤	ملحق-ج- نموذج حسابات الحمل الخارجي
٧٦	ملحق-د- المصطلحات العلمية الإنكليزية وما يقابلها باللغة العربية

## فهرست الأشكال

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٥	منظومة الكسب المباشر	١-١
٦	جدار الخزن الحراري ذو التهوية	٢-١
٦	جدار الخزن الحراري بدون تهوية	٣-١
٦	سقف الخزن الحراري	٤-١
٧	مخطط توضيحي لمنزل Hunn	٥-١
٧	مخطط توضيحي لجدار مائي	٦-١
٨	مخطط توضيحي لجدار مسامي	٧-١
٨	مخطط يبين طريقة أنتقال الحرارة خلال وسط مسامي	٨-١
١٢	مجمع شمسي يحتوي على الحجر كمادة خزن حراري	١-٢
١٤	التوازن الحراري لجدار خزن حراري	١-٣
١٥	التوازن الحراري لسطح الزجاج	٢-٣
١٧	التوازن الحراري لسطح الجدار الداخلي	٣-٣
١٨	التوازن الحراري لطبقات الجدار	٤-٣
٢١	الجدار المسامي مغطى بشبكة ديكارتية	٥-٣
٣١	المخطط الانسيابي لبرنامج ( Concrete )	٦-٣
٣٢	المخطط الانسيابي لبرنامج ( Conduction )	٧-٣
٣٣	المخطط الانسيابي لبرنامج ( Convection )	٨-٣
٣٨	جهاز قياس النفاذية	١-٤
٣٩	جهاز قياس الموصلية الحرارية المؤثرة	٢-٤
٣٩	مخطط توضيحي للمزدوج الحراري	٣-٤
٤٠	معايرة المزدوج الحراري	٤-٤
٥١	درجات حرارة الهواء خلال شهر ت ٢٠٠٠/٢	١-٥
٥١	درجات حرارة الهواء خلال شهر ك ٢٠٠٠/١	٢-٥
٥٢	درجات حرارة الهواء خلال شهر ك ٢٠٠١/٢	٣-٥
٥٢	درجات حرارة الهواء خلال شهر شباط ٢٠٠١	٤-٥
٥٣	شدة الإشعاع الشمسي لشهر ت ٢٠٠٠/٢	٥-٥
٥٣	شدة الإشعاع الشمسي لشهر ك ٢٠٠٠/١	٦-٥

٥٤	شدة الإشعاع الشمسي لشهر ك ٢٠٠١/٢	٧-٥
٥٤	شدة الإشعاع الشمسي لشهر شباط/ ٢٠٠١	٨-٥
٥٥	توزيع درجات الحرارة خلال جدار الكونكريت	٩-٥
٥٥	توزيع درجات الحرارة خلال الجدار المسامي بسمك 5cm	١٠-٥
٥٦	توزيع درجات الحرارة خلال الجدار المسامي بسمك 10 cm	١١-٥
٥٦	تغير عدد نسلت مع التقسيمات	١٢-٥
٥٧	تغير خطوط ثبوت درجات الحرارة عند الساعة 11 a.m	١٣-٥
٥٧	تغير خطوط ثبوت درجات الحرارة عند الساعة 1 p.m	١٤-٥
٥٨	تغير خطوط الانسياب عند الساعة 11 a.m	١٥-٥
٥٨	تغير خطوط الانسياب عند الساعة 1 p.m	١٦-٥
٥٩	تغير الفيض الحراري خلال يوم ٢٠ / ٢ / ٢٠٠٠	١٧-٥
٥٩	تغير الفيض الحراري خلال يوم ١٥ / ك / ٢٠٠٠	١٨-٥
٦٠	تغير الفيض الحراري خلال يوم ١٧ / ك / ٢٠٠١	١٩-٥
٦٠	تغير الفيض الحراري خلال يوم ١٦ / شباط / ٢٠٠١	٢٠-٥
٦١	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ٢٠ / ٢ / ٢٠٠٠	٢١-٥
٦١	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ١٥ / ك / ٢٠٠٠	٢٢-٥
٦٢	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ١٧ / ك / ٢٠٠١	٢٣-٥
٦٢	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ١٦ / شباط / ٢٠٠١	٢٤-٥
٦٣	تغير عدد نسلت مع الزمن لنسب باعية مختلفة خلال الجدار المسامي	٢٥-٥
٦٣	تغير عدد نسلت مع الزمن لنسب باعية مختلفة خلال فسحة الهواء	٢٦-٥
٦٤	الدرجات اليومية لمدينة تكريت خلال فصل الشتاء	٢٧-٥
٦٤	تغير SHF خلال فصل الشتاء	٢٨-٥
٦٥	تغير Qaux خلال فصل الشتاء	٢٩-٥
٦٥	تغير الحمل الشمسي خلال فصل الشتاء	٣٠-٥

### فهرست الجداول

الصفحة	العنوان	رقم الجدول
٥	طريقة أنتقال الحرارة خلال الجدار المسامي	١-١
٧٤	مواصفات الغرفة المقترحة	1-C

## قائمة الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
A	المساحة	m <sup>2</sup>
Ap	النسبة الباعية للجدار المسامي	–
Ar	النسبة الباعية لفسحة الهواء	–
b	سمك فسحة الهواء	m
C	السعة الحرارية النوعية	J/kg. K
Cp	السعة الحرارية النوعية بثبوت الضغط	J/kg. K
Da	عدد دارسي ( $Da = K / L^2$ )	–
DD	الدرجات اليومية	C.day
F	دالة عامة	-
g	التعجيل الأرضي	m /s <sup>2</sup>
H	ارتفاع الجدار	m
H <sub>p</sub>	ارتفاع الحاوية	m
h	معامل انتقال الحرارة بالحمل	W/m <sup>2</sup> .K
I	شدة الإشعاع الشمسي	W/m <sup>2</sup>
K	معامل النفاذية للوسط المسامي	m <sup>2</sup>
k	معامل التوصيل الحراري	W/m. K
ke	معامل التوصيل الحراري المؤثر	W/m. K
L	سمك الجدار	m
Nu	عدد نسلت ( $Nu = h L / k$ )	–
P	الضغط	Pa
Q	كمية الحرارة (الفيض الحراري)	J
Ra <sub>H</sub>	عدد رايلي ( $Ra_H = \beta \Delta T H^3 / \alpha v^2$ )	–
Ra*	عدد رايلي المطور ( $Ra^* = K \beta \Delta T H / \alpha v$ )	–
T	درجة الحرارة	°C



sec	الزمن	t
m/sec	سرعة الهواء بالاتجاه الأفقي	u
W/m <sup>2</sup> ·K	معامل انتقال الحرارة الإجمالي	U
m/sec	سرعة الهواء بالاتجاه الشاقولي	v
m	الإحداثي بالاتجاه الأفقي	x
-	الإحداثي اللابيدي بالاتجاه الأفقي	X
m	الإحداثي بالاتجاه الشاقولي	z
-	الإحداثي اللابيدي بالاتجاه الشاقولي	Z

