# تحليل الأداء الحراري للعمارة التقليدية في واحة سيوة


إعداد

**دينا نور الدين عطيه**


رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة **دكتوراه الفلسفة**
في
**الهندسة المعمارية**


كليــة الهندســة -جامعــة القاهــرة
الجيـزة -جمهوريـة مصر العربية
٢٠١٩

# تحليل الأداء الحراري للعمارة التقليدية في واحة سيوة


إعداد

**دينا نور الدين عطيه**


رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة **دكتوراه الفلسفة**

في

**الهندسة المعمارية**

تحت إشراف


**أ.د. هشام سامح حسين سامح**

أستاذ العمارة

بقسم الهندسة المعمارية

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

**أ.د. عباس محمد عباس الزعفراني**

أستاذ التخطيط والتصميم البيئي

بقسم الهندسة المعمارية

كلية التخطيط العمراني-جامعة القاهرة



كليــة الهندســة -جامعــة القاهــرة

الجيـزة -جمهوريـة مصر العربية

٢٠١٩

# تحليل الأداء الحراري للعمارة التقليدية في واحة سيوة

إعداد
**دينا نور الدين عطيه**

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة **دكتوراه الفلسفة**
في
**الهندسة المعمارية**

يعتمد من لجنة الممتحنين:

**الأستاذ الدكتور: هشام سامح حسين سامح** **المشرف الرئيسي**
(أستاذ العمارة -كلية الهندسة – جامعة القاهرة)

**الأستاذ الدكتور: عباس محمد عباس الزعفراني** **المشرف**
(أستاذ التخطيط والتصميم البيئي– كلية التخطيط العمراني– جامعة القاهرة)

**الأستاذ الدكتور: أحمد رضا عابدين** **(ممتحن داخلي)**
(أستاذ التخطيط والتصميم البيئي-كلية الهندسة – جامعة القاهرة)

**الأستاذ الدكتور: محمد عصمت حامد العطار** **(ممتحن خارجي)**
(أستاذ العمارة -كلية الهندسة – جامعة المنصورة والجامعة البريطانية)

كليــة الهندســة -جامعــة القاهــرة
الجيـزة -جمهوريـة مصر العربية
٢٠١٩

**مهندس:** دينا نور الدين عطيه .....

**تاريخ الميلاد:** ١٩٨١\٦.\١٠

**الجنسية:** مصرية.....

**تاريخ التسجيل:** .\.١. \.١٠ .\. ٢٠١٢....

**تاريخ المنح:** ....\....\....٢٠١٩..

**القسم:** الهندسة المعمارية.....

**الدرجة:** (دكتوراه الفلسفة)

**المشرفون:**

أ.د. هشام سامح حسين سامح

(أستاذ العمارة –كلية الهندسة – جامعة القاهرة)

أ.د. عباس محمد عباس الزعفراني

(أستاذ التخطيط والتصميم البيئي– كلية التخطيط العمراني– جامعة القاهرة)

**الممتحنون:**

أ.د.محمد عصمت حامد العطار(الممتحن الخارجي)

(أستاذ العمارة – كلية الهندسة – جامعة المنصورة والجامعة البريطانية بمصر )

أ.د. أحمد رضا عابدين (الممتحن الداخلي)

(أستاذ التخطيط والتصميم البيئي–كلية الهندسة – جامعة القاهرة)

أ.د. هشام سامح حسين سامح (المشرف الرئيسي)

(أستاذ العمارة –كلية الهندسة – جامعة القاهرة)

أ.د. عباس محمد عباس الزعفراني (عضو)

(أستاذ التخطيط والتصميم البيئي– كلية التخطيط العمراني– جامعة القاهرة)

