جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهنسة المعمارية

مستقبل المباني الذكية في مصر

بحث مقدم لنيل درجة الدكتوراة في الهندسة المعمارية

إعداد

مهندس/ محمد السيد ستيت

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور/ محمد كامل محمود
أستاذ العمارة
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

الأستاذ الدكتور/ محمد إبراهيم جبر
أستاذ العمارة
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

الدكتور/ مجدي إبراهيم
استاذ العمارة المساعد
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

٢٠١٣

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهنسة المعمارية

مستقبل المباني الذكية في مصر

بحث مقدم لنيل درجة الدكتوراة في الهندسة المعمارية

إعداد

مهندس/ محمد السيد ستيت

لجنة الحكم والمناقشة

الأستاذ الدكتور/ أيمن سليمان مسلم
أستاذ الهندسة الإنشائية والبيئية
كلية الهندسة - جامعة كاليفورنيا

الأستاذ الدكتور/ مراد عبدالقادر عبد المحسن
أستاذ العمارة والتحكم البيئي
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

الأستاذ الدكتور/ محمد كامل محمود (مشرف)
أستاذ العمارة
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

الأستاذ الدكتور/ محمد إبراهيم جبر (مشرف)
أستاذ العمارة
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

٢٠١٣

بسم الله الرحمن الرحيم

شهد الله أنه لا إله إلا هو والملائكة وأولوا العلم قائما بالقسط لا إله إلا هو العزيز الحكيم [١٨]

صدق الله العظيم

سورة آل عمران

شكر وتقدير

أحمد الله أولا وأثني عليه لتوفيقه لي لإتمام هذا العمل، وجزيل الشكر والود إلي أساتذتي وزملائي وأسرتي، وكل من ساهم ولو بكلمة تحفيذ أو نصيحة أو دعاء أو ساهم بوقته أو بجهده علي إتمام هذا العمل، وخروج هذا الجهد بتلك الصورة وأخص بالذكر أساتذتي الأفاضل..

الأستاذ الدكتور / **محمد كامل** ، الذي كان لي كالوالد بحرصه علي، قبل الأستاذ، والمعلم
والأستاذ الدكتور / **مراد عبد القادر** ، الذي كان له بصمة في كل مراحل إخراج البحث
و الأستاذ الدكتور / **محمد جبر** ، الأستاذ الفاضل والمحترم

وخالص شكري وتقديري وإمتناني، إلي من عاونوني على إتمام هذا العمل وهم:
دكتور/ **أحمد الخطيب** .. دكتور / **شريف عز** .. دكتور/ **عبير مصطفي** ..

فإليهم جميعا كل الشكر و التقدير والعرفان والإمتنان والود، وأسأل الله العلي القدير أن يجزل لهم من العطاء، ويجزيهم عني خير الجزاء

إهداء

إلى روح أبي المُرَبي والشاعر والمُفكر،، وإلي أمي الكريمة والشهمه والفنانة،، أسال الله أن يبارك لي فيها، اللذان نهلت منهما الفكر والفن،، وأعيش ببركتهما ورضاهما،، أكرمهما الله،،

إلي أسرتي وإخوتي وزوجتي وأبنائي ،، إليهم جميعا فقد آثروا جميعا نجاحي علي أنفسهم،،

إلي الشهداء الأبرار في كل زمان ومكان ،، فقد آثروا جميعا أن يحيا أخرون علي حياتهم أنفسهم،،

مستخلص البحث

هدف الدراسة هو محاولة الإجابة علي التساؤلات .. ما أسباب عدم شيوع المباني الذكية في مصر، علي العكس من الدول الاكثر تقدما. وهل التقنيات التقليدية السالبة أكثر كفاءة محليا وأكثر مناسبة، وأم أن التقنيات الذكية هي الأكثر كفاءة وجدوي للتطبيق محليا؟

يعرض البحث مقارنة تحليلية بين أداء المباني التقليدية والمباني الذكية، في سبيل تحديد أي منهما اكثر ملائمة وأكثر كفاءة في إستهلاك الطاقة. إستخدم برنامج *Designbuilder* في محاكاة وتحليل ٣٠٤٠ نموذج محاكاة في تلك الدراسة.

النتائج كان من أهمها، ١) بناء أداة لدعم إتخاذ القرار التصميمي لعملية التصميم المبكرة، ٢) تحديد أكفاء الإستراتيجيات حفاظا علي الطاقة لأساليب التحكم التقليدية والآلية لتوجيهات المبني المختلفة.

ملخص البحث

يعتبر موضوع ذكاء المباني وأغلفتها الخارجية، وأثرة علي موضوعات البيئة والطاقة، من أهم الموضوعات التي تهم صناعة المباني في مصر في الفترة المعاصرة، وخاصة مع إشكاليات إقتصاديات الطاقة التي تواجهها مصر هذه الايام. وموضوع الدراسة يقدم دراسة قيمة لأحدث إستراتيجيات توفير الطاقة علي المستوي الفعال منها والسلبي، ولأكثر التقنيات والاساليب تقدما في التعامل مع موضوعات الطاقة والانارة والتكييف والحرارة، وهي الموضوعات الأهم التي توثر وتتأثر بالغلاف الخارجي للمبني ونوافذه والستائر ووسائل التظليل.

الفصل الاول من البحث يعرض تقديم مكثف لفكرة العمارة الذكية، وعلاقتها بالراحة وتوفير الطاقة، والإقتصاديات، والبيئة علي وجه العموم. وتعرض الدراسة الخطة البحثية، بما فيها من فرضيات ومحددات وأهداف.

ولأن الهدف من البحث هو تحديد مستقبل العمارة الذكية وتطبيق التقنيات الذكية في مصر، وما له من تأثير علي قضايا الطاقة، ناقش البحث أسباب عدم شيوع هذا النوع من المباني في مصر، علي العكس من أوروبا وأمريكا، والدول الاكثر تقدما. وتم مناقشة التساؤل الأكثر أهمية وهو، هل التقنيات التقليدية السالبة أكثر كفاءة محليا وأكثر مناسبة، وأم أن التقنيات الذكية هي الأكثر كفاءة وجدوي للتطبيق محليا؟ وقدم الفصل الثاني مناقشة ودراسة لمكونات المبني الذكي من الأنظمة، ثم تحليل لخصائص الأنظمة الفعالة بالمباني الذكية لتحديد الإستراتيجيات الفعالة من أنظمة المبني الذكي التي سيختبر البحث مدي فاعليتها للتطبيق في البيئة المحلية، وذلك من خلال مجموعة من الرسومات الإيضاحية المفيدة والجيدة لإيضاح الأفكار المطروحة في هذا الفصل.

ولأن البحث محدد بالمباني الإدارية ويختبر إمكانية تطبيق التقنيات الذكية فيها، فقد تم دراسة وتحليل مجموعة من المباني الإدارية بالقرية الذكية التي تم إنشاءها بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠١١. وبناءا علي قراءات وتحليلات الحالات الدراسية التي تمت أمكن إستخلاص مجموعة مفردات ومعالجات الواجهات التقليدية المعتمدة علي الإستراتيجيات السالبة، وتلك النتائج و ما توصلت له دراسة أغلفة المباني الإدارية للقرية الذكية تعتبر وصف لنمط عمارة المباني الإدارية المحلية المعاصرة، والتي أفاد البحث في بناء النماذج الدراسية التي أعتمد عليها فيما بعد لبناء نماذج المحاكاة. وإستعرض الفصل الثالث عموما الطريقة التي بها يتم تعريف الواجهات في القرية الذكية وقد تم أيضا مقارنة بين منطقتي المباني الإدارية في القرية الذكية والقاهرة الجديدة لتحديد المنطقة التي تم إنتقاء ودراسة الحالات الدراسة بها.

الفصل الرابع محدد بتطوير وتصميم وتحديد مسارات وسيناريوهات البدائل المحتملة التي سيستعين بها البحث لعمل أداة التصميم فيما بعد. وعليه فموضوعين أساسين تم مناقشتهما في هذا الفصل، الأول سياق العملية التصميمة والتحديات التي تواجهها، وآلية إتخاذ القرار فيها، وتقرير إحتياجات مرحلة التصميم المبكرة منها، والموضوع الثاني،هو تحديد عناصر أداة دعم إتخاذ القرار الذي عمل البحث علي تطويرها فيما بعد. وهكذا فتم تحديد المعطيات الأساسية (Basic Parameters) التي تم إتخاذ القرارات التصميمة بإعتبارها. وإنتهي البحث في هذا الفصل بتصميم مجال المحاكاة وخريطته والسيناريوهات الناشئة.

الفصل الخامس وفيه إستخلص البحث برنامج المحاكاة المناسب للإستخدام وهو برنامج (Designbuilder)، ثم تم بناء النموذج القياسي في ضوء ما تم إستقراءه من ملامح من نتائج الدراسة الميدانية والتحليلية للمباني الإدارية المعاصرة في البيئة المحلية في الفصل السابق، وفي إطار المعايير المحلية والعالمية

المستخدمة في التصميم . وفي الجزء الأخير من هذا الفصل تم تحديد العناصر المستقلة التي يتناوب تغيرها علي النموذج القياسي لكلا النمطين السالب التقليدي والفعال الذكي لبدائل التصميم المختبرة بالمحاكاة فيما بعد.

مجموعة من التحليلات للنماذج للإستراتيجيات التقليدية مع خيارات وبدائل اخري متقدمة، تم دراستها وتحليلها في الفصل السادس. وتمت المقارنة بين النمط التقليدي والفعال من خلال حساب الطاقة السنوية المستهلكة كليا للفراغات الإدارية للمبني ككل بوحدة (kWh) ثم حساب متوسط الطاقة المستهلكة للمتر المسطح من المبني بوحدة (kWh/m2) للطاقة المستهلكة في نظامي التكييف والإنارة. ثم تم عرض النتائج في صورة موجزة ومختصرة وذلك للنتائج المختلفة لكل توجيه علي حدة.

يقدم الفصل السابع الأداة المساعدة للتصميم والداعمة للعملية التصميمية في مراحلها المبكرة، من خلال الإستفادة من نتائج عمليات المحاكاة. إستخدم البحث برنامج Microsoft Excel الذي يمكن أن يفي بما يقدم من نتائج البحث في الصورة المطلوبة والمناسبة. ثم تم عرض وشرح لطريقة العمل علي البرنامج وكيفية استخدامة بمجموعة من الصور الإيضاحية المبسطة المقتبسة من واجهات شاشة الكومبيوتر. ثم زود البرنامج المعماري بأداة تساعد المصمم في مرحلة التصميم المبكرة لإختيار معالجات الغلاف الخارجي وأنظمته ونمط التحكم في أنظمة المبني المستهلكة الأساسية للطاقة وهي التكييف والإنارة، والتي لها تأثير مزدوج علي كفاءة كلا العمليتين التصميميتين البيئية والمعمارية وذلك بإعتبار الطاقة وتوفيرها وكفاءة إستخدامها.

إستنتاجات الدراسة والنتائج التي خلص بها البحث تم عرضها في الفصل الثامن والاخير من البحث. ومن أهم ما توصل له البحث من إستنتاجات هو تحديد إستراتيجيات التصميم الأكثر نجاحا سواء السالبة أو الفعالة، للتظليل والتهوية والإنارة، لكل توجيه من التوجيهات المختلفة، وتقرير فرص توفير الطاقة للإستراتيجيات الفعالة مقارنة بالأخري التقليدية. ثم أوصي البحث بتوصيات أهمها ما يمتد لدراسات مشابهه لتعمم علي باقي وسائل التظليل المختلفة بنفس التكنيك، ودراسة أمكانية الإستفادة منها في تعديل الأكواد الحالية للطاقة وللمباني.