### الرموز الإغريقية

الوحدة	المعنى	الرمز
-	معامل الامتصاصية	$\alpha$
m <sup>2</sup> /sec	الانتشارية الحرارية للكونكريت	$\alpha_c$
m <sup>2</sup> /sec	الانتشارية الحرارية للوسط المسامي	$\alpha_p$
1/°K	معامل التمدد الحجمي	$\beta$
-	ابتعاثية الإشعاع	$\varepsilon$
-	ابتعاثية الجدار للإشعاع	$\varepsilon_w$
-	دالة الزمن اللابيدية	$\lambda$
5.67 * 10 <sup>-8</sup> W / m <sup>2</sup> ·K <sup>4</sup>	ثابت Boltzman	$\sigma$
-	القصور الحراري للوسط المسامي	$\sigma_p$
-	درجة الحرارة اللابيدية	$\theta$
m <sup>3</sup> / sec	دالة الانسياب	$\psi$
-	دالة الانسياب اللابيدية	$\Psi$
Kg/m <sup>3</sup>	الكثافة الكتلية	$\rho$
-	نفاذية الإشعاع	$\tau$
-	عدد فورير اللابيدي ( $\tau_e = \alpha \Delta T / \Delta x^2$ )	$\tau_e$

## الرموز التحتية

الرمز	الدلالة
c	السطح البارد
cond	التوصيل
conv	الحمل
f	الطور السائل
g	الزجاج
h	السطح الساخن
i	الداخلية
o	الخارجية
p	الوسط المسامي
s	الطور الصلب

العنوان:	Performance Analysis Of Thermal Storage Porous Wall With Passive Solar Heating
المؤلف الرئيسي:	العبيدي، عدنان محمد حسين
مؤلفين آخرين:	صالح، سعد محسن(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2002
موقع:	تكريت
الصفحات:	1 - 77
رقم MD:	552314
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة تكريت
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	العراق
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، الطاقة الشمسية
رابط:	<a href="https://search.mandumah.com/Record/552314">https://search.mandumah.com/Record/552314</a>

# Performance Analysis of Thermal Storage Porous Wall With Passive Solar Heating

*A Thesis*

*Submitted to the College of engineering  
University of Tikrit in Partial Fulfillment of the Requirement for  
the Degree of Master of Science in Mechanical Engineering*

By

**Adnan Mohamed Hussein Al-Obaidy  
B.Sc.1999**

**Supervised By**

**Dr. Saad Muhssen Saleh**

September 2002

Rajab 1423

# تحليل أداء جدار الخزن الحراري المسامي لغرض التدفئة بالاستخدام السلبي للطاقة الشمسية

## رسالة

مقدمة الى كلية الهندسة / جامعة تكريت  
كجزء من متطلبات الحصول على درجة ماجستير علوم في الهندسة الميكانيكية - قدرة

من قبل

**عدنان محمد حسين العبيدي**

بكالوريوس هندسة ميكانيكية 1441

أيلول ٢٠٠٢

رجب ١٤٢٣

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَلَنَسَخِرَنَّ لَكُمْ<sup>و</sup> اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ<sup>و</sup> وَالشَّمْسَ<sup>و</sup>  
وَالْقَمَرَ<sup>و</sup> وَالنُّجُومَ<sup>و</sup> مَنَسَخَرَاتٍ<sup>و</sup> بِأَمْرِهِ<sup>و</sup> إِنَّ<sup>و</sup>  
فِجَاءَ<sup>و</sup> ذَلِكَ<sup>و</sup> لَأَيَاتٍ<sup>و</sup> لِّقَوْمٍ<sup>و</sup> يَعْقِلُونَ<sup>و</sup>

سورة النحل الآية ١٢

عبرة  
يأبي الله أن يكون هناك كتاب كامل غير  
كتابه فالحمد لله من قبل ومن بعد.

الإهداء

إلى الذي أنار لي دربي بصبره وعزيمته

المرحوم أبي

إلى الأحضان التي ألتجئ إليها في محنتي

أمي

إلى الذين أرى في أعينهم أبتسامة الحياة

أخوتي

إلى من علمني حرفاً فاعترفت بفضلته

إلى من أعانني معنوياً ومادياً

فأنا مدين له

أهدي ثمرة جهدي المتواضع

عدنان



## شكر وتقدير

اللهم أنا نحمدك على ما علمت من البيان والهمت من التبيان ، والصلاة والسلام على سيد المرسلين سيدنا محمد المبعوث بالبلاغة والبيان وعلى آله وصحبه على مرّ الدهور والازمان وبعد ...

فبعد أن وفقني الله سبحانه وتعالى بهدايته لإنهاء هذا البحث أود ان أتقدم بالشكر الجزيل للدكتور **سعد محسن المشاط** المشرف على البحث .

كما أتقدم بالشكر الجزيل لأستاذي الفاضل الدكتور **مهند عبد الفتاح الظاهر** على ما وضع من لمسات على البحث كي يصبح بهذه الصورة المتواضعة متمنياً له السداد والتوفيق في حياته العلمية والعملية .

ويطيب لي أن أتقدم بالشكر الجزيل وفائق الامتنان للدكتور **محمد حسن عبود** رئيس قسم الهندسة الميكانيكية لمتابعته ونصائحه القيمة التي كان لها الاثر البالغ في مسيرة البحث ، وشكراً للكادر التدريسي كافة في قسم الهندسة الميكانيكية ( سدد الله خطاهم لخدمة العلم ) .

كما يسعدني أن أتقدم بالشكر والامتنان لزملائي طلبة الدراسات العليا و كافة الاخوة والأصدقاء سائلاً الله لهم الخير والموفقية والنجاح الدائم .

ولأهلي وعائلي اللذين اغرقوني بعنايتهم وصبرهم اقدم اجزل كلمات الشكر والحب سائلاً الله أن يعوضهم خيراً ، واخيراً لكل من ساندني ولو بكلمة طيبة اقدم شكري وامتتاني والله الموفق ..

الباحث

## إقرار المشرف

أشهد بأن هذه الرسالة الموسومة (تحليل أداء جدار الخزن الحراري المسامي لغرض التدفئة بالاستخدام السليبي للطاقة الشمسية) تمت تحت إشرافي وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الهندسة الميكانيكية-قدرة.



التوقيع

الاسم: ا.م.د. سعد محسن المشاط

التاريخ ٨ / ١ / ٢٠٠٢

## إقرار المقوم اللغوي

أشهد بأن هذه الرسالة الموسومة " تحليل أداء جدار الخزن الحراري المسامي لغرض التدفئة بالاستخدام السليبي للطاقة الشمسية " تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحح ما ورد فيها من أخطاء لغوية و تعبيرية وبذلك أصبحت مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة وصحة التعبير .