**عنوان الرسالة:**

**تحليل الأداء الحراري للعمارة التقليدية في واحة سيوة**

**الكلمات الدالة:**

العمارة التقليدية، الراحة الحرارية، الكتلة الحرارية، المحاكاة الرقمية، الكرشيف

**ملخص الرسالة:**

تتميز واحة سيوة بعمارة تقليدية فريدة حيث تبنى بيوتها بمادة الكرشيف وجذوع النخيل، لكن الحداثة تسللت إلى هذا المكان ذو الطابع الخاص. حيث بدأت استخدام الخرسانة في بناء مباني متعددة الأدوار مما بدا في تغير الأجواء الخاصة بالعمارة التقليدية فيها ومما يهدد سلامة التراث الثقافي. من المعروف أن مادة الكرشيف مادة تساعد على الراحة الحرارية أكثر من الخرسانة وخصوصا في مناخ واحة سيوة . يهدف هذا البحث إلى تحليل الأداء الحراري لمادة الكرشيف مقارنة بالمواد الحديثة لتحديد ما الذي يؤثر على الأداء الحراري للمبنى هل هي المادة أم الكتلة.

# شكـــــر وتقديـــــــر

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم المرسلين سيدنا محمد وعلى آلة وصحبه وسلم أجمعين أما بعد ،،،،

أتوجه بالشكر إلى **الله** سبحانه وتعالى على مساعدته وتوفيقه دائماً لي في هذه الرسالة و تسخيره لي كل الإمكانيات للوصول إلى هذه الدرجة والحصول على ما أريد، وأتوجه بالشكر أيضاً إلى **السيد الأستاذ الدكتور عباس محمد عباس الزعفراني** على الوقت والمجهود الذي بذله معي في دقة الإشراف على كل ما جاء في الرسالة وعلى المعلومات الخصبة التي تعلمتها منه ، كما أتوجه بالشكر إلى **السيد الأستاذ الدكتور هشام سامح** على نصائحه البناءة وعلى الوقت والمجهود الذي بذلهم معي, كما أتوجه بالشكر إلى كل **أساتذتي** في قسم الهندسة المعمارية في كلية الهندسة بجامعة القاهرة على ما بذلوه من جهد ووقت لتعليمي العمارة ومساندتهم كما أتوجه بالشكر إلى **السادة الاستشاريين** الذين قاموا بتوفير المعلومات التقنية الهامة في الجزء العلمي من هذه الرسالة واسأل الله أن تكون هذه الرسالة قد تمت على أكمل وجه وأن تكون ذات فائدة لكل من يحتاج إليها. كما أتوجه بالشكر إلى أبي وأخي على النصائح البناءة لمساعدتي على إكمال مسيرتي وإلى أصدقائي الذين ساعدوني معنويا وعمليا

**إلى هؤلاء خالص الشكر والتقدير ،،،،،**

**الباحثـــة**

**دينا نور الدين عطيه حامد**

## *إهداء*

*إلى ملاكي الحارس، إلى من رآني قلبها قبل عينيها، إلى نبع الحنان والأمان لقد حققت أمنيتك*

**أمي**

*رحمك ربي وطيب ثراك الطاهر وأسكنك فسيح جناته اللهم أمين. أهدي لك هذه الرسالة ثمرة تعبك معي والتي لم أكن أصل إليها إلا بتوفيق من الله ثم بركة دعائك*

*رحمك ربي،*

*إلى* ***أبي*** *حفظه الله لي وأطال عمره وأعطاه الصحة دائما...أعيش ببركة دعائك لي*

*إلى* ***أخي وأصدقائي*** *أشكركم من كل قلبي على مساعدتكم لي حتى لو بكلمة وهذا اقل مما يقال*

# الفهرس


| قائمة المحتويات | الصفحة |
|---|---|
| شكر وتقدير | ب |
| إهداء | ت |
| قائمة المحتويات | ث |
| قائمة الأشكال | ذ |
| قائمة الجداول | ش |
| قائمة الاختصارات | ظ |
| **الباب الأول: الخلفية النظرية** | |
| **الفصل الأول: المقدمة** | ١ |
| المقدمة | ١ |
| ١-١المشكلة البحثية | ٢ |
| ١-٢هدف البحث | ٢ |
| ١-٣منهجية البحث | ٣ |
| ١-٤أهمية البحث | ٣ |
| ١-٥ هيكل البحث | ٣ |
| ١-٦الفرضية البحثية | ٤ |
| ١-٧الإضافة العلمية | ٤ |
| ١-٨ مصطلحات خاصة بالعمارة التقليدية | ٤ |
| ١-٩ استعراض الدراسات السابقة | ٥ |
| **الفصل الثاني: طرق البناء للوصول للراحة الحرارية** | **١٤** |
| المقدمة | ١٤ |
| ٢-١ الراحة الحرارية | ١٥ |
| ٢-٢ المعالجات البيئية لكفاءة الراحة الحرارية | ١٥ |
| ٢-٣ الغلاف الخارجي لكفاءة الراحة الحرارية | ١٦ |
| ٢-٤العزل | ١٦ |
| ٢-٥مواد البناء | ١٧ |
| ٢-٦الحائط المزدوج:( double wall facade) | ١٧ |
| ٢-٦-١طبقات الحائط المزدوج | ١٨ |
| ٢-٦-٢ كيفية عمل تقنية الحائط المزدوج | ١٨ |
| ٢-٦-٣ فوائد الحائط المزدوج | ١٩ |
| ٢-٧ البناء بالتربة المدكوكةRammed earth wall | ١٩ |

| | |
|---|---|
| ٢-٧-١ مميزات هذه التقنية | ١٩ |
| ٢-٧-٢ عيوب هذه التقنية | ٢٠ |
| ٢-٨ الكتلة الحرارية (Thermal mass | ٢١ |
| ٢-٩التظليل | ٢٢ |
| ٢-١٠الشبابيك | ٢٣ |
| ٢-١١الأسقف | ٢٤ |
| ٢-١٢درجة الحرارة | ٢٥ |
| ٢-١٣الحوائط | ٢٥ |
| ٢-١٤المقاومة الحرارية(R-value) | ٢٥ |
| ٢-١٥انتقال الحرارة(Conduction) | ٢٦ |
| خلاصة الفصل الثاني | ٢٦ |
| **الفصل الثالث: الكفاءة الحرارية للعمارة التقليدية بواحة سيوة** | ٢٨ |
| مقدمة | ٢٨ |
| ٣-١موقع واحة سيوة | ٢٨ |
| ٣-٢ مناخ واحة سيوة | ٢٩ |
| ٣-٣ طبيعة التربة في سيوة | ٢٩ |
| ٣-٤ العوامل البيئية المؤثرة على مناخ واحة سيوة | ٢٩ |
| ٣-٤-١ درجة الحرارة | ٢٩ |
| ٣-٤-٢ الأشعة الشمسية | ٣٠ |
| ٣-٤-٣ الرطوبة النسبية | ٣٠ |
| ٣-٤-٤ الأمطار | ٣١ |
| ٣-٥ الطابع المعماري لواحة سيوة | ٣١ |
| ٣-٥-١ الكتلة | ٣١ |
| ٣-٥-٢ الملمس (مواد النهو) | ٣٢ |
| ٣-٥-٣ اللون | ٣٢ |
| ٣-٥-٤ الفتحات | ٣٢ |
| ٣-٦ التقنيات القديمة المستخدمة في بناء المسكن في سيوة | ٣٢ |
| ٣-٦-١ الكرشيف | ٣٢ |
| ٣-٦-٢ الأرضيات | ٣٤ |
| ٣-٦-٣ الأساسات (الصفا) | ٣٥ |
| ٣-٦-٤ الأسقف(تسقفت) | ٣٥ |
| ٣-٥-٤-١ أسقف بسيطة | ٣٥ |
| ٣-٦-٤-٢ الأسقف المركبة (الثنائية) | ٣٦ |
| ٣-٦-٥ الفتحات | ٣٦ |