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

شكر وتقدير IV
إهداء V
المستخلص VI
ملخص البحث VII
فهرس المحتويات XI
فهرس الأشكال XV
فهرس الجداول XIX

الفصل الأول: مقدمة البحث ١

١,١ تمهيد ٣
١,٢ ماهية ذكاء العمارة ٣
١,٢,١ البيئة – الراحة – الإقتصاديات ٥
١,٢,٢ العمارة الذكية - العمارة الخضراء ٥
١,٢,٣ الواجهات – الذكاء – الطاقة ٧
١,٢,٤ الواجهة الذكية – الإستجابة للتغيرات ٩
١,٢,٥ مفهوم الواجهة الذكية المعمول به في الدراسة ١١
١,٣ المشكل البحثي ١٣
١,٤ هدف الدراسة ١٣
١,٥ تساؤلات الدراسة ١٤
١,٦ منهجية الدراسة ١٤
١,٧ فرضيات الدراسة ١٥
١,٨ نطاق الدراسة ١٥
١,٩ هيكل الدراسة ١٧

الفصل الثاني: النظم الذكية في المباني ١٩

٢,١ مقدمة ٢١
٢,٢ الغلاف الخارجي للمبني ٢١
٢,٣ إستراتيجيات التصميم البيئي ٢٢
٢,٤ أنماط التحكم البيئي للنظم التقليدية والفعالة ٢٢
٢,٥ نظام الواجهات الذكية ٢٤
٢,٥,١ المكونات البنائية لنظام الواجهة الذكية ٢٤
٢,٥,٢ نظام التحكم الآلي في وظائف الواجهة (FAÇADE AUTOMATION SYS) ٢٥
٢,٥,٣ أجهزة الإستشعار (SENSORS) ٢٧
٢,٥,٤ المحركات الميكانيكية (ACTUATOR) ٢٧
٢,٥,٥ أجهزة تحكم المستخدم (USER INTERFACES) ٢٧
٢,٦ إعتبارات الأداء الفعال للتقنيات الذكية المستخدمة بالواجهة ٢٨
٢,٧ تقنيات وأجهزة الواجهات الذكية الوظيفية ٣١
٢,٧,١ وسائل التظليل الآلية ٣١

٢,٧,٢ النوافذ الآلية ٣٤
٢,٧,٣ التكامل المحتمل بين انظمة الواجهة الذكية وانظمة المبني ٣٥
٢,٨ سياق عملية تصميم وإنتاج المباني الذكية ٣٧
٢,٨,١ التحديات التي تعوق تطبيق الواجهات الذكية في البيئة المحلية ٣٩
٢,٩ عملية تصميم المباني الذكية ٤٣
٢,٩,١ تصميم الواجهات الذكية ومرحلة التصميم المبكرة ٤٣
٢,٩,٢ مبدأ التدافع والمفاضلة ٤٤
٢,٩,٣ تصميم المباني ذات التقنيات الذكية وإستراتيجيات توفير الطاقة ٤٦