الاسم :حسين نوري محمود

التاريخ : ٨ / ١ / ٢٠٠٢

## قرار لجنة المناقشة

نشهد بأننا أعضاء لجنة المناقشة قد اطلعنا على الرسالة الموسومة  
( تحليل أداء جدار الخزن الحراري المسامي لغرض  
التدفئة بالاستخدام السليبي للطاقة الشمسية ) وناقشنا الطالب  
عدنان محمد حسين في محتوياتها وفيما له علاقة بها ونقر بأننا جديرة  
بالقبول لنيل درجة ماجستير علوم في الهندسة الميكانيكية - قدرة.

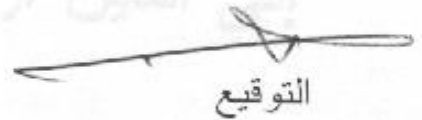


التوقيع

ا.م.د. إخلاص محمد فياض

(عضواً)

التاريخ: 2003/ ٨ / ١١



التوقيع

أ.م.د. مهند عبد الفتاح الظاهر

(رئيس اللجنة)

التاريخ: 2003/ ٨ / ١١



التوقيع

ا.م.د. سعد محسن المشاط

(عضواً)

التاريخ: 2003/ ١ / ١١



التوقيع

د. سامي رضا أسلان

(عضواً)

التاريخ: 2003/ ١ / ١١



التوقيع

د. هشام مصطفى العناز

عميد كلية الهندسة

التاريخ: 2003/ ١ / ١٣

## Abstract

The increasing demand for energy nowadays. Has led to necessity of finding out new economical methods, which reduce the rise of consumed energy so the thermal storage wall is one of these methods. Which is of economical baneful in respect of reducing the building of heating and ultimately over coming the coldness of Winter.

In this work. It has been decided to choose two descriptions from a lot of the quality of storing heat. The first one is of concrete and the other once made of porous media (gravel). Computer has been used to some extend to solve the mathematical model which are increased for this purpose. After putting under the consideration the climatic condition for every hour doing the heating season which started from November 2000, till the end of February 2001.

A mathematical model has been formulated which contains differential equations have governing the heat transfers through the wall with unsteady heat flux. The mathematical solution is depended upon control volume formulation and this by it is changing the differential equations into instanteneous equations. After wards. Solved numerically to obtain the temperature distribution within the wall and the results were compared with conventional wall, which is made of Concrete.

A study has been performed and which deals with natural convection through a wall of porous media with (20 cm) of thickness, A finite difference method used to solve continuity, momentum and energy equation instantaneously find isothermal lines and stream lines with time. Also the amount of heat transferred was calculated, Nusselt number and Rayleigh number with the effect of time and aspect ratio. The results showed that (Nu) decreased with (Ra\*) with increasing for aspect ratio when the time is constant.

Also it was studied the effect of air gap between the glass and wall and become apparent that (Nu) decreases with (Ra) whenever theirs an increase in aspect ratio and time is constant.

It has been calculated thermal storage wall with the effect of thickness and the type of the material. The results have shown clearly and with certainly that the performance of thermal storage porous wall of (10cm) thickness is the most preferable after compared with conventional thermal storage wall.

## الخلاصة

ان الطلب المتزايد للطاقة في وقتنا الحاضر أدى إلى ضرورة إيجاد طرق هندسية تقلل من الطاقة المستخدمة ، وجدار الخزن الحراري أحد هذه الطرق ذات الجدوى الاقتصادية للتقليل من حمل التدفئة والتغلب على برودة فصل الشتاء .

في هذا البحث تم اختيار نظامين من أنظمة الخزن الحراري الجدار الأول من الكونكريت والثاني جدار مسامي مكون من الحجر . استخدمت الحاسبة الإلكترونية لحل النماذج الرياضية المعدة لهذا الغرض بعد إدخال الظروف المناخية لكل ساعة خلال فصل التدفئة ابتداءً من شهر تشرين الثاني ٢٠٠٠ إلى نهاية شهر شباط ٢٠٠١ .

تم صياغة نموذج رياضي يحتوي على المعادلات التفاضلية التي تحكم انتقال الحرارة خلال الجدار بفيض حراري غير مستقر . اعتمد الحل الرياضي على طريقة صيغة الحجم المسيطر (*Control Volume Formulation*) والتي بواسطتها تم تحويل المعادلات التفاضلية إلى معادلات آنية ومن ثم حلها عددياً لإيجاد توزيع درجات الحرارة خلال الجدار والنتائج قورنت مع جدار تقليدي من الكونكريت .

أجريت دراسة الحمل الطبيعي خلال جدار المادة المسامية بسمك (20cm) ، استعملت طريقة الفروقات المحددة لحل معادلات الاستمرارية والزخم والطاقة حلاً آنياً لإيجاد خطوط ثبوت درجات الحرارة وخطوط الانسياب مع الزمن ، كما حسبت كمية الحرارة المنقلة وعدد نسلت وعدد رايلي المطور بإدخال تأثير الزمن والنسبة الباعية ، بينت النتائج أن عدد نسلت يقل مع عدد رايلي المطور عند زيادة النسبة الباعية بثبوت الزمن .

كما درس تأثير النسبة الباعية على فسحة الهواء بين الزجاج والجدار وبينت النتائج أن عدد نسلت يقل مع عدد رايلي بزيادة النسبة الباعية وثبوت الزمن .

تم حساب أداء جدار الخزن الحراري بتأثير السمك ونوع المادة ، أكدت النتائج أن أداء جدار الخزن الحراري المسامي بسمك (10cm) هو الأفضل بعد مقارنته بجدار الخزن الحراري التقليدي .

## فهرست المواضيع

الصفحة	الموضوع
أ	الخلاصة
ب	فهرست المواضيع
د	فهرست الأشكال
هـ	فهرست الجداول
ز	قائمة الرموز والمصطلحات
	<b>الفصل الأول</b> المقدمة
1	١-١ تمهيد
١	٢-١ المنظومات الشمسية للأغراض المنزلية
٢	٣-١ التدفئة الشمسية السلبية
٢	٤-١ تطبيقات منظومة الطاقة الشمسية السلبية
٣	٥-١ المواد المستخدمة في جدار الخزن الحراري
٥	٦-١ الهدف من البحث
	<b>الفصل الثاني</b> البحوث والدراسات السابقة
٩	١-٢ جدار الخزن الحراري بأنواعه
١١	٢-٢ مقارنة بين منظومات الكسب المباشر وجدار الخزن الحراري
١٢	٣-٢ الخزن الحراري باستعمال مواد مسامية
١٣	٤-٢ ملخص البحوث والدراسات السابقة
	<b>الفصل الثالث</b> الجانب النظري
١٤	١-٣ تمهيد
١٤	٢-٣ الافتراضات
١٥	٣-٣ النموذج الرياضي
٢٥	٤-٣ حساب عدد نسلت
٢٦	٥-٣ حساب معامل أنتقال الحرارة بالحمل
٢٧	٦-٣ الأداء الحراري

٢٩	٧-٣ محاكاة النموذج الرياضي
	<b>الفصل الرابع</b> <b>العمل المختبري والقياسات</b>
٣٥	١-٤ تمهيد
٣٥	٢-٤ المسامية
٣٥	٣-٤ النفاذية
٣٦	٤-٤ كثافة الحجر
٣٧	٥-٤ الموصلية الحرارية المؤثرة للوسط المسامي
	<b>الفصل الخامس</b> <b>النتائج والمناقشة</b>
٤١	١-٥ البيانات الجوية
٤١	٢-٥ توزيع درجات الحرارة
٤٤	٣-٥ الفيض الحراري
٤٦	٤-٥ الطاقة المخزونة
٤٧	٥-٥ تغير عدد نسلت خلال الجدار المسامي
٤٨	٦-٥ تغير عدد نسلت خلال فسحة الهواء
٤٩	٧-٥ أداء جدار الخزن الحراري
	<b>الفصل السادس</b> <b>الاستنتاجات والتوصيات</b>
٦٦	١-٦ الاستنتاجات
٦٧	٢-٦ التوصيات
٦٨	المصادر
	<b>الملاحق</b>
٧١	ملحق-أ- مواصفات الجدار
٧٢	ملحق-ب- حساب الإشعاع الشمسي
٧٤	ملحق-ج- نموذج حسابات الحمل الخارجي
٧٦	ملحق-د- المصطلحات العلمية الإنكليزية وما يقابلها باللغة العربية

## فهرست الأشكال

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٥	منظومة الكسب المباشر	١-١
٦	جدار الخزن الحراري ذو التهوية	٢-١
٦	جدار الخزن الحراري بدون تهوية	٣-١
٦	سقف الخزن الحراري	٤-١
٧	مخطط توضيحي لمنزل Hunn	٥-١
٧	مخطط توضيحي لجدار مائي	٦-١
٨	مخطط توضيحي لجدار مسامي	٧-١
٨	مخطط يبين طريقة أنتقال الحرارة خلال وسط مسامي	٨-١
١٢	مجمع شمسي يحتوي على الحجر كمادة خزن حراري	١-٢
١٤	التوازن الحراري لجدار خزن حراري	١-٣
١٥	التوازن الحراري لسطح الزجاج	٢-٣
١٧	التوازن الحراري لسطح الجدار الداخلي	٣-٣
١٨	التوازن الحراري لطبقات الجدار	٤-٣
٢١	الجدار المسامي مغطى بشبكة ديكارتية	٥-٣
٣١	المخطط الانسيابي لبرنامج ( Concrete )	٦-٣
٣٢	المخطط الانسيابي لبرنامج ( Conduction )	٧-٣
٣٣	المخطط الانسيابي لبرنامج ( Convection )	٨-٣
٣٨	جهاز قياس النفاذية	١-٤
٣٩	جهاز قياس الموصلية الحرارية المؤثرة	٢-٤
٣٩	مخطط توضيحي للمزدوج الحراري	٣-٤
٤٠	معايرة المزدوج الحراري	٤-٤
٥١	درجات حرارة الهواء خلال شهر ت ٢٠٠٠/٢	١-٥
٥١	درجات حرارة الهواء خلال شهر ك ٢٠٠٠/١	٢-٥
٥٢	درجات حرارة الهواء خلال شهر ك ٢٠٠١/٢	٣-٥
٥٢	درجات حرارة الهواء خلال شهر شباط ٢٠٠١	٤-٥
٥٣	شدة الإشعاع الشمسي لشهر ت ٢٠٠٠/٢	٥-٥
٥٣	شدة الإشعاع الشمسي لشهر ك ٢٠٠٠/١	٦-٥



٥٤	شدة الإشعاع الشمسي لشهر ك ٢٠٠١/٢	٧-٥
٥٤	شدة الإشعاع الشمسي لشهر شباط/٢٠٠١	٨-٥
٥٥	توزيع درجات الحرارة خلال جدار الكونكريت	٩-٥
٥٥	توزيع درجات الحرارة خلال الجدار المسامي بسمك 5cm	١٠-٥
٥٦	توزيع درجات الحرارة خلال الجدار المسامي بسمك 10 cm	١١-٥
٥٦	تغير عدد نسلت مع التقسيمات	١٢-٥
٥٧	تغير خطوط ثبوت درجات الحرارة عند الساعة 11 a.m	١٣-٥
٥٧	تغير خطوط ثبوت درجات الحرارة عند الساعة 1 p.m	١٤-٥
٥٨	تغير خطوط الانسياب عند الساعة 11 a.m	١٥-٥
٥٨	تغير خطوط الانسياب عند الساعة 1 p.m	١٦-٥
٥٩	تغير الفيض الحراري خلال يوم ٢٠ / ٢ / ٢٠٠٠	١٧-٥
٥٩	تغير الفيض الحراري خلال يوم ١٥ / ك / ٢٠٠٠	١٨-٥
٦٠	تغير الفيض الحراري خلال يوم ١٧ / ك / ٢٠٠١	١٩-٥
٦٠	تغير الفيض الحراري خلال يوم ١٦ / شباط / ٢٠٠١	٢٠-٥
٦١	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ٢٠ / ٢ / ٢٠٠٠	٢١-٥
٦١	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ١٥ / ك / ٢٠٠٠	٢٢-٥
٦٢	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ١٧ / ك / ٢٠٠١	٢٣-٥
٦٢	تغير الطاقة المخزونة خلال يوم ١٦ / شباط / ٢٠٠١	٢٤-٥
٦٣	تغير عدد نسلت مع الزمن لنسب باعية مختلفة خلال الجدار المسامي	٢٥-٥
٦٣	تغير عدد نسلت مع الزمن لنسب باعية مختلفة خلال فسحة الهواء	٢٦-٥
٦٤	الدرجات اليومية لمدينة تكريت خلال فصل الشتاء	٢٧-٥
٦٤	تغير SHF خلال فصل الشتاء	٢٨-٥
٦٥	تغير Qaux خلال فصل الشتاء	٢٩-٥
٦٥	تغير الحمل الشمسي خلال فصل الشتاء	٣٠-٥

### فهرست الجداول

الصفحة	العنوان	رقم الجدول
٥	طريقة أنتقال الحرارة خلال الجدار المسامي	١-١
٧٤	مواصفات الغرفة المقترحة	1-C

## قائمة الرموز

الوحدة	المعنى	الرمز
m <sup>2</sup>	المساحة	A
–	النسبة الباعية للجدار المسامي	Ap
–	النسبة الباعية لفسحة الهواء	Ar
m	سمك فسحة الهواء	b
J/kg. K	السعة الحرارية النوعية	C
J/kg. K	السعة الحرارية النوعية بثبوت الضغط	Cp
–	عدد دارسي ( $Da = K / L^2$ )	Da
C.day	الدرجات اليومية	DD
-	دالة عامة	F
m /s <sup>2</sup>	التعجيل الأرضي	g
m	ارتفاع الجدار	H
m	ارتفاع الحاوية	H <sub>p</sub>
W/m <sup>2</sup> .K	معامل انتقال الحرارة بالحمل	h
W/m <sup>2</sup>	شدة الإشعاع الشمسي	I
m <sup>2</sup>	معامل النفاذية للوسط المسامي	K
W/m. K	معامل التوصيل الحراري	k
W/m. K	معامل التوصيل الحراري المؤثر	ke
m	سمك الجدار	L
–	عدد نسلت ( $Nu = h L / k$ )	Nu
Pa	الضغط	P
J	كمية الحرارة (الفيض الحراري)	Q
–	عدد رايلي ( $Ra_H = \beta \Delta T H^3 / \alpha v^2$ )	Ra <sub>H</sub>
–	عدد رايلي المطور ( $Ra^* = K \beta \Delta T H / \alpha v$ )	Ra*
°C	درجة الحرارة	T

sec	الزمن	t
m/sec	سرعة الهواء بالاتجاه الأفقي	u
W/m <sup>2</sup> ·K	معامل انتقال الحرارة الإجمالي	U
m/sec	سرعة الهواء بالاتجاه الشاقولي	v
m	الإحداثي بالاتجاه الأفقي	x
-	الإحداثي اللابيدي بالاتجاه الأفقي	X
m	الإحداثي بالاتجاه الشاقولي	z
-	الإحداثي اللابيدي بالاتجاه الشاقولي	Z

### الرموز الإغريقية

الوحدة	المعنى	الرمز
-	معامل الامتصاصية	$\alpha$
m <sup>2</sup> /sec	الانتشارية الحرارية للكونكريت	$\alpha_c$
m <sup>2</sup> /sec	الانتشارية الحرارية للوسط المسامي	$\alpha_p$
1/°K	معامل التمدد الحجمي	$\beta$
-	ابتعاثية الإشعاع	$\varepsilon$
-	ابتعاثية الجدار للإشعاع	$\varepsilon_w$
-	دالة الزمن اللابيدية	$\lambda$
5.67 * 10 <sup>-8</sup> W / m <sup>2</sup> ·K <sup>4</sup>	ثابت Boltzman	$\sigma$
-	القصور الحراري للوسط المسامي	$\sigma_p$
-	درجة الحرارة اللابيدية	$\theta$
m <sup>3</sup> / sec	دالة الانسياب	$\psi$
-	دالة الانسياب اللابيدية	$\Psi$
Kg/m <sup>3</sup>	الكثافة الكتلية	$\rho$
-	نفاذية الإشعاع	$\tau$
-	عدد فورير اللابيدي ( $\tau_e = \alpha \Delta T / \Delta x^2$ )	$\tau_e$

## الرموز التحتية

الرمز	الدلالة
c	السطح البارد
cond	التوصيل
conv	الحمل
f	الطور السائل
g	الزجاج
h	السطح الساخن
i	الداخلية
o	الخارجية
p	الوسط المسامي
s	الطور الصلب

# الفصل الأول

## المقدمة

### ١,١ تمهيد

الشمس هي أهم مصدر للطاقة على الأرض وقد عرف الإنسان ذلك منذ نشأته الأولى. والطاقة الشمسية ليست كمصادر الطاقة المستعملة في وقتنا الحاضر كالنفط والفحم والطاقة النووية بل هي طاقة مثالية من حيث عدم تلويثها للطبيعة كما أنها باقية إلى ما شاء الله ، ولكن يجب ملاحظة أن شدة الإشعاع الشمسي واطئة من جهة وتتغير من وقت لآخر ومن منطقة لأخرى من جهة ثانية.

الطاقة الشمسية في الأساس هي مصدر طاقة لا ينضب وذو إمكانية كافية وهو يشكل جزءاً مهماً من مستقبل العالم لأحتياج الطاقة بدون تلويث للبيئة. [١] وأعظم جزء من الطاقة المبددة في الوقت الحاضر تستخدم للتحكم في أجواء البنايات من حيث التدفئة والتبريد ، ومن المعروف بأن خسائر الطاقة المجهزة في تدفئة مكان ما ذات أهمية بالنسبة إلى الطاقة المطلوبة لذلك الغرض .وعلى الجانب الآخر، إن الطاقة الشمسية لها فائدة كبيرة في تطبيقات تدفئة الأماكن خصوصاً في العراق حيث أن أغلب أيام السنة مشمسة. والطاقة الشمسية تبين بأنها أصبحت مصدر طاقة معتمد بدون الحاجة إلى تقنيات عالية ، خاصة وأنها منتشرة بشكل واسع الفائدة.

إن دراسة الطاقة الشمسية لا تتوقف على تقييدات ، مثل مشاكل علمية وتقنية ، ومحددات مالية وتسويقية ، وتأثيرات تشريعية وسياسية تشبه قواعد الطاقة النووية . بالإضافة إلى أن علوم الهندسة سوف تمتلك تغييراً أساسياً من تقنية الوقود العضوي غير المتجدد إلى مصادر الطاقة المتجددة المتمثلة بالإشعاع الشمسي المنتشر بصورة دورية وبدون ثمن مقابل. [٢]

### ٢,١ المنظومات الشمسية للأغراض المنزلية

يوجد نوعان من أنظمة تحويل الطاقة الشمسية إلى حرارة وهما:-

#### ١,٢,١ المنظومة السلبية (Passive System)

وهي المنظومة التي تجري فيها الطاقة بصورة طبيعية وذلك عن طريق انتقال الحرارة بواسطة التوصيل والحمل والإشعاع.

## ٢,٢,١ المنظومة الفعالة (Active System)

وهي المنظومة التي تجري فيها الكتلة و بالتالي الطاقة بصورة قسرية بواسطة مروحة أو مضخة.

منظومة التدفئة السلبية تختلف اختلافاً جوهرياً عن منظومات التدفئة الفعالة حيث أنّ في معظم المنظومات السلبية أجزاء المنظومة تكون هي نفسها أجزاء البناية . لذلك فإنّ تصميم المنظومة السلبية يأخذ الجزء الأساسي في إجراءات التصميم المعماري عمّا في المنظومات الفعالة . أمّا منظومة التدفئة الفعالة فتستلزم تسخين المائع في مجمّع شمسي (Collector) تسلمها إلى الخزان (Storage) وتسلط حرارة من الخزان إلى منظومة التدفئة الاعتيادية بواسطة مضخة أو مروحة . المجمع والخزان هما وحدات مستقلة مرتبطة بأنابيب لتدوير المائع ، المائع المدور أما هواء أو ماء يستخدم لتدوير الحرارة المأخوذة من الشمس، ونفس المادة يحتمل أن تستخدم في تسليط الحرارة إلى المنازل . يظهر بأن لكلا المنظومتين فوائد عملية واقتصادية ، كذلك هناك محاسن ومساوئ لكل منظومة والتي تعتمد على نوعية استخدام كل واحدة . [ ٣ ]

## ٣,١ التدفئة الشمسية السلبية

إن التدفئة الشمسية السلبية موضوع دراستنا هي واحدة من أكثر الاستخدامات ذات الجدوى الاقتصادية العالية . وتعرف الطاقة الشمسية السلبية على إنها تلك الطاقة الحرارية الناتجة من تجميع الإشعاع الشمسي ثم نقله الى داخل البناية بصورة طبيعية . [٤]

## ٤,١ تطبيقات منظومات التدفئة الشمسية السلبية:

هناك عدة تطبيقات لمنظومات التدفئة الشمسية السلبية أهمها:

## ١,٤,١ منظومة الكسب المباشر: (Direct Gain System)

في هذه المنظومة تدخل أشعة الشمس من خلال النوافذ ، وتسقط مباشرة على الأرضية والجدران والأجسام الأخرى ضمن الحيز وتخزن فيها ، أما عملية التسخين فتتم بدوران الهواء فيها، والطاقة المخزونة يستفاد منها في الأوقات التي لا تتوفر فيها أشعة الشمس . كما يمكن تحسين أداء هذه المنظومة باستخدام غطاء عازل للحرارة على النافذة لتقليل الخسائر الحرارية عند غروب الشمس كما موضح في شكل ( ١-١ ) . [5]

## ٢,٤,١ جدار الخزن الحراري (Thermal Storage Wall)

وهو جدار مقيد باتجاه الجنوب مغطى بصفحة أو صفيحتين من الزجاج مع فجوة هواء بين الجدار الماص للإشعاع الشمسي وصفحة الزجاج ، هناك أنواع منفصلة من جدران الخزن الحراري للاستخدامات الحالية أوجدت بواسطة الفرنسي (Felix Trombe) [٦] ، يتضمن جدار سميك من السمنت أو مواد أخرى مصممة في هيكل البناء مغطاة بطبقة أو طبقتين من الزجاج كما موضح في شكل (٢-١) .

يتم تدوير هواء الغرفة البارد خلال الفتحة بين الجدار والزجاج فيسخن بالإشعاع الشمسي ثم يدار إلى الغرفة كهواء حار . ويمكن التحكم بالهواء بواسطة صمام لغلاق الفتحات عند ارتفاع درجات الحرارة ، كما يمكن بصورة تصميمية إغلاق الفتحات كما موضح في شكل ( ٣-١ ) والحرارة سوف تنتقل إلى داخل البناية بالحمل والإشعاع .

## ٣,٤,١ سقف الخزن الحراري: (Thermal Storage Roof)

هذا التطبيق يشبه جدار الخزن الحراري ، إلا أن مادة الخزن الحراري توضع على السقف في حقائب تملأ بالماء أو مواد ثقيلة لخن الطاقة ، وفي النهار يتم تسخين الماء ليستفاد منه في الليل ، كما يستخدم عازل لمنع تسرب الحرارة . والشكل (٤-١) يبين هذا التطبيق . [٧]

## ٥,١ المواد المستخدمة في جدار الخزن الحراري

أستخدم في بناء جدار الخزن الحراري مواد كثيرة وحسب المواصفات الحرارية

التي تحملها كل مادة وتشمل :

## ١,٥,١ الخزن الحراري باستخدام مواد إنشائية

استخدمت مواد بناء إنشائية كثيرة في جدار الخزن الحراري ، يتصدر الكونكريت قائمة هذه المواد لما يحمل من مواصفات حرارية جيدة وهناك نماذج حقيقية لبيوت أستخدم فيها الكونكريت كمادة خزن حراري منها منزل Hunn والذي نفذ في ولاية لوس أنجلس ، مساحته  $277,5 \text{ m}^2$  ذو طابقين ومساحة جدار الخزن الحراري  $7,7 \text{ m}^2$  ومساحة الكسب المباشر  $11.1 \text{ m}^2$  وسماك الجدار 30cm وهو مغطى بطبقتين من الزجاج 4mm تتراوح درجة حرارة داخل البيت بين C (13-21) بالرغم من كون درجة حرارة الجو هي C (-17.5) . والشكل ( ١-٥ ) يبين مخطط هذا البيت . [ ٨ ]

## ٢,٥,١ الخزن الحراري بواسطة الماء

أستخدم الماء في حاويات على شكل صناديق في جدار الخزن الحراري وذلك لقابلية الماء على الخزن الحراري وأول من أنشأ منزلاً يحتوي على جدار خزن حراري من الماء هو Bear عام ١٩٧٣ يحتوي الجدار على مائة حاوية، سعة الحاوية 55gal من الماء ومطلية بلون أسود كما أستخدم غطاءً عازلاً متحركاً أثناء الليل لتقليل الخسائر الحرارية ، يمكن الاستفادة من الجدار في تبريد المنزل في الصيف وذلك بملء الحاويات بالماء البارد . كما موضح في الشكل ( ٦-١ ) [٩] .

## ٣,٥,١ الخزن الحراري بالمواد المسامية ( POROUS MEDIA )

عند الكلام عن المواد المسامية لابد من تعريف المصطلحات الآتية :

**المسامية ( Porosity )** : هي نسبة حجم الفراغات الموجودة داخل حجم معين من الوسط المسامي التي يمكن ان يشغلها المائع الى الحجم الكلي للوسط .

**النفذية ( Permeability )** : خاصية الوسط المسامي التي تعتمد على التركيب فقط .

هناك طريقتان للخزن الحراري بالمواد المسامية كما يأتي :

**الطريقة الأولى :**

عن طريق فرشاة ( Pebble bed ) والتي تستخدم غالباً في المنظومات الفعالة وتمثل وحدة الخزن الرئيسية في هذه المنظومات .