| | |
|---|---|
| ٣-٦-٥-١ فتحات الشبابيك | ٣٧ |
| ٣-٦-٥-٢ الأبواب | ٣٨ |
| ٣-٧ التقنيات الحديثة المستخدمة في البناء في سيوة | ٣٨ |
| ٣-٧-١ الأساسات (الصفا) | ٣٨ |
| ٣-٧-٢ الحوائط (الجاردير) | ٣٩ |
| ٣-٧-٣ الأسقف | ٤٠ |
| خلاصة الباب الثالث | ٤١ |
| **الفصل الرابع: العمارة السيوية بين الحفاظ والتحديث** | ٤٢ |
| المقدمة | ٤٢ |
| ٤-١ الوضع الحالي في سيوة | ٤٢ |
| ٤-٢ التوسع الحديث للواحة | ٤٢ |
| ٤-٣ الوضع القائم(المختلط) | ٤٣ |
| ٤-٤ البيت السيوي | ٤٥ |
| ٤-٥ الاستراتيجيات الخاصة بالعمارة التقليدية في واحة سيوة | ٤٧ |
| خلاصة الفصل الرابع | ٤٧ |
| **الباب الثاني: الدراسة التطبيقية** | |
| **الفصل الخامس: منهج الدراسة التطبيقية** | **٤٩** |
| المقدمة | ٤٩ |
| ٥-١ برامج المحاكاة الرقمية المستخدمة لتقييم الأداء الحراري في الفراغات | ٤٩ |
| ٥-٢ أهمية استخدام برامج المحاكاة الرقمية في مراحل التصميم | ٥٠ |
| ٥-٣ برامج المحاكاة الرقمية لدراسة الأداء الحراري للفراغ | ٥٠ |
| ٥-٣-١ برنامج BLAST | ٥٠ |
| ٥-٣-١-١ استخدامات البرنامج | ٥٠ |
| ٥-٣-٢ برنامج BSIM | ٥٠ |
| ٥-٣-٣برنامج DEST | ٥١ |
| ٥-٣-٣-١ استخدامات البرنامج | ٥١ |
| ٥-٣-٤ برنامج ECOECT | ٥١ |
| ٥-٣-٥ برنامج ENERGYPLUS | ٥٢ |
| ٥-٣-٥-١ إمكانيات البرنامج | ٥٢ |
| ٥-٣-٦ برنامج EQUEST | ٥٣ |
| ٥-٣-٦-١ إمكانيات البرنامج | ٥٣ |
| ٥-٣-٧ برنامج TAS | ٥٤ |
| ٥-٣-٧-١ إمكانيات البرنامج | ٥٤ |
| ٥-٣-٨ برنامج ( DOE٢ ) | ٥٥ |

| | |
|---|---|
| ٥-٣-٨-١ إمكانيات البرنامج | ٥٥ |
| ٥-٣-٩ برنامج IDE ICE | ٥٦ |
| ٥-٣-٩-١ إمكانيات البرنامج | ٥٦ |
| ٥-٤ مقارنة بين برامج المحاكاة الرقمية في الأداء الحراري | ٥٦ |
| ٥-٥ برنامج المحاكاة (DesignBuilder) | ٥٨ |
| ٥-٥-١ الاستخدام والمستخدمين | ٥٨ |
| ٥-٥-٢ مميزات البرنامج | ٥٩ |
| ٥-٦ العينة البحثية وأسباب اختيارها | ٥٩ |
| ٥-٧ منهجية الدراسة التطبيقية | ٦١ |
| ٥-٨ حيثيات اختيار المتغيرات للدراسة التطبيقية | ٦٢ |
| ٥-٩ المواصفات الحرارية لأكثر المواد المستخدمة في واحة سيوة | ٧٠ |
| خلاصة الفصل الخامس | ٧٠ |
| **الفصل السادس: المحاكاة الرقمية للأداء الحراري للمباني في واحة سيوة** | ٧٢ |
| مقدمه | ٧٢ |
| ٦-١ مقارنة الوضع القائم في واحة سيوة | ٧٢ |
| ٦-٢تأثير الشباك على الأداء الحراري للمسكن السيوي | ٧٣ |
| ٦-٣تأثير السقف على الأداء الحراري للمسكن السيوي | ٧٤ |
| ٦-٤الغلاف الخارجي بتخانات مختلفة | ٧٥ |
| ٦-٥ مقارنة الحائط (١٢ سم) باستخدام سمك ثابت ومواد مختلفة(الشباك مفتوح) | ٧٧ |
| ٦-٥-١ الحائط :١٢ سم وسقف جذوع النخيل | ٧٧ |
| ٦-٥-٢ الحائط: ١٢ سم وسقف خرسانة غير معزولة | ٧٨ |
| ٦-٥-٣ الحائط: ١٢ سم وسقف خرسانة معزولة | ٧٩ |
| ٦-٦ مقارنة الحائط (٢٥ سم) باستخدام سمك ثابت ومواد مختلفة (الشباك مفتوح): | ٨٠ |
| ٦-٦-١ حائط ٢٥ سم وسقف جذوع نخيل | ٨٠ |
| ٦-٦-٢ حائط ٢٥ سم وسقف خرسانة غير معزولة | ٨١ |
| ٦-٦-٣ حائط ٢٥ سم وسقف خرسانة معزولة | ٨٢ |
| ٦-٧ تحليل ومناقشة النتائج | ٨٣ |
| ٦-٨ تجربة سمك الحائط ٣٨، ٥٠، ٧٥ سم | ٨٤ |
| ٦-٨-١ الحائط: ٣٨ سم وسقف جذوع النخيل | ٨٤ |
| ٦-٨-٢ الحائط: ٣٨ سم وسقف خرسانة غير معزول | ٨٥ |
| ٦-٨-٣ الحائط: ٣٨ سم وسقف خرسانة معزول | ٨٦ |
| ٦-٨-٤ الحائط: ٥٠ سم وسقف جذوع النخيل | ٨٧ |
| ٦-٨-٥ الحائط: ٥٠ سم وسقف خرسانة غير معزولة | ٨٨ |
| ٦-٨-٦ الحائط: ٥٠ سم وسقف خرسانة معزولة | ٨٩ |

| | |
|---|---|
| ٦-٨-٧ الحائط: ٧٥ سم وسقف جذوع نخيل | ٩٠ |
| ٦-٨-٨ الحائط: ٧٥ سم وسقف خرسانة غير معزولة | ٩١ |
| ٦-٨-٩ الحائط: ٧٥ سم وسقف خرسانة معزولة | ٩٢ |
| ٦-١٠ تجربة الحائط (١٢،٣٨،٢٥،٥٠،٧٥ ) سم مع سقف جذوع نخيل (الشباك مغلق) | ٩٣ |
| ٦-١٠-١ الحائط: ١٢ سم | ٩٣ |
| ٦-١٠-٢ الحائط: ٢٥ سم | ٩٤ |
| ٦-١٠-٣ الحائط: ٣٨ سم | ٩٥ |
| ٦-١٠-٤ الحائط: ٥٠ سم | ٩٦ |
| ٦-١٠-٥ الحائط: ٧٥ سم | ٩٧ |
| ٦-١١ تجربة الحائط (١٢،٣٨،٢٥،٥٠،٧٥ ) سم مع سقف خرسانة غير معزول (الشباك مغلق) | ٩٨ |
| ٦-١١- ١الحائط: ١٢ سم | ٩٨ |
| ٦-١١-٢الحائط: ٢٥ سم | ٩٩ |
| ٦-١١-٣ الحائط: ٣٨ سم | ٩٩ |
| ٦-١١-٤ الحائط: ٥٠سم | ١٠٠ |
| ٦-١١-٥ الحائط: ٧٥سم | ١٠١ |
| ٦-١٢ تحليل ومناقشه النتائج | ١٠١ |
| خلاصة الفصل السادس | ١٠٣ |
| **الفصل السابع: مقترحات التطوير** | ١٠٤ |
| المقدمة | ١٠٤ |
| ٧-١رغبات المجتمع السيوي | ١٠٤ |
| ٧-٢مقابلات مع المجتمع السيوي | ١٠٥ |
| ٧-٣أسباب اقتراح نماذج | ١٠٧ |
| ٧-٤النماذج المقترحة | ١٠٨ |
| ٧-٤-١النموذج المقترح الأول | ١١٠ |
| ٧-٤-٢النموذج المقترح الثاني | ١١١ |
| ٧-٤-٣النموذج المقترح الثالث | ١١٢ |
| خلاصة الفصل السابع. | ١١٣ |
| **الباب الثالث: النتائج والتوصيات** | |
| **الفصل الثامن: النتائج والتوصيات** | ١١٤ |
| المقدمة | ١١٤ |
| ٨-١ النتائج | ١١٤ |
| ٨-٢ التوصيات | ١١٧ |
| ٨-٣ الأبحاث المستقبلية | ١١٨ |
| المصادر | ١١٩ |