الفصل الثالث: أغلفة المباني الإدارية في البيئة المحلية ٤٧

٣,١ مقدمة ٤٩
٣,٢ تحديد نمط أغلفة المباني الإدارية في البيئة المحلية ٤٩
٣,٢,١ إختيار المنطقة التي يتم رصد وتحليل أغلفة مبانيها ٤٩
الجوانب التي يتم رصدها من المعالجات البيئية للواجهات ٥٢
مقارنة بين المنطقة الإدارية بالقاهرة الجديدة والقرية الذكية ٥٣
ضوابط إختيار الحالات الدراسية داخل المنطقة التي سيتم دراستها ٥٧
٣,٣ دراسة أغلفة مباني القرية الذكية كحالات دراسية ٥٧
٣,٣,١ تحليل الحالات الدراسية ٥٨
٣,٣,٢ تحديد مسطح النوافذ بالواجهات ٥٧
٣,٣,٣ عمق متوسط عمق الفراغات خلف الواجهات ٥٨
٣,٣,٤ إرتفاع فراغات المباني الإدارية الذي سيتم العمل به في البحث ٥٨
٣,٤ ملخص الحالات الدراسية (وصف للنمط المعبر عن عمارة المباني الإدارية المحلية المعاصرة) ٥٩

الفصل الرابع: بناء الأداة ونطاق المتغيرات بها ٦١

٤,١ مقدمة ٦٣
٤,٢ مرحلة التصميم المبكرة وعملية صنع القرار والآلية العامة لحل المشكلات. ٦٣
٤,٣ المكونات الأساسية لعملية صنع القرار والمتبعة في تصميم الأداة المقترحة. ٦٤
٤,٤ دعم عملية التصميم المبكرة بأداة مساعدة لإختيار أنظمة وتقنيات الغلاف الخارجي والمبني الذكي. ٦٥
٤,٥ إستراتيجية تحديد المناسب لمرحلة التصميم المبكرة من مدخلات التصميم. ٦٧
٤,٦ مدخلات عملية التصميم للواجهات الذكية (خيارات التصميم وبدائله) ٦٨
٤,٧ تصميم الأداة وتحديد نطاق وحدود الخيارات فيها. ٦٩
٤,٧,١ تحديد نطاق عمليات المحاكاة وخيارات التصميم المناسبة للأداة. ٧٠
٤,٧,٢ الموقع والمناخ والسياق المحيط. ٧٠
٤,٧,٣ المبني وخيارات التصميم للتشكيل والفراغات والأنظمة ٧١
٤,٧,٤ الواجهة وخيارات التصميم لمسطحات النوافذ في الواجهة والتظليل ٧٣
٤,٧,٥ :خريطة أداء دعم عملية التصميم وإختيار سيناريوهات التحكم وأدوات تقنيات الواجهة الذكية: ٧٤
٤,٨ ملخص الفصل لتحديد نطاق عمليات المحاكاة التي يجريها البحث ٧٧

الفصل الخامس: بناء نماذج المحاكاة القياسية ٧٩

٥,١ مقدمة ٨١
٥,٢ تحديد برنامج المحاكاة المناسب. ٨١
٥,٢,١ برنامج (ENERGYPLUS) ٨٢
٥,٢,٢ برنامج (DESIGNBUILDER) ٨٣
٥,٢,٣ التحقق من نتائج برنامج (DESIGNBUILDER) ٨٣
٥,٣ تحديد مواصفات نماذج المحاكاة. ٨٤
٥,٣,١ مواصفات شكل الفراغ ومواصفاته المعمارية. ٨٤
٥,٣,٢ التشطيبات الداخلية. ٨٥
٥,٣,٣ الموقع والمناخ. ٨٥
٥,٣,٤ وظيفة المبني - إستخدام الفراغ. ٨٦
٥,٣,٥ أحمال الحرارة الداخلية. ٨٧
٥,٣,٦ معايير ومواصف أنظمة المبني وتشغيلها. ٨٧
٥,٣,٧ مستخدمي الفراغ، وأحمال الإنارة وأحمال الأجهزة. ٨٨
٥,٣,٨ نسبة مسطح النوافذإلي مسطح الحوائط WWR ٨٩
٥,٣,٩ أنواع الزجاج المستخدم. ٩٠
٥,٣,١٠ وسائل التظليل ٩٢
٥,٣,١١ أنماط التحكم في الإنارة ٩٣
٥,٣,١٢ أنماط التحكم في التكييف والتهوية (HVAC CONTROL TYPES) ٩٤
٥,٣,١٣ ملخص الفصل الخامس ٩٤

الفصل السادس: تحليل إستراتيجيات توفير الطاقة بالمحاكاة ٩٥

٦,١ مقدمة ٩٧
٦,٢ تحليل نتائج عمليات المحاكاة للواجهة الشرقية. ٩٧
٦,٢,١ الواجهة الشرقية - وسائل التظليل الداخلي ٩٧
٦,٢,٢ الواجهة الشرقية - وسائل التظليل الخارجي ٩٨
٦,٣ تحليل نتائج عمليات المحاكاة للواجهة الجنوبية ١٠٤
٦,٣,١ الواجهة الجنوبية وسائل التظليل الداخلية ١٠٤
٦,٣,٢ الواجهة الجنوبية وسائل التظليل الخارجية ١٠٥
٦,٤ تحليل نتائج عمليات المحاكاة للواجهة الغربية ١١٠
٦,٤,١ الواجهة الغربية وسائل التظليل الداخلية ١١٠
٦,٤,٢ الواجهة الغربية وسائل التظليل الخارجية ١١٠
٦,٥ تحليل نتائج عمليات المحاكاة للواجهة الشمالية ١١٦
٦,٥,١ الواجهة الشمالية وسائل التظليل الداخلية ١١٦
٦,٥,٢ الواجهة الشمالية وسائل التظليل الخارجية ١١٦
٦,٦ قراءات من نتائج عمليات المحاكاة ١١٨
٦,٦,١ أكفأ الإستراتيجيات حفاظا علي الطاقة ١١٨
٦,٧ ملخص إمكانيات الحفاظ علي الطاقة لنمط عمارة المباني الإدارية الشائع محليا ١٢٢
٦,٧,١ نتائج المقارنة بين الأنماط المختلفة ١٢٤

الفصل السابع: أداة دعم العملية التصميمة في مرحلة التصميم المبكرة **١٢٩**

٧,١ مقدمة ١٢٩
٧,٢ : :الجوانب الفنية لبرنامج دعم اتخاذ القرار ١٢٩
٧,٣ مكونات الأداة وطريقة عمل الأداة ١٢٩
٧,٤ خلاصة الفصل السابع. ١٣٦

الفصل الثامن: النتائج والتوصيات **١٣٧**

٨,١ مقدمة ١٣٩
٨,٢ أهم ما خلص به البحث من نتائج. ١٣٩
٨,٢,١ نتائج التحليل والمقارنة بين أنظمة التحكم المختلفة التقليدية والآلية الذكية ١٤٠
٨,٣ توصيات الدراسة. ١٤٢

الملحقات:

ملحق (أ): المصطلحات والمفاهيم المستخدمة والإختصارات في البحث ١٤٥
ملحق (ب): الحالات الدراسية للقرية الذكية ١٥١
ملحق (ج): جداول إستهلاك الطاقة (KWH/M2) والتوفير ونسبة التوفير في الطاقة للنماذج القياسية ١٦٧

المراجع: **١٩١**

فهرس الأشكال

(شكل ١,١): دلالة الذكاء التي يحملها المفهوم الواحد لها العديد من المسميات والمصطلحات ٣
(شكل ١,٢): (3B) أو (TBL) إشارة إلي (TRIPLE BENEFITS LINE) – (PROFIT – PEOPLE – PLANT) ٥
(شكل ١,٣): التصميم المناخي (CLIMATIC DESIGN) محور عمليات التصميم البيئي للعمارة الذكية والخضراء. 5
(شكل ١,٤): المعايير التي يتم علي أساسها تقيم المباني الخضراء في قياس (LEED). ٧
(شكل ١,٥): تنافس المباني لتعتمد كمباني خضراء. ٧
(شكل ١,٦): مبني RWE في ESSEN في المانيا ووسائل التظليل وتفاصيل أجهزة التهوية الطبيعية فيه. ٨
(شكل ١,٧): مبني شركة (SUVA)، سويسرا ١٩٥٠، والمبني في ١٩٩٣ بعد تطويره. ٩
(شكل ١,٨): مبني بنك (GLADBACHER)، ألمانيا، قبل وبعد تجديد واجهاته. ٩
(شكل ١,٩): واجهة المعهد العربي، باريس ووضع حساسات الشمس. ١٠
(شكل ١,١٠): نماذج إستجابة للتغيرات للتقنيات الذكية في العمارة. ١٠
(شكل ١,١١): الإستجابة الأوتوماتيكية لضوء الشمس لجهاز تظليل (تمثيل لرد الفعل التلقائي لأول مستويات الذكاء). ١١

(شكل ٢,١): أجهزة التحكم تحت حمراء (IR) المستعملة في مبني BRE. ٢٥
(شكل ٢,٢): مكونات منظومة الإستجابة ومكونات النظم الآلية المناظرة لها. ٢٦
(شكل ٢,٣): مكونات أنظمة أغلفة المباني الذكية والعلاقة بينهم. ٢٧
(شكل ٢,٤): نموذج للتحكم في نظام (الإنارة الطبيعية – الصناعية) بالمبني ٢٨
(شكل ٢,٥): نظام التحكم بإستخدام الهواتف. ٢٩
(شكل ٢,٦): نماذج لأجهزة تحكم المستخدم. ٣٠
(شكل ٢,٧): المعهد العربي بباريس وأثر تعقيد التصميم ومعدلات الصيانة علي كفاءة أداء النظام. ٣١
(شكل ٢,٨): إعتبارات الصيانة والنظافة أساسية لضمان كفاءة أداء النظام خلال دورة حياته. ٣٢
(شكل ٢,٩): نموذج للتحكم في وسائل التظليل بمنطقية تساهم في إستراتيجيات الإنارة. ٣٥
(شكل ٢,١٠): خيارت نوافذ الواجهات الذكية قد يمتد الي النوافذ المزدوجة التي قد تجمع عدد عدد كبير جدا من احتمالات النوافذ بالجمع بين نوعين اواكثر من النوافذ. ٣٦
(شكل ٢,١١): نموذج لمنطقية التحكم في فتحات التهوية. ٣٧
(شكل ٢,١٢): التكامل بين نظامي التكيف والإنارة الصناعيين وأغلفة المباني الذكية. ٣٩
(شكل ٢,١٣): نتائج إستبيان حول أهمية ممارسة التصميم البيئي في البيئة المحلية. ٤١
(شكل ٢,١٤): فريق التصميم المتوقع إشتراكه لتصميم الواجهات الذكية. ٤١
(شكل ٢,١٥): متوسط أسعار تعاريف الكهرباء في عدد من الدول. ٤٣
(شكل ٢,١٦): لتخصصات المشتركة في تصميم الواجهات الذكية والفترات المتوقع إشتراكهم بها، عادة لا يتم الوفاء بها في المشاريع المتوسطة والصغيرة. ٤٤
(شكل ٢,١٧): منحني كفاءة إتخاذ القرار وتكاليف التعديلات ودورة حياة المبني. ٤٧
(شكل ٢,١٨): مراحل عملية التصميم في صورة مدخلات وعمليات ونتائج. ٤٧

(شكل ٣,١) :أنواع الحالات الدراسية المستبعدة من الدراسة . ٥٠
(شكل ٣,٢): وصف مقارن لموقع ومنطقة القرية الذكية، والمنطقة الإدارية بالقاهرة الجديدة ٥١

(شكل ٣,٣): نوع الزجاج المستخدم في الواجهات الخارجية مع توضيح لوسائل التظليل الخارجية في أغلفة مباني القرية الذكية ثابتة وتتنوع أو تجمع بين (GRID LOUVERS - H. LOUVER S - OVERHANGS) ٥٥
(شكل ٣,٤): **المبني الإداري HC** أحد مباني القرية الذكية. ٥٦
(شكل ٣,٥): قطاع حائطي بواجهة مبني هيرمس. ٥٧

(شكل ٤,١) بناء إطار العام لإختيار مكونات الواجهة الذكية التصميمي. ٦٤
(شكل ٤,٢) العملية التصميمة والعلاقة بين التقييم وعمليتي التحليل وتركيب البدائل. ٦٥
(شكل ٤,٣) بناء أداة تصميم لإتخاذ القرار التصميمي لإختيار أدوات وأنظمة المبني الذكي في مرحلة التصميم المبكرة. ٦٦
(شكل ٤,٤): فكرة عمل الأداة وإختيار البدائل التصميمة فيها. ٧٠
(شكل ٤,٥): إختيار البدائل التصميمة فيها، إنشاء وتركيز البديل التصميمي . ٧٠
(شكل ٤,٧): شكل نموذج المبني محل الدراسة إلي اليمين. وإلي اليسار وحدة نموذج المحاكاة. ٧٢
(شكل ٤,٦): تأثير نسب مسطحات النوافذ علي فرص الإنارة الطبيعية ٧٣
(شكل ٤,٨): أوضاع وسائل التظليل بالنسبة للواجهة . ٧٤
(شكل ٤,٩): سيناريوهات التحكم للأنظمة المختلفة للغلاف الخارجي والمبني في حالة إستخدام ستائر للتظليل. ٧٥
(شكل ٤,١٠): سيناريوهات التحكم للأنظمة المختلفة للغلاف الخارجي والمبني في حالة عدم إستخدام ستائر للتظليل. ٧٥
(شكل ٤,١١): الخريطة العامة للبرنامج موضحه مسار الإختيارات وبدائل التصميم المختلفة. ٧٦
((شكل ٤,١٢): الخريطة التفصيلية للبرنامج موضحه مسار الإختيارات وكل بدائل التصميم المختلفة. ٧٧
(شكل ٤,١٣): نطاق عمليات المحاكاة. ٧٨

(شكل ٥,١): برامج محاكاة إستهلاك الطاقة بالمباني بين عامي ١٩٩٧ و٢٠١٠. ٨١
(شكل ٥,٢): برنامج (ENERGYPLUS). ٨٢
(شكل ٥,٣) : برنامج (DESIGNBUILDER) ٨٣
(شكل ٥,٤): مدخلات تصميم نماذج المحاكاة القياسية. ٨٤
(شكل ٥,٥): نموذج نمطي لساعات عمل نظم التكييف والإنارة لمبني إداري (ساعات العمل بين ٩ص و٥م). ٨٥
(شكل ٥,٥): النموذج المفترض لساعات عمل نظم التكييف والإنارة لمبني إداري (ساعات العمل بين ٩ص و٥م). ٨٦

(شكل ٥,٦): نظام التكييف بنظام التحكم في كمية الهواء المدخله الي الحيز المراد تكييفه للوصول الي درجة الحراره المطلوبة (VAV). ٨٩
(شكل ٥,٧): تقسيم أنواع الزجاج المفرد والمزدوج المستخدمة ضمن نطاق المحاكاة وفق العلاقة بين معامل كسب الحرارة الشمسي) (SHGC) و نفاذية الزجاج للضوء المرئي (VLT). ٩٠
(شكل ٥,٨): الخيارات المتاحة من الزجاج للإستخدام التجاري، وأنواع الزجاج المفرد والمزدوج المستخدمة ضمن نطاق المحاكاة. ٩١
(شكل٥,٩): أنواع الزجاج المفرد والمزدوج المستخدمة ضمن نطاق المحاكاة. ٩٢
(شكل ٥,١٠) بيانات ومواصفات ستائر التظليل وشرائحها (من واجهة بنامج المحاكاة) ٩٣