**الطريقة الثانية :**

تستخدم في جدار الخزن الحراري موضوع بحثنا الحالي حيث يتم تجميع المادة المسامية في حاويات معدنية جيدة التوصيل الحراري كالألمنيوم والنحاس بشكل متوازي مستطيلات وترتيبها بشكل جدار كما في الشكل ( ٧-١ ) ، إن انتقال الحرارة في هذا النوع من الجدران يتم بطريقتي التوصيل والحمل لأن الوسط هو عبارة عن مادة صلبة تتخللها مسامات ، وهناك تجارب أجريت من قبل كثير من الباحثين لتحديد طريقة انتقال الحرارة وضحت من قبل ( Bejan ) [١٠] كما في المخطط ( ٨-١ ) والذي يمثل علاقة بين عدد نسلت ( Nu ) وحاصل ضرب عدد رايلي المطور في مقلوب مربع النسبة الباعية  $Ra^*(Ap)^2$  ، فعندما يكون الحد الاخير ٣ فما دون فان انتقال الحرارة يكون بالتوصيل وعندما يكون اكثر من ٣ فان انتقال الحرارة يكون بالحمل . وفيما يأتي جدول يوضح



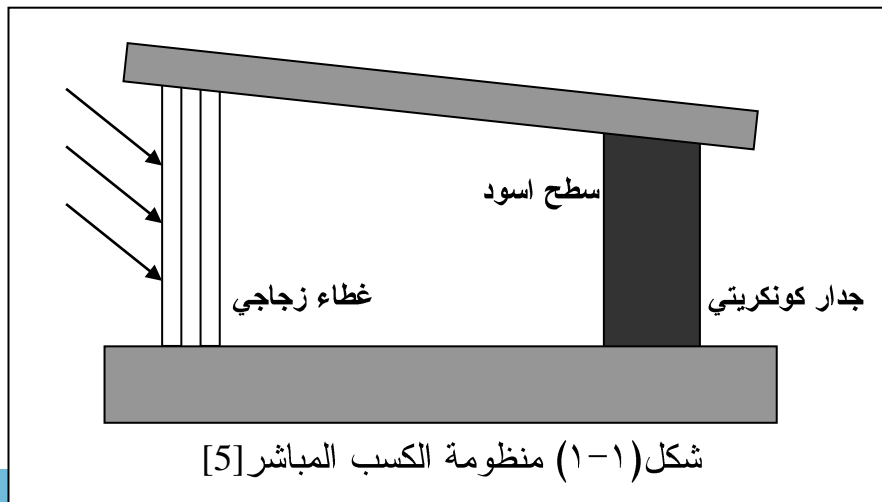
طريقة انتقال الحرارة خلال الجدار المقترح مع عدد من النسب الباعية المفروضة وأعداد رايلي المطور المحسوبة عند الظروف الابتدائية .

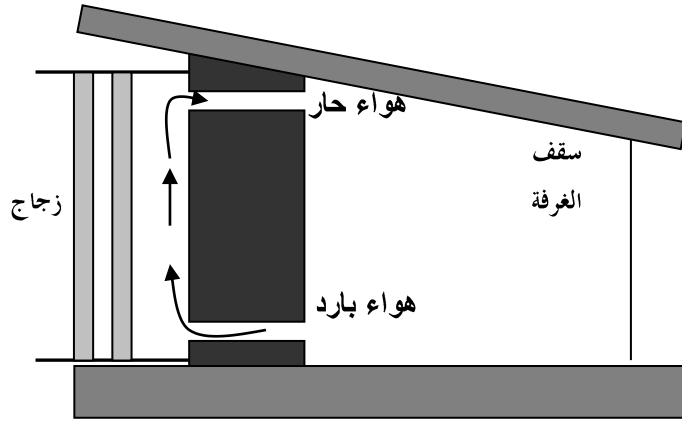
H <sub>P</sub> (m)	L (m)	A <sub>P</sub>	Ra*	Heat Transfer BY
0.2	0.2	1	18.5	Convection
1	0.2	٥	٩١.5	Convection
٢	0.2	١٠	١٨٣	Convection
1	0.05	٢٠	٩١,٥	Conduction
2	0.05	٤٠	١٨٣	Conduction
2.5	0.1	٢٠	٢٢٨,٧	Conduction

جدول ( ١-١ ) طريقة انتقال الحرارة خلال جدار المادة المسامية

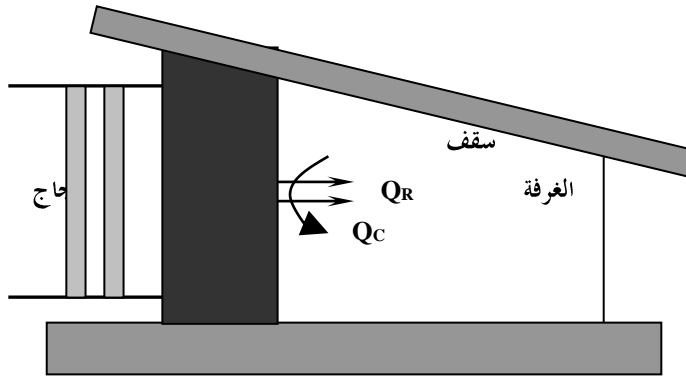
### ٦-١ الهدف من البحث :

يهدف البحث إلى دراسة تأثير نوع الجدار الجنوبي من حيث المادة والسمك على تدفئة بيت نموذجي في مدينة تكريت خلال فترة الشتاء . إذ يتم اختيار نوعين من المواد في بناء الجدار الجنوبي لاستخدامها كجدران خازنة للحرارة "Thermal Storage Wall" المادة الأولى مادة إنشائية تقليدية وهي الكونكريت والمادة الثانية مادة مسامية وهي الحجر . لاختيار أفضل سمك للحفاظ على استقرار درجة حرارة الداخل في أكثر الأوقات .