| | **الملاحق** |
|---|---|
| ١٢٦ | م–١مقارنة الوضع القائم في واحة سيوة |
| ١٣١ | م–٢ مقارنة الحائط (١٢ سم) باستخدام سمك ثابت ومواد مختلفة(الشباك مفتوح) |
| ١٤٠ | م–٣ مقارنة الحائط (٢٥ سم) باستخدام سمك ثابت ومواد مختلفة( الشباك مفتوح) |
| ١٤٩ | م–٤ مقارنة الحائط ٣٨ سم |
| ١٥٥ | م–٥ مقارنة الحائط ٥٠ سم |
| ١٦١ | م–٦ مقارنة الحائط ٧٥ سم |
| ١٦٧ | م – ٧ تجربة الحائط (١٢،٣٨،٢٥،٥٠،٧٥ ) سم مع سقف جذوع نخيل (الشباك مغلق) |
| ١٧٧ | م–٨ تجربة الحائط (١٢،٣٨،٢٥،٥٠،٧٥ )سم مع سقف خرسانة غير معزول (الشباك مغلق) |
| ١٨٢ | م–٩ النماذج المقترح |

| قائمة الأشكال | |
|---|---|
| **الفصل الأول: مقدمة البحث** | ٢ |
| شكل (١-١): مراحل المحاكاة | ٢ |
| شكل(١-٢): هيكل البحث | ١٣ |
| **الفصل الثاني: طرق البناء للوصول للراحة الحرارية** | |
| شكل ( ٢- ١) : الحائط المزدوج | ١٨ |
| شكل (٢ -٢): خطوات البناء بالتربة المدكوكة | ٢٠ |
| شكل (٢ -٣): قطاع أفقي في حائط مبني بطريقة التربة المدكوكة مع استخدام طبقة خفيفة من الطمي | ٢٠ |
| شكل (٢ -٤): قطاع راسي في حائط مبني بطريقة التربة المدكوكة مع طبقات أخرى | ٢١ |
| شكل (٢-٥): تقلبات درجات الحرارة اليومية لطرق البناء المختلفة | ٢٢ |
| شكل (٢ -٦): طرق التظليل على المبنى | ٢٣ |
| شكل (٢-٧): توفير الظل ومنع الرياح من خلال النباتات | ٢٣ |
| شكل (٢-٨): طريقة اكتساب الحرارة من خلال الشبابيك | ٢٤ |
| **الفصل الثالث: واحة سيوة وعمارتها التقليدية** | ٢٨ |
| شكل (٣-١): خريطة توضح الموقع الجغرافي لواحة سيوة | ٢٨ |
| شكل (٣-٢): سمك الحائط يساعد على منع دخول الحرارة في النهار وترطيب الفراغ في الليل | ٣٠ |
| شكل(٣-٣): الكتلة المعبرة عن النسيج العمراني | ٣١ |
| شكل (٣-٤): منطقة الخوص (المنطقة المظللة) | ٣١ |
| شكل (٣-٥): قطاع يوضح كيفية البناء في البيت السيوي من الأساسات إلى الأسقف | ٣٥ |
| شكل (٣-٦): تفاصيل السقف البسيط | ٣٦ |
| شكل (٣ -٧): تفاصيل السقف الثنائي | ٣٦ |
| شكل (٣-٨): الأشكال المختلفة للشبابيك في سيوة | ٣٧ |
| شكل (٣-٩): الأبواب التقليدية في سيوة | ٣٧ |
| شكل(٣-١٠): قطاع في الحائط بالتقنية الجديدة | ٣٨ |
| شكل (٣-١١): الطريقة الحديثة لبناء الحائط من الكرشيف | ٣٩ |
| شكل (٣-١٢): كيفية تخمير مادة الكرشيف للبناء بها | ٣٩ |
| شكل(٣-١٣): كيفية بناء الحائط من الكرشيف | ٣٩ |
| شكل (٣-١٤): طريقة (١) بناء السقف من جذوع النخيل· | ٤٠ |
| شكل (٣-١٥): طريقة (٢) بناء السقف من جذوع النخيل | ٤٠ |
| شكل(٣-١٦) طريقة بناء السقف بنفس الخامات القديمة ولكن بطريقة علمية | ٤٠ |
| شكل(٣-١٧) قطاع يوضح كيفية ملئ الفراغات بين جذوع النخيل | ٤٠ |
| **الفصل الرابع: العمارة السيوية بين الحفاظ والتحديث** | ٤٢ |
| شكل (٤ -١): نماذج للبناء المختلط في واحة سيوة | ٤٤ |

| | |
|---|---|
| شكل (٤-٢) نظام البناء للبيت التقليدي السيوي | ٤٥ |
| شكل (٤ -٣): الهاليت halite (salt rock) | ٤٦ |
| شكل (٤-٤): الملح حول بحيرة سيوة | ٤٦ |
| شكل (٤ -٥) التقنيات المستخدمة في المناطق ذات المناخ الحار الجاف | ٤٧ |
| **الفصل الخامس: منهج الدراسة التطبيقية** | ٤٩ |
| شكل( ٥ – ١): طريقة عمل برنامجEnergyPlus | ٥٢ |
| شكل (٥ -٢): طريقة عمل برنامج EQUEST | ٥٣ |
| شكل (٥ -٣): طريقة عمل برنامج (٢DOE) | ٥٥ |
| شكل (٥-٤): طريقة عمل برنامج DESIGNBUILDER | ٥٨ |
| شكل (٥-٥): الجهاز LUTRON LM-٨١٠٢ | ٥٩ |
| شكل (٥ -٦): المنزل التقليدي | ٦٠ |
| شكل (٥-٧): المنزل الخرساني | ٦٠ |
| شكل (٥-٨): العينة البحثية | ٦١ |
| شكل (٥-٩): العينة البحثية المقترحة ببرنامجdesign builder | ٦٢ |
| **الفصل السادس: المحاكاة الرقمية للأداء الحراري للمباني في واحة سيوة** | ٧٢ |
| شكل (٦-١): نموذج ١ | ٧٣ |
| شكل (٦-٢): تأثير الشباك على الأداء الحراري للمسكن السيوي | ٧٤ |
| شكل (٦ -٣): تأثير السقف على الأداء الحراري للمسكن السيوي | ٧٥ |
| شكل (٦ -٤): الغلاف الخارجي بتخانات مختلفة(كرشيف) | ٧٦ |
| شكل (٦ -٥): الغلاف الخارجي بتخانات مختلفة (طوب) | ٧٦ |
| شكل (٦-٦): نموذج ٢ | ٧٧ |
| شكل (٦ -٧): نموذج ٣ | ٧٧ |
| شكل (٦ -٨): نموذج ٤ | ٧٧ |
| شكل (٦-٩): نموذج ٥ | ٧٨ |
| شكل (٦-١٠): نموذج ٦ | ٧٨ |
| شكل (٦-١١): نموذج ٧ | ٧٨ |
| شكل (٦ -١٢): نموذج ٨ | ٧٩ |
| شكل (٦ -١٣): نموذج ٩ | ٧٩ |
| شكل (٦ -١٤): نموذج ١٠ | ٧٩ |
| شكل (٦ -١٥): نموذج ١١ | ٨٠ |
| شكل (٦ -١٦): نموذج ١٢ | ٨٠ |
| شكل (٦ -١٧): نموذج ١٣ | ٨٠ |
| شكل (٦ -١٨): نموذج ١٤ | ٨١ |

| | |
|---|---|
| شكل (٦ –١٩): نموذج١٥ | ٨١ |
| شكل (٦ –٢٠): نموذج١٦ | ٨١ |
| شكل (٦ –٢١): نموذج١٧ | ٨٢ |
| شكل (٦ –٢٢): نموذج ١٨ | ٨٢ |
| شكل (٦ –٢٣): نموذج ١٩ | ٨٢ |
| شكل (٦–٢٤): نموذج ٢٠ | ٨٤ |
| شكل (٦–٢٥): نموذج ٢١ | ٨٤ |
| شكل (٦–٢٦): نموذج ٢٢ | ٨٥ |
| شكل (٦–٢٧): نموذج ٢٣ | ٨٥ |
| شكل ( ٦– ٢٨) :نموذج ٢٤ | ٨٦ |
| شكل ( ٦–٢٩) :نموذج ٢٥ | ٨٦ |
| شكل (٦–٣٠): نموذج ٢٦ | ٨٨ |
| شكل (٦–٣١ ) :نموذج ٢٧ | ٨٨ |
| شكل (٦–٣٢): نموذج ٢٨ | ٨٩ |
| شكل (٦– ٣٣) : نموذج ٢٩ | ٨٩ |
| شكل (٦–٣٤): نموذج ٣٠ | ٨٩ |
| شكل (٦–٣٥) :نموذج ٣١ | ٨٩ |
| شكل (٦–٣٦): نموذج ٣٢ | ٩٠ |
| شكل (٦–٣٧): نموذج ٣٣ | ٩٠ |
| شكل (٦–٣٨): نموذج٣٤ | ٩٠ |
| شكل (٦–٣٩ ) :نموذج ٣٥ | ٩١ |
| شكل (٦–٤٠): نموذج ٣٦ | ٩٣ |
| شكل (٦–٤١ ) :نموذج ٣٧ | ٩٢ |
| شكل (٦–٤٢ ) :نموذج ٣٨ | ٩٣ |
| شكل (٦–٤٣ ) :نموذج ٣٩ | ٩٣ |
| شكل (٦–٤٤ ) :نموذج ٤٠ | ٩٤ |
| شكل (٦–٤٥ ) :نموذج ٤١ | ٩٤ |
| شكل (٦–٤٦ ) :نموذج ٤٢ | ٩٥ |
| شكل (٦–٤٧ ) :نموذج ٤٣ | ٩٥ |
| شكل (٦–٤٨ ) :نموذج ٤٤ | ٩٦ |
| شكل (٦–٤٩ ) :نموذج ٤٥ | ٩٦ |
| شكل (٦–٥٠ ) :نموذج ٤٦ | ٩٧ |
| شكل (٦–٥١ ) :نموذج ٤٧ | ٩٧ |
| شكل (٦–٥٢ ) :نموذج ٤٨ | ٩٨ |
| شكل (٦-٥٣) : نموذج ٤٩ | ٩٩ |