مدخل لتوظيف الطاقة الكهروضوئية في المباني السكنية

إعداد

صبحي عزام محمد إسماعيل

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة ماجستير العلوم

فى الهندسة المعمارية

كلية الهندسة - جامعة القاهرة
الجيزة - جمهورية مصر العربية
٢٠١٧

مدخل لتوظيف الطاقة الكهروضوئية في المباني السكنية

إعداد

صبحي عزام محمد إسماعيل

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة ماجستير العلوم

فى الهندسة المعمارية

تحت إشراف

أ.د / أحمد رضا عابدين
أستاذ العمارة والتحكم البيئي
كلية الهندسة جامعة القاهرة

أ.د/ إيهاب فاروق راشد
أستاذ العمارة والتحكم البيئي
بأكاديمية الشروق

كلية الهندسة - جامعة القاهرة
الجيزة - جمهورية مصر العربية
٢٠١٧

مدخل لتوظيف الطاقة الكهروضوئية في المباني السكنية

إعداد

صبحي عزام محمد إسماعيل

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة ماجستير العلوم

فى الهندسة المعمارية

لجنة الممتحنين

أ.د. أحمد رضا عابدين **(المشرف الرئيسى)**
أستاذ العمارة والتحكم البيئي - كلية الهندسة جامعة القاهرة

أ. د. إيهاب فاروق راشد **(عضو)**
أستاذ العمارة والتحكم البيئي – بأكاديمية الشروق

أ.م.د / ايهاب محمد عبد المجيد الشاذلى **(ممتحن داخلى)**
استاذ مساعد العمارة - كلية الهندسة جامعة القاهرة

أ.د / عباس محمد الزعفراني **(ممتحن خارجي)**
استاذ عميد كلية التخطيط العمراني - كلية الهندسة جامعة القاهرة

كلية الهندسة - جامعة القاهرة
الجيزة - جمهورية مصر العربية
٢٠١٧

مهنـــــــــدس: صبحي عزام محمد اسماعيل

تاريـخ الميـلاد: ٢٣/ ٣ / ١٩٨٧

الجنسيـــــــة: مصري

تاريخ التسجيل: ١ / ١٠ / ٢٠١٠

تـــاريخ المنـــح: / / ٢٠١٧

القســـــــم: الـهنـدسة المعمـاريـة

الدرجـــــــة: ماجـستـيـر العلوم

المشرفون : أ.د احمد رضا عابـدين

أ.د ايهاب فاروق راشد

الممتحنـــون : أ.د احمد رضا عابـدين

أ.د ايهاب فاروق راشد (أ.د بأكاديمية الشروق)

أ.م.د ايهاب محمد عبد المجيد الشاذلي

أ.د عباس محمد الزعفرانى (عميد كلية التخطيط عمرانى – جامعة القاهرة)

عنـــوان الرسالـة : مدخل لتوظيف الطاقة الكهروضوئية فى المبانى السكنية

الكلمات الدالة : الخلايا الكهروضوئية - اسس الكتل العمرانية - توفير الطاقة - مبانى محلية وعالمية – تعريفة التغذية للطاقة المتجددة.

ملخـــص البحـــث :

يتناول البحث مشكلة الاسراف فى استهلاك الطاقة وايجاد بعض اساليب لتوظيف الطاقة المتجددة فى المبانى السكنية ويهدف البحث الى تحديد مدخل تصميم مناسب ومتكامل وتوفير احتياجات المبنى من هذه الطاقة دون عوائق او مشكلات عن طريق مراجعة الادبيات فى مجال توظيف الطاقة ثم تحديد اسس توفير وترشيد الطاقة فى المبانى السكنية وتحليل التطبيقات لتوظيف الخلايا الكهروضوئية فى الم بانى السكنية على المستوى المحلى والعالمى وتطبيق اسس استخدام الطاقة الكهروضوئية باستخدام برامج الكمبيوتر واستنتاج مدخل لتكامل الخلايا الكهروضوئية مع التصميم المعمارى .

شـــكـــر وتقـــديـــر

وأتوجه بخالص الشكر والتقدير لأساتذتي الكرام:

الدكتور / أحمد رضا عابدين (مشرفاً رئيسياً) .

أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

على كل ما قدمه من عون ونصائح وتوجيهات كانت لها الفضل فى إخراج هذا البحث فى هذة الصورة. ومساعدتى فى تخطى اى عثرات صادفت البحث، داعياً الله له بمزيـــد من التوفيق.

الدكتور / إيهاب فاروق راشد (عضو) .

أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، بأكاديمية الشروق.

أتوجه بالشكر إليه والذي تشرفت باشرافه على هذا البحث ومساعدتى مـــن الناحيـــة العلمية والمعنوية وتيسير اى عقابات واجهاتنى .

كما أتوجه بالشكر إلى أساتذتي الذين تشرفت بتقييمهم لهذا العمل:

الدكتور / إيهاب الشاذلي (ممتحن داخلي)

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

الدكتور / عباس محمد الزعفراني (ممتحن خارجي)

عميد كلية التخطيط العمراني، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

على قبولهما الدعوة بالحضور لمناقشة هذا البحث داعياً الله ان يلقى قبولاً ، فلهم مـــني كامل الإعتزاز والتقدير.

ولحضراتكم جزيل الشكر والتقدير وجزاكم الله خير الجزاء

الباحث

صبحي عزام محمد

إهـــداء

أهدى هذه الرسالة إلى أبى رحمه الله والى أمى التى كان لها دورا كبيرا فى دفعى للامام ومنحي القوة الكاملة لمواصلة رحلة بحثى العلمى حتى الوصول الى هذه النتيجة وإلى كل فرد قد شارك معى فى إعداد هذه الرسالة وخصوصاً كلاً من شارك معى فى أبداء الرأى من خلال المشاركة ومن خلال الفكر والعقل للوصول إلى الأفكار والمعانى الرمزية على مستوى المهندسين المعماريين والطلاب الدارسين فى مجال العمارة والمستخدمين من الناس.

كما أننى أهدى هذه الرسالة إلى كل طالب علم يبحث فى موضوع دراسة تحليلية لمعايير تطبيق منهج العمارة البيئية فى المبانى السكنية، حيث تعتبر هذه الرسالة دعوة عامة إلى المجتمع بشكل عام والمعمارى بشكل خاص للفهم والتدبر من خلال العقل للوصول إلى حياه عصرية.

قـائـمـة المـحـتـويـات

الموضوع	الصفحة
الاهداء	أ
شكر وتقدير	ب
فهرس المحتويات	ج
فهرس الاشكال	ط
فهرس الجداول	م
ملخص الرسالة	ن
الباب الأول : باب تمهيدى: الإطار العام للدراسة البحثية	١
١-١ مقدمة	٢
١-٢ أهمية البحث	٢
١-٣ مشكلة البحث	٣
١-٤ هدف البحث	٣
١-٥ التساؤلات البحثية	٣
١-٦ الفرضية البحثية	٣
١-٧ المنهجية البحثية	٤
١-٨ هيكل البحث	٤
الباب الثاني : الفصل الأول : مراجعة الأدبيات	٨
٢-١-١ استخدام الخلايا الكهروضوئية فى المبانى (بحوث سابقة)	٩
٢-١-١-١ تأثير الخلايا الكهروضوئية على تدفق الحرارة على الاسطح	٩
٢-١-١-٢ تأثير تدفق الهواء على نظم الكهروضوئية المثبتة على المبانى	١٠
٢-١-١-٣ آثار واسعة النطاق لتركيب الخلايا الكهروضوئية على تأثير الجزر الحرارية فى طوكيو.	١٠
٢-١-١-٤ تأثير نظام الخلايا الكهروضوئية على نظام ROOFING FLAMMABILITY	١١
٢-١-١-٥ دراسة تأثير الظل على الخلايا الكهروضوئية فى المبانى (BIPV) نظم الكهروضوئية المتكاملة	١٢
٢-١-١-٦ تكيف بينية الخلايا الكهروضوئية للتغلب على تأثير الظل على الخلايا الكهروضوئية	١٣

الموضوع	الصفحة
٢-١-١-٧ الحجم الامثل للخلايا الكهروضوئية وعلاقتها بكيمة الطاقة المختزنة وعندما تكون هذه الشبكة متصلة بمبنى سكنى	١٤
٢-١-١-٨ تأثير الظل على تحليل امكانيات نظام الخلايا الكهروضوئية باستخدام نماذج المبانى المجسمة	١٥
٢-١-٢ النتائج	١٧
الباب الثاني: الفصل الثاني: الخلايا الكهروضوئية فى المبانى السكنية	١٨
٢-٢-١ مقدمة	١٩
٢-٢-٢ التطور التاريخي للخلايا الكهروضوئية	١٩
٢-٢-٣ نظرية عمل الخلايا الكهروضوئية	١٩
٢-٢-٤ الضوء ومكوناته	٢٠
٢-٢-٥ تأثير الغلاف الجوى على الاطوال الموجية للضوء	٢١
٢-٢-٦ كمية الإشعاع الشمسى الواصل إلى منطقة ما	٢٢
٢-٢-٦-١ خط العرض Site Latitude	٢٢
٢-٢-٧ الخلايا الكهروضوئية	٢٤
٢-٢-٧-١ السيلكون أحادي البللور السيلكون أحادي البللور Mono-Crystalline Or Single Crystal Silicon	٢٤
٢-٢-٧-٢ السيلكون ثنائي البللور Poly-Crystalline Or Multi Crystal Silicon	٢٥
٢-٢-٧-٣ السيلكون ذو الطبقات الرقيقة Thin Film Silicon	٢٦
٢-٢-٧-٤ كفاءة الخلايا الكهروضوئية بأنواعها المختلفة	٢٦
٢-٢-٨ موديول الخلايا الكهروضوئية Photo Voltaic Modules	٢٨
٢-٢-٨-١ أداء الخلايا الكهروضوئية Photovoltaic Performance	٣٠
٢-٢-٨-٢ الخلايا الموديولية وسطوع الشمس	٣١
٢-٢-٨-٣ الخلايا الموديولية والظلال	٣٢
٢-٢-٨-٤ الخلايا الموديولية ودرجة الحرارة	٣٣
٢-٢-٨-٥ الخلايا الموديولية ومكوناتها	٣٣
٢-٢-٨-٦ الخلايا الموديولية وطرق توصيلها	٣٦
٢-٢-٨-٧ الخلايا المديولية والفقد في الكهرباء المنتجة	٣٧
٢-٢-٨-٨ الخلايا المديولية والأشعة الشمسية	٣٨

الموضوع	الصفحة
٢-٢-٩ تأثير الشمس على تركيب الخلايا الموديولية في المباني Building Integrated PV. Modules	٣٨
٢-٢-٩-١ لماذا يتم تركيب الخلايا في المباني ؟	٣٨
٢-٢-١٠ النتائج	٤٠
الباب الثالث: الفصل الثالث: أسس تشكيل الكتل العمرانية فى مصر	٤١
المقدمه	٤٢
٣-٣-١ اختيار المبنى الأنسب	٤٢
٣-٣-٢ الزوايا المثلى لتركيب الخلايا الكهروضوئية والإشعاع الشمسي المكتسب	٤٣
٣-٣-٣ أنواع الخلايا الكهروضوئية من حيث طرق التركيب	٤٤
٣-٣-٣-١ الخلايا الثابتة	٤٤
٣-٣-٣-٢ الخلايا المديولية المتحركة	٤٥
٣-٣-٣-٣ تركيز أشعة الشمس على الخلايا الكهروضوئيةConcentrating collectors	٤٦
٣-٣-٤ الإشعاع الشمسي	٤٧
٣-٣-٥ علاقة الأرض بالشمس	٤٩
٣-٣-٥-١ دوران الأرض حول الشمس	٤٩
٣-٣-٥-٢ دوران الأرض حول نفسها	٤٩
٣-٣-٥-٣ تحديد اتجاه الشمس وزاويتها وارتفاعها	٤٩
٣-٣-٦ تحديد موقع زوايا الشمس حسابياً	٥١
٣-٣-٦-١ زاوية ارتفاع الشمس Altitude	٥١
٣-٣-٦-٢ زاوية ميل الشمس (Dec) Declination	٥٢
٣-٣-٦-٣ زاوية الوقت : Hour angle	٥٢
٣-٣-٦-٤ زاوية خط العرض : Latitude Angle	٥٣
٣-٣-٦-٥ حساب ساعة الغروب : Hour sunset	٥٣
٣-٣-٦-٦ زاوية ساعة الغروب Hour sunset	٥٣
٣-٣-٦-٧ حساب زاوية السمت	٥٣
٣-٣-٦-٨ موعد وجود الشمس في الشرق	٥٥

الموضوع	الصفحة
٣-٣-٦-٩ الوقت والتصحيحات الضرورية	٥٥
٣-٣-٦-١٠ موعد الظهر في التوقيت الشمسي الحقيقي	٥٧
٣-٣-٦-١١ أهمية احتساب فوارق التوقيت	٥٨
٣-٣-٦-١٢ استنتاج طاقة الإشعاع الشمسي حسابيًا	٦٠
٣-٣-٦-١٣ حساب زويا سقوط الشمس على العناصر المعمارية الرأسية	٦٣
٣-٣-٧ العناصر المناخية المؤثرة على اختيار الموقع العام	٦٤
٣-٣-٨ البيانات والمعلومات المطلوبة لتصميم أى مبنى بالنسبة للاشعاع الشمسى	٦٥
٣-٣-٨-١ أسس التصميم لعمارة وعمران المبانى السكنية	٦٦
٣-٣-٨-٢ التأثير المتبادل بين التوجيه وكثافة الإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة	٦٦
٣-٣-٩ تأثير النواحى البصرية على توجيه المبنى	٦٨
٣-٣-١٠ التشكيل المعمارى	٦٨
٣-٣-١١ القيم البيئية والوظيفية لعناصر تنسيق الموقع العام والفراغات العمرانية	٧١
٣-٣-١٢ تقييم كفاءة الطاقة فى المبانى	٧١
٣-٣-١٣ النتائج	٧٥
الباب الثالث: الفصل الرابع: أسس توفير الطاقة فى المبانى	٧٦
٣-٤-١ معدل إستهلاك المبانى للطاقة	٧٨
٣-٤-٢ طرق إنتقال الحرارة بين المبانى والبيئة الخارجية	٧٩
٣-٤-٢-١ طريقة التوصيل الحرارى Thermal Conduction	٧٩
٣-٤-٢-٢ طريقة الحمل الحرارى Thermal Convection	٧٩
٣-٤-٢-٣ طريقة الإشعاع الحرارى Thermal Radiation	٧٩
٣-٤-٣ معدل إستهلاك الفرد للطاقة	٧٩
٣-٤-٤ أنساق استهلاك الطاقة	٨١
٣-٤-٤-١ مرحلة التصميم	٨١
٣-٤-٥ النتائج	٩٣

الموضوع	الصفحة
الباب الرابع: الدراسة التطبيقية	
الفصل الخامس: دراسة تحليلية لتوظيف الخلايا الكهروضوئية في المباني علي المستوي العالمي	٩٤
٤-٥-١ المقدمة	٩٥
٤-٥-٢ الدول والمشروعات المختارة	٩٥
٤-٥-٣ الأدوار الرئيسية التي مارستها هذه الدول في مجال تعاملها مع الخلايا الكهروضوئية	٩٦
٤-٥-٤ المشروعات المختارة	٩٩
٤-٥-٥ النتائج العامة للأمثلة العالمية	٩٩
٤-٥-٦ فى تحليل الامثلة العالمية سيتم التحليل على ثلاث محاور اساسية	١٠٠
٤-٥-٧ النتائج	١٠٨
الباب الرابع: الدراسة التطبيقية	
الفصل السادس: دراسة تحليلية لتوظيف الخلايا الكهروضوئية في المباني علي المستوي المحلى	١٠٩
٤-٦-١ مقدمه	١١٠
٤-٦-٢ مشروع هرم سيتى	١١٠
٤-٦-٣ معلومات عامة عن المشروع	١١١
٤-٦-٤ التصميمات المعمارية للمشروع	١١١
٤-٦-٥ مشروع بيت العائلة	١١٤
٤-٦-٦ معلومات عامة عن مشروع	١١٥
٤-٦-٧ مشروع ابنى بيتك	١١٦
٤-٦-٨ تحليل اختيار المشروع	١١٩
٤-٦-٨-١ هرم سيتى	١١٩
٤-٦-٨-٢ بيت العيلة	١١٩
٤-٦-٨-٣ مشروع ابنى بيتك	١٢٠
٤-٦-٨-٤ نموذج الدراسة	١٢٠
٤-٦-٩ النتائج	١٢٥

الموضوع	الصفحة
الباب الرابع: الدراسة التطبيقية	
الفصل السابع: تطبيق استخدام الخلايا الكهروضوئية مع عناصر تصحيح المبنى باستخدام برامج الكمبيوتر	١٢٦
٤-٧-١ المنهج	١٢٧
٤-٧-٢ الحالة الاساسية(تقييم كفاءة الطاقة فى الوضع الراهن) :- (Baseline)	١٢٩
٤-٧-٣ الحالة الأولى: (Class A)	١٣٢
٤-٧-٤ الحالة الثانية: (Class B)	١٣٣
٤-٧-٥ أستخدام الطاقة الشمسية لمبني سكني باستخدام تعريفة التغذية للطاقة المتجددة فى مصر	١٣٨
٤-٧-٦ النتائج	١٤٢
الباب الخامس: النتائج والتوصيات	١٤٤
النتائج والتوصيات	
٥-٨-١ النتائج	١٤٥
٥-٨-٢ التوصيات	١٤٦
المراجع	١٤٧
المراجع العربية	١٤٨
المراجع الأجنبية	١٤٩

قائمة الأشكـــــال

الموضوع	الصفحة
الباب الأول: باب تمهيدى الدراسة النظرية	
شكل (١-١) هيكل البحث	٧
الباب الثاني: الفصل الثاني: الخلايا الكهروضوئية فى المبانى السكنية	
شكل (٢-١) يوضح المواد المستخدمه (أشباه الموصلات) فى صناعة الخلايا الكهروضوئية	٢٠
شكل (٢-٢) يوضح مكونات الأشعة الكهروضوئية	٢١
شكل (٢-٣) يوضح الأشعة الشمسية المنعكسة عبر الغلاف الجوي	٢٢
شكل (٢-٤) يوضح الأشعة الشمسية المنعكسة عبر الغلاف الجوي	٢٢
شكل (٢-٥) يوضح كمية الإشعاع الشمسي على العالم كله	٢٣
شكل (٢-٦) يوضح قيم صفاء السماء بالنسبة لخطوط العرض	٢٣
شكل (٢-٧) يوضح طرق وأنواع المواد المستخدمة فى صناعة الخلايا الكهروضوئية	٢٤
شكل (٢-٨) يوضح إحدى الخلايا الكهروضوئية بالسيلكون أحادى البللور	٢٥
شكل (٢-٩) يوضح إحدى طريقة عمل الخلايا الكهروضوئية	٢٥
شكل (٢-١٠) يوضح إحدى الخلايا الكهروضوئية بالسيلكون ثنائي أو متعدد البللور	٢٦
شكل (٢-١١) يوضح إحدى الخلايا الكهروضوئية السيلكون ذو الطبقات الرقيقة	٢٦
شكل (٢-١٢) يوضح إزدياد كفاءة الخلايا الكهروضوئية على مر السنين	٢٧
شكل (٢-١٣) يوضح الوقت اللازم لعودة التكلفة الإبتدائية بالنسبة للطاقة الناتجة	٢٧
شكل (٢-١٤) يوضح نسب الاستخدام فى السوق العالمي للأنواع المختلفة	٢٨
شكل (٢-١٥) يوضح الخلايا الموديولية	٢٨
شكل (٢-١٦) يوضح الألوان المتوفرة للخلايا الكهروضوئية	٢٩
شكل (٢-١٧) يوضح منحنى الجهد التيار	٣١
شكل (٢-١٨) يوضح منحنى الجهد التيار وتأثير سطوح الشمس فى قيمة الطاقة الناتجة	٣٢
شكل (٢-١٩) يوضح منحنى الجهد التيار وتأثير الظلال فى قيمة الطاقة الناتجة	٣٢
شكل (٢-٢٠) يوضح الخلايا المظللة تظليل كلى وجزئي	٣٣
شكل (٢-٢١) يوضح منحى الجهد التيار وتأثير ارتفاع درجة الحرارة فى قيمة الطاقة الناتجة	٣٣
شكل (٢-٢٢) يوضح وظيفة الصمام Diodes فى حماية الخلية من عودة التيار مرة أخرى إليها	٣٤

الموضوع	الصفحة
شكل (٢-٢٣) يوضح منظومة عمل الخلايا الكهروضوئية	٣٥
شكل (٢-٢٤) يوضح النظام الكامل للخلايا الكهروضوئية	٣٥
شكل (٢-٢٥) يوضح توصيل الخلايا على التوالى والتوازى	٣٦
شكل (٢-٢٦) يوضح الخلايا على التوالى والتوازى معا	٣٧
شكل (٢-٢٧) يوضح الفرق فى التعامل مع الأشعة الشمسية	٣٨
شكل (٢-٢٨) يوضح نسبة المبانى لاستهلاك الطاقة بالنسبة باقى العناصر فى مصر	٣٩
الباب الثالث: الفصل الثالث: أسس تشكيل الكتل العمرانية فى مصر	
شكل (٣-١) يوضح النسبة الافضل للمسقط الافقى	٤٢
شكل (٣-٢) مميزات الخلايا الكهروضوئية التي تجعلها مميزة بالنسبة للمباني	٤٣
شكل (٣-٣) يوضح اختلاف الإشعاع الشمسي باختلاف التوجيه وزاوية الميل	٤٤
شكل (٣-٤) يوضح الخلايا الثابتة	٤٥
شكل (٣-٥) طرق وأنواع تركيب الخلايا المديولية	٤٦
شكل (٣-٦) يوضح فكرة عمل المركزات الشمسية	٤٦
شكل (٣-٧) يوضح العلاقة المركبة بين الأرض والشمس	٤٧
شكل (٣-٨) يوضح دوران الأرض حول الشمس مع ميل محور الأرض	٤٨
شكل (٣-٩) يوضح خطوط العرض تتعامد عليها أشعة الشمس	٤٨
شكل (٣-١٠) خريطة لمسارات الشمس بالإسقاط الستبروجرافي	٥٤
شكل (٣-١١) الإشعاع المباشر والمنتشر	٦١
شكل (٣-١٢) يوضح زيادة ميل زاوية الشمس يجعل الإشعاع يسلك مسارًا أطور داخل الغلاف الجوي	٦١
شكل (٣-١٣) حساب زاوية سقوط أشعة الشمس على أي سطح بمعلومية زاوية شمسها وزاوية ارتفاعها	٦٢
شكل (٣-١٤) يوضح قدرة الإشعاع الشمسي الساقط على عناصر المبنى باتجاهات المختلفة	٦٢
شكل (٣-١٥) يوضح قدرة الإشعاع الشمسي الساقط على حائط رأسي مواجه للشمال	٦٢
شكل (٣-١٦) يوضح قدرة الإشعاع الشمسي الساقط على حائط رأسي مواجه للشرق أو الغرب	٦٣
شكل (٣-١٧) يوضح قدرة الإشعاع الشمسي الساقط على حائط رأسي مواجه للجنوب	٦٣
شكل رقم (٣-١٨) تأثير زاوية السقوط والارتفاع عن سطح البحر فى شدة أشعة الشمس	٦٥

الموضوع	الصفحة
شكل رقم (٣-١٩) يوضح التحكم فى حركة الهواء داخل الفراغات أ. مناطق الضغط المرتفع والمنخفض الناتج عن اصطدام الرياح بالمبنى. ب. عند حدوث إختلاف فى الضغط تتولد تيارات هوائية حيث ينتقل الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض.	٦٧
شكل رقم (٣-٢٠) يوضح استخدام التوجيه لتعرض أغلب وحدات المجموعات السكنية للرياح السائدة	٦٧
شكل رقم (٣-٢١) يوضح استغلال التشكيل المختلف للموقع العام للوصول إلى رؤية مميزة	٦٨
شكل رقم (٣-٢٢) يوضح تأثير الحجم للمبنى على المحتوى بالنسبة للمسطح الخارجى	٦٩
شكل رقم (٣-٢٣) يوضح المسافات التى يجب أن تترك بين المبانى حيث تستخدم زاوية الفراغ للتحكم فى نسب الشوارع والفراغات الخارجية لصيانة الأساسيات البيئية للمبانى	٧٠
شكل رقم (٣-٢٤) يوضح نتائج هذه التجارب بالنسبة للأربع مناطق المختلفة	٧٠
شكل (٣-٢٥) يوضح نتائج التقييم	٧٤
الباب الثالث: الفصل الرابع: أسس توفير الطاقة فى المباني	
شكل (٤-١) يوضح الطاقة المهدرة فى المبانى	٧٨
شكل (٤-٢) يوضح الاستهلاك المنزلى للطاقة	٨١
شكل (٤-٣) مساحة السقف المعرضة للعوامل الجوية فى الشكل الطولى والمكعب	٨٢
شكل (٤-٤) تأثير ارتفاع المبنى على الطاقة الموظفة فكلما زاد ارتفاع المبنى قلت الأحمال الحرارية عليه بنسبة ٣٠%	٨٣
شكل (٤-٥) تغير شكل سقف المبنى تبعا لتغير المناخ	٨٤
شكل (٤-٦) الفرق بين الطاقة المستهلكة فى توظيف كل من الـــ Single, Double Glazing	٨٧
الباب الرابع: الدراسة التطبيقية **الفصل السادس: دراسة تحليلية لتوظيف الخلايا الكهروضوئية في المباني علي المستوي المحلى**	
شكل (٦-١) Corner Unit بأبعاد	١١٠
شكل (٦-٢) Stretcher Unit بأبعاد	١١٠
شكل (٦-٣) Jamb Unit بأبعاد	١١٠
شكل (٦-٤) مسقط يوضح أنواع بلوكات السبارلوك	١١١
شكل (٦-٥) المنظر العام	١١١