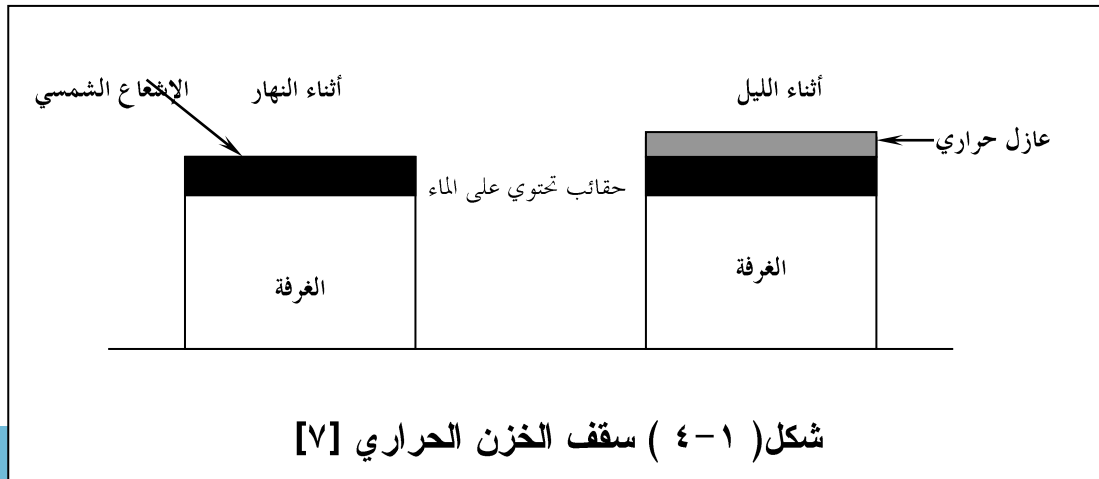




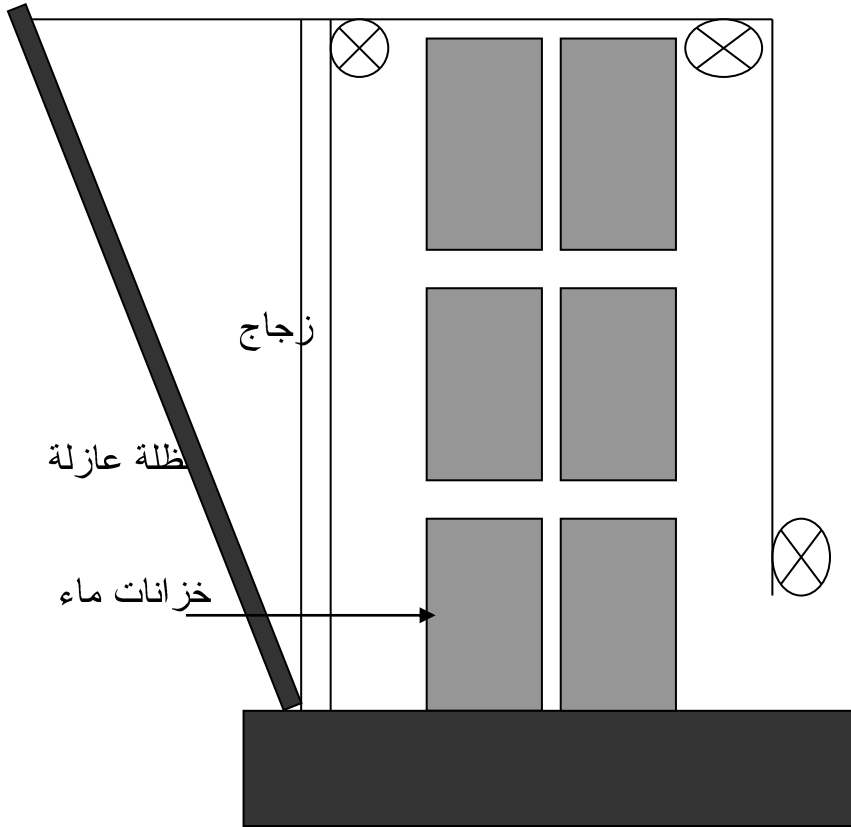
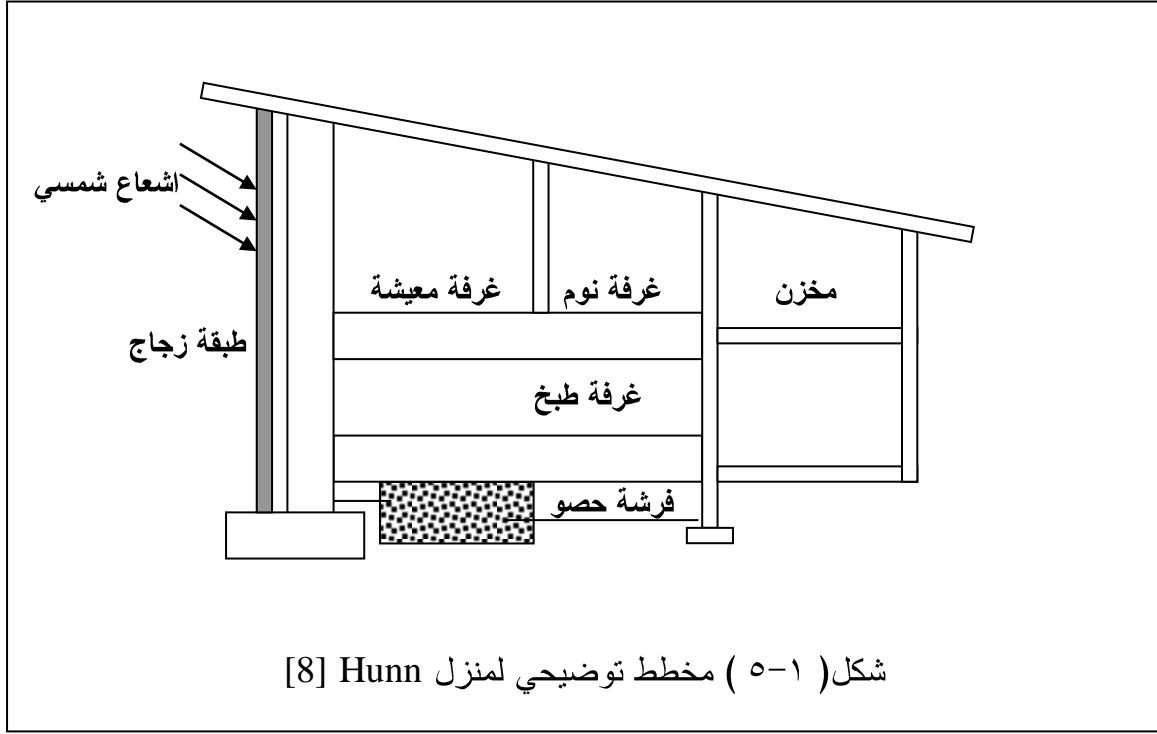
شكل ( ٢-١ ) جدار الخزن الحراري ذو تهوية [6]



شكل ( ٣-١ ) جدار الخزن الحراري بدون تهوية [6]



شكل ( ٤-١ ) سقف الخزن الحراري [٧]



العنوان:	Performance Analysis Of Thermal Storage Porous Wall With Passive Solar Heating
المؤلف الرئيسي:	العبيدي، عدنان محمد حسين
مؤلفين آخرين:	صالح، سعد محسن(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2002
موقع:	تكريت
الصفحات:	1 - 77
رقم MD:	552314
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة تكريت
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	العراق
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، الطاقة الشمسية
رابط:	<a href="https://search.mandumah.com/Record/552314">https://search.mandumah.com/Record/552314</a>

# تحليل أداء جدار الخزن الحراري المسامي لغرض التدفئة بالاستخدام السلبي للطاقة الشمسية

## رسالة

مقدمة الى كلية الهندسة / جامعة تكريت  
كجزء من متطلبات الحصول على درجة ماجستير علوم في الهندسة الميكانيكية - قدرة

من قبل

**عدنان محمد حسين العبيدي**

بكالوريوس هندسة ميكانيكية 1441

أيلول ٢٠٠٢

رجب ١٤٢٣

# Performance Analysis of Thermal Storage Porous Wall With Passive Solar Heating

*A Thesis*

*Submitted to the College of engineering  
University of Tikrit in Partial Fulfillment of the Requirement for  
the Degree of Master of Science in Mechanical Engineering*

By

**Adnan Mohamed Hussein Al-Obaidy  
B.Sc.1999**

**Supervised By**

**Dr. Saad Muhssen Saleh**

September 2002

Rajab 1423