APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY AND ITS IMPACT ON SMART BUILDINGS

By

Ahmed Mohamed Mohamed Abdel-Alim Abu El- Safa

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF SCIENCE
in
Architectural Engineering

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2018

تطبيقات تكنولوجيا النانو وتأثيرها في المباني الذكية

إعداد

أحمد محمد محمد عبد العليم أبو الصفا

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة–جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة
ماجستير العلوم
في
الهندسة المعمارية

كليــة الهندســة - جامعــة القاهــرة
الجيـزة - جمهوريـة مصـر العربيــة
٢٠١٨

الملخص:

شهدت بداية الثمانينات من القرن العشرين ظهور مصطلح تكنولوجيا النانو داخل إطار الإستفادة من التجهيزات والتقنيات الحديثة ونظم الأتمتة الشاملة لدعم الإستجابة للمتغيرات وتلبية رغبات المستخدم، وفي نهاية الثمانينات إمتد المفهوم ليشمل أطروحات التحول نحو البيئات الإفتراضية،ومع تفاقم المشكلات البيئية الكونية في بداية التسعينيات تطور المفهوم ليشمل تحقيق أهداف الحفاظ والإستدامة،لتتحمل تكنولوجيا النانو جزء من مسئوليتها البيئية من تطوير مواد البناء وكذا مواد التشطيبات المستخدمة لتحقيق عنصر الإستدامة فيها والحفاظ على الطاقة المستخدمة وجودة البيئة الداخلية ودعم منظومة الأمن والسلامة وكفاءة إستخدام المياه،ومع الوقت تخطت أطروحاتها مستوى توطين تطبيقات النانو ليصبح الذكاء المعماري دالة في القدرة على طرح فرص غير مسبوقة الماهية والفعل ونطاق التأثير.

وتفاعلاً مع هذا التحول النوعي، تستهدف الرسالة رصد دور تكنولوجيا النانو وتاثيرها فى تطوير مواد البناء،ومواد التشطيبات المستخدمة لتحقيق عنصر الإستدامة فيها،والحفاظ على الطاقة المستخدمة، وجودة البيئة الداخلية،ودعم منظومة الأمن والسلامة،وكفاءة إستخدام المياه،والإستفادة من التجهيزات والتقنيات ونظم الأتمتة الشاملة واستكشاف الفرص التي تقدمها في هذا المجال،وتحديد التجهيزات والمتطلبات التي لا يتسنى دون تواجدها نجاح هذا الدور والوصول إلى أن يكون المبنى ذكى مستدام.

المقدمة :

شهد العالم فى السنوات الأخيرة تكاملاً واضحاً بين مختلف فروع العلوم ، وفي ظل التطورات العلمية في العصر الحديث في كافة الاتجاهات،أصبح من الضروري أن تتفاعل العمارة مع هذه المتغيرات وأن تحتوي منظومة المنتج المعماري على مواد بناء تحقق الإستدامة وكافة الأنظمة التكنولوجية (تكنولوجيا النانو) الممكن تطبيقه لإنجاح آليات عمل المبنى وزيادة العمر الزمني له ، يظهر هذا في تحقيق الجوانب الوظيفية بوضوح بالإضافة إلى توظيف آخر ما توصل إليه العلم من تقنيات حديثة لتطوير مواد البناء والتشطيبات لتحقيق عنصر الإستدامة والحفاظ على الطاقة وجودة البيئة ودعم منظومة الأمن والسلامة وكفاءة إستخدام المياه بما يشمله من استخدام جميع الأدوات والتقنيات التكنولوجية المتاحة وتوظيفها في المباني وأثر هذه التقنيات على مستخدمي المبنى .

ومن هذا فإن الرسالة تتناول تكنولوجيا النانو وتأثيرها على العمارة الذكية بما وصلت إليه من علوم وتقنيات حديثة وتأثيرها على مواد البناء ومواد التشطيبات التقليدية المستخدمة فى الوقت الحالى بجمهورية مصر العربية لتحقيق عنصر الإستدامة فيها والحفاظ على الطاقة المستخدمة وجودة البيئة الداخلية ودعم منظومة الأمن والسلامة وكفاءة إستخدام المياه حيث أن التكنولوجيا هى العلم والفن مجتمعين معاً، مما يلزم معه أن نفهم طبيعة تكنولوجيا النانو من أجل تحقيقها بطريقة صحيحة . حيث أن جميع الأزمنة كانت تظهر فيها تقنيات جديدة تكون عاملاً مساعداً على دفع منظومة العمارة الذكية لغرض تحقيق الإستدامة بها حتى أنتقلت العمارة من عمارة الأحجار والفراغات الضيقة والمحدودة المساحات إلى آفاق التطور والاستدامة عبر الزمن فكان التنوع الواضح فى مواد البناء وطرق الإنشاء وإتساع الفراغات وتتابعها بأشكال غير محدودة . ومع تسارع إيقاع العصر الذي نعيشة وظهور التكنولوجيا في حياتنا وسهولة الحصول على المعلومات وسرعة العمل لمواكبة التطور المستمر أصبح هناك حاجة ماسة للمتابعة الدائمة والمستمرة لتطور التكنولوجيا وكيفية الإستفادة منها وتوجيهها بما يفيد تطور الفكر المعماري .

وبالبحث عن تعريفات العمارة الذكية وجد أنه يوجد تعريفات كثيرة ومنها " دعم قدرات المبنى على رصد المتغيرات وإتخاذ القرار المناسب والتصرف بشكل ذاتي وخفض التكلفة وتحقيق المرونة ، والبناء داخل بيئة تحقق قيم الحفاظ والإستدامة والإستجابة للتغيرات البيئية " . [1]

فعند إطلاق على المبنى انه مبنى ذكى يجب توفير عنصر الإستدامة فى المبنى وليس فقط توفير الأجهزة أوالتقنيات الحاسوبية والتكنولوجية فقط .

---

(1) Wang, S. (2010) ,"Intelligent Buildings and Building Automation", Spon Press,An Imprint Of Taylor & Francis Group , Oxon , USA

- **عناصر تكوين المبنى الذكى لتطبيق تكنولوجيا النانو عليها بغرض تحقيق الإستدامة :**

تكمن عناصر تكوين المبنى فى عناصر متمثلة فى الاتي : المواد المستخدمة فى البناء (Material) ، المعالجات البيئية والحفاظ على الطاقة (Atmosphere &Energy) ، جودة البيئة الداخلية (Indoor Environmental Quality) ، كفاءة استخدام المياه (Water Efficiency) ، دعم منظومة الأمن والسلامة (Support the security and safety system). [1]

- **المشكلة البحثية :**

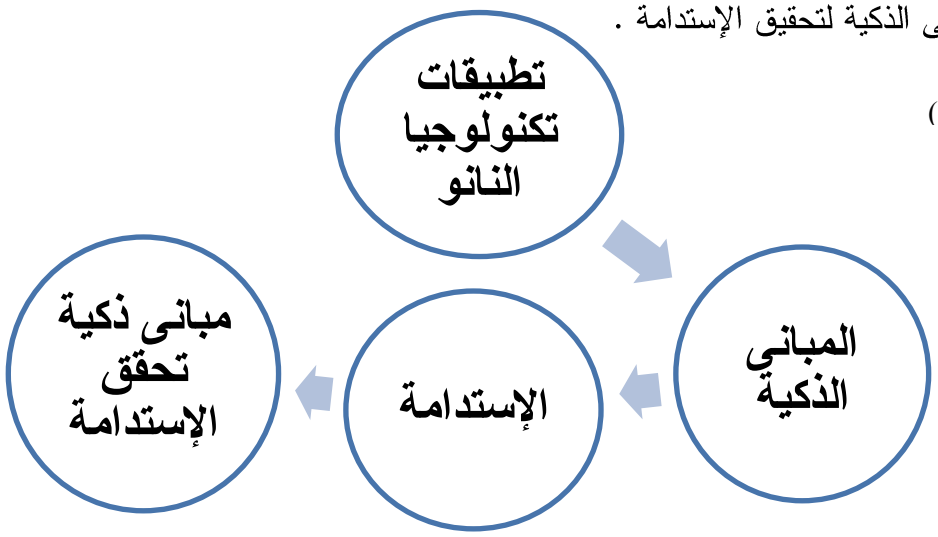
تتمثل المشكلة البحثية فى تصورإستغلال تكنولوجيا النانو فى العمارة الذكية التى من شأنها تحقيق الإستدامة. وزيادة حجم التلوث الناتج من المبانى وخاصة غاز ثانى أكسيد الكربون (CO2) الناتج من تصنيع مواد البناء وكذا التشغيل مما يؤدي الي الإحتباس الحرارى للكرة الأرضية " وهو ازدياد درجة الحرارة السطحية المتوسطة في الكرة الأرضية لأنه يساهم في تدفئة الجو السطحي للكرة الأرضية.

- **هدف البحث :**

- تبعاً للمشكلة البحثية تحدد الهدف الرئيسى لهذا البحث فى تحليل ورصد وتطبيق تكنولوجيا النانو على عناصر إنشاء المبنى للوصول إلى أن بتطبيقها على المبانى تصبح مبانى ذكية تحقق الإستدامة .
- **كما توجد بعض الأهداف الثانوية كالآتى :**

الإستفادة من تكنولوجيا النانو وتطبيقها على عناصر إنشاء المبنى الذكى لتحقيق الإستدامة ، تحديد إيجابيات إستخدام تكنولوجيا النانو فى المبانى الذكية ، التعرف على مدى إمكانية تطبيق تكنولوجيا النانو فى المبانى الذكية لتحقيق الإستدامة .

هيكل البحث : [*]



(*)تم عمل هذا الشكل بواسطة الباحث

(1) Farrelly,L.(2009) ,"Construction+ materiality" , Published by AVA Publishing SA , United Kingdom , USA

ولتحقيق الهدف الرئيسى والأهداف الثانوية فتم تقسيم البحث الى خمسة أبواب .

الباب الأول : تكنولوجيا النانو والمبانى الذكية:

يتناول الباب الأول تعريف تكنولوجيا النانو ثم التعرف على تاريخ هذة التكنولوجيا على مر العصور ومعرفة المبادئ التى تميز تكنولوجيا النانو وخواص وأشكال المواد النانوية ، ثم تعريف الذكاء المعماري والتعرف على محددات العمارة الذكية والتعرف على مفاهيم المباني الذكية ونظرياتها بشكل عام ثم التعرف على تاريخ ظهور الأنظمة الذكية للمبانى والتعرف على السمات الثلاث للعمارة الذكية.

الباب الثانى: العلاقة بين تكنولوجيا النانو والمبانى الذكية لتحقيق الإستدامة:

يتناول الباب تعريق العمارة المستدامة والتعرف على أهم تعريفات العمارة المستدامة وأهداف العمارة المستدامة والتعرف على أهم مبادئ العمارة المستدامة بواسطة تكنولوجيا النانو وإتجاهات تكنولوجيا النانو لتحقيق الاستدامة فى المبانى الذكية وذلك من خلال تطوير خواص الخامات التى تستخدم فى التنفيذ .

الباب الثالث : تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو على عناصر تكوين المبنى (للوصول الى مبنى ذكى مستدام):

تناول الباب الثالث توضيح تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو على عناصر تكوين المبنى والتعرف على كلاً من دورة حياة المبنى (التقليدى) غير المستدام ، ودورة حياة المبنى (غير التقليدى) الذكي المستدام، والتعرف على المواد والموارد المستخدمة فى المبنى ومدى تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو عليها وتم تقسيمها إلي (الخرسانة ، الحديد ، المعالجات والدهانات لعناصر التشطيب).

الباب الرابع : المعالجات المعمارية

تناول الباب الرابع التعرف على المعالجات المعمارية ابتداءاً من جودة البيئة الداخلية بتعريف جودة البيئة الداخلية والمعالجات البيئية والحفاظ على الطاقة (Save Energy) وكفاءة استخدام المياه (Water Efficiency) ودعم منظومة الأمن والسلامة.

الباب الخامس:

تحليل المبانى الذكية المستدامة

يستعرض الباب الخامس تحليل المشروعات المطبق عليها العناصر الذى تم شرحها بالباب الثالث والرابع والتى تحقق عنصر الإستدامة وذلك يدل على الذكاء الهندسى فى توظيف تلك العناصر مع عدم إغفال التقنيات والأدوات التى تسهل على المستخدمين من إستخدام المبنى وتتيح للمبنى مع المستخدمين مثل التحكم فى التهوية والإضاءة (جودة البيئة الداخلية) والحفاظ على الطاقة وجودة استهلاك المياة ودعم منظومة الأمن والسلامة.

قائمة المحتويات

المحتوى **رقم الصفحة**

الملخص ..... أ
المقدمة ..... ب
المشكلة البحثية ..... ج
هدف البحث ..... ج
هيكل البحث ..... ج

الباب الأول : تكنولوجيا النانو والمبانى الذكية:

١-١- تكنولوجيا النانو ١
١-١-١- تعريف التكنولوجيا ١
١-١-٢-تاريخ تكنولوجيا النانو ٢
١-١-٣-مبادئ تميز تكنولوجيا النانو ٣
١-١-٤-خصائص المواد النانوية ٣
١-٤-١-١-الخواص الميكانيكية ٤
١-٤-٢-١-الخواص الحرارية ٤
١-٤-٣-١-الخواص المغناطيسية ٤
١-٤-٤-١-الخواص الكهربائية ٤
١-٤-٥-١-الخواص الكيميائية ٤
١-١-٥-أشكال المواد النانوية ٤
١-٢- المبانى الذكية ٦
١-٢-١-الذكاء المعمارى ٦
١-٢-٢-محددات العمارة الذكية ٦
١-٢-٣- تاريخ ظهور الأنظمة الذكية ٨
١-٣-السمات الثلاث للعمارة الذكية ١٠
١-٤- خلاصة الباب الأول ١٠

الباب الثانى : العلاقة بين تكنولوجيا النانو والمبانى الذكية لتحقيق الإستدامة :

٢-١-مقدمة ١٢
٢-٢- العمارة المستدامة ١٢
٢-٣-أهداف العمارة المستدامة وعلاقتها بتكنولوجيا النانو للوصول لمبنى ذكى مستدام ١٣
٢-٣-١-التوجه نحو خدمة الأغراض البيئية وتحقيق الأهداف المجتمعية ١٣
٢-٣-٢- التأكيد على البعد المستقبلي للنظرية والممارسة المعمارية ١٤
٢-٤-لماذا العمارة المستدامة ١٤
٢-٥-مبادئ تميز العمارة المستدامة بواسطة تكنولوجيا النانو ١٥
٢-٦-اتجاهات تكنولوجيا النانو لتحقيق الاستدامة فى المبانى الذكية ١٦
٢-٦-١- تحسين كفاءة اداء المبانى القائمة بالفعل ١٦
٢-٦-٢- ترابط العلاقة بين تقنيات النانو بكلاً من تقنيات المعلومات ومعايير الإستدامة ١٧
٢-٧-خلاصة الباب الثانى ١٨

الباب الثالث : تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو على عناصر تكوين المبنى (للوصول الى مبنى ذكى مستدام) :

٣-١-دورة حياة المبنى (التقليدى) غير المستدام ١٩
٣-٢-دورة حياة المبنى (الذكى) المستدام ٢٠
٣-٣-المواد والموارد (Materials & Resources) ومدى تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو ٢٢
٣-٣-١-الخرسانة (concrete) ٢٢
٣-٣-١-١-الأسمنت ٢٢
٣-٣-١-٢-الخرسانة ومدى تأثير تكنولوجيا النانو بها ٢٩
٣-٣-١-٣-١-الركام المستخدم فى الخلطة الخرسانية ٢٩

٣-٣-٢-الحديد (steel) ٣١
٣-٣-٢-١-حديد التسليح والانشاءات المعدنية ٣١
٣-٣-٢-١-٢-تقنيات النانو فى صناعة الحديد بشكل عام (حديد التسليح ، القطاعات المعدنية) وتأثيرة عليه ٣٢
٣-٣-٢-١-٣-تجميع الوصلات للمبانى المعدنية وتطويرها بتقنية جسيمات النانو ٣٢
٣-٣-٢-٢-الألياف الكربونية النانوية وأشكالها ٣٣
٣-٣-٢-٣-الألياف البازلتية ٣٥
٣-٣-٢-٣-١-مادة البازلت كأسلوب تقوية ٣٦
٣-٣-٣-عناصر التشطيبات (coating) ٣٧
٣-٣-٣-١-الأرضيات ٣٧
٣-٣-٣-١-١-السيراميك والبورسلين ٣٧
٣-٣-٣-١-١-١-إستخدام تقنية النانو فى السيراميك..... ٣٨
٣-٣-٣-١-٢-الرخام ٤١
٣-٣-٣-١-١-١-تقنيات النانو فى صناعة الرخام الطبيعى ٤٢
٣-٣-٣-١-١-٢-تقنيات النانو فى صناعة الرخام الصناعى ٤٣
٣-٣-٣-٢- الحوائط ٤٣
٣-٣-٣-٢-١-الطوب ٤٣
٣-٣-٣-٢-٢-تقنيات النانو فى صناعة الطوب..... ٤٤
٣-٣-٣-٣-الزجاج ٤٥
٣-٣-٣-٤- الأسقف ٤٦
٣-٣-٣-٤-١-ألواح الورق المصمت والمفرغ النانوى (Richlite) ٤٦

<u>الباب الرابع : المعالجات المعمارية</u>

٤-١- جودة البيئة الداخلية ٤٨
٤-١- تعريف جودة البيئة الداخلية والمعالجات البيئية ٤٨
٤-١-١- عناصر جودة البيئة الداخلية ٤٨
٤-١-١-السيطرة على مصادر إنطلاق الملوثات ٤٨
٤-١-١- ٢-التهوية ٤٩
٤-١-١-٣-تفعيل الأنظمة بالمبانى ٤٩
٤-١-١-٤-الصوتيات ٥١
٤-١-١-٥-الإضاءة الطبيعية ٥١
٤-٢- الحفاظ على الطاقة (Save Energy) ٥٣
٤-٣- كفاءة استخدام المياه (Water Efficiency) ٥٣
٤-٤-دعم منظومة الأمن والسلامة ٥٣
٤-٤-١-المستوى التصميمي ٥٥
٤-٤-١-١-التعرف على قاطني المبنى وزواره ٥٥
٤-٤-١-٢-تهيئة المباني للتصدي لقوى الطبيعة ٥٥
٤-٤-١-٣-تأمين الأفراد (الحياة – الصحة) ٥٦
٤-٤-١-٤-تأمين البيئة المعمارية الداخلية وتجهيزات المبنى ٥٧
٤-٤-١-٥-ترقية التجهيزات وإحداث التكامل بينها ٥٧
٤-٤-١-٦-دور الافتراضية في تقليل الحمل الأمني ٥٨
٤-٤-١-٧-دور الافتراضية في دعم أمن وسلامة الأفراد ٥٨
٤-٤-٢-المستوى التخطيطي ٥٨
٤-٤-٢-١-الإدارة الذاتية للمدينة في وقت الأزمات ٥٨
٤-٤-٢-٢-تبادل الخبرات بين المباني الذكية في وحدة الجوار ٥٩
٤-٤-٢-٣-دعم مكافحة الكوارث – التقنيات الذكية المحمولة ٥٩
٤-٤-٢-٣-محاكاة الفيضانات والزلازل والبراكين ٥٩

٤-٤-٢-٤-النمو الذكي -النمو الآمن ومكافحة آثار الكارثة ٦٠

الباب الخامس : تحليل المباني الذكية المستدامة

٥-١-محددات إختيار المباني الذكية المستدامة ٦١
٥-٢-برج هيرست Hearst Tower ٦٢
٥-٢-١-نبذة عن المشروع ٦٢
٥-٢-٢-الجوائز التى حصل عليها برج هيرست ٦٥
٥-٢-٣-أهداف التصميم الذكى المستدام ٦٧
٥-٢-٤-نظرة حول التصميم ٦٧
٥-٢-٥-الطاقة ٧٠
٥-٢-٦-كفاءة إستخدام المياة ٧٢
٥-٢-٧-المناخ ٧٣
٥-٢-٨-التكنولوجيا المستخدمة فى المبنى لزيادة كفاءة المبنى ٧٦
٥-٢-٩-التعرف على قاطني المبنى وزواره ٧٧
٥-٢-١٠- تأمين الأفراد (الحياة – الصحة) ٧٨
٥-٢-١١-دعم مكافحة الكوارث – التقنيات الذكية المحمولة ٧٩
٥-٢-١٢-الاجهزة والمواد والمصادر ٨٠
٥-٢-١٣-المواد ومصادرها ٨٠
٥-٣-مبنى البرلمان الألماني "البوندستاغBundestag
٥-٣-١-نبذة عن المشروع ٨١
٥-٣-٢-الجوائز التى حصل عليها مبنى البرلمان الالمانى ٨٤
٥-٣-٣-أوقات العمل الرسمية للمبنى ٨٤
٥-٣-٤-اهداف التصميم الذكى المستدام للقبة ٨٧
٥-٣-٥- نظرة حول التصميم ٨٧
٥-٣-٦- الطاقة ٩٥
٥-٣-٧-الآلات المستخدمة لتنفيذ مفهوم الطاقة ٩٥
٥-٣-٨-استخدام الطاقات المتجددة وعملية بناء البيئية ٩٥
٥-٣-٩-الخلايا الكهروضوئية ٩٦
٥-٣-١٠-كفاءة إستخدام المياة ٩٧
٥-٣-١١-المناخ ٩٨
٥-٣-١٢-توليد وتخزين الحرارة ٩٨
٥-٣-١٣-توليد وتخزين البرودة ٩٨
٥-٣-١٤-التهوية والإضاءة الطبيعية ١٠١
٥-٣-١٥-الوحدات الزجاجية المستخدمة ١٠٤
٥-٣-١٦- الاجهزة والمواد والمصادر ١٠٤

قائمة الأشكال

الباب الأول : تكنولوجيا النانو والمبانى الذكية:

شكل رقم (١-١) تكنولوجيا النانو ١
شكل رقم (١-٢) الإناء الإغريقي ٢
شكل رقم (١-٣) السيف الدمشقي ٢
شكل رقم (١-٤) نماذج لأنابيب الكربون النانوية ٤
شكل رقم (١-٥) صورة توضح الألياف النانوية ٥
شكل رقم (١-٦) صورة بواسطة الميكروسكوب الماسح الإلكتروني لأسلاك نانوية ٥
شكل رقم (١-٧) جسيم نانوي ٥
شكل رقم (١-٨) شكل يوضح الفرق بين النظرة الأمريكية والأوروبية والأسيوية للعمارة الذكية ٧
شكل رقم (١-٩) التعاريف المختلفة للعمارة الذكية ٨
شكل رقم (١-١٠) السمات الثلاثة للعمارة الذكية ١٠

الباب الثانى : العلاقة بين تكنولوجيا النانو والمبانى الذكية لتحقيق الإستدامة:

شكل رقم (٢-١) دورة المبنى الذكى وحتمية الإستدامة فى عناصرة ١٢
شكل رقم (٢-٢) حجم استهلاك الطاقة بمصر عام ٢٠١٦ ..... ١٤
شكل رقم (٢-٣) إنتاج انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون منعام ٢٠١٠ وحتى عام ٢٠١٦ ..... ١٥
شكل رقم (٢-٤) خلية شمسية من البلاستيك المرن ١٦
شكل رقم (٢-٥) العلاقة بين تفنية النانو وتقنية المعلومات للوصول لمبنى ذكى مستجيب ١٧
شكل رقم (٢-٥) العلاقة بين تفنية النانو ومعايير الاستدامة ١٧

الباب الثالث : تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو على عناصر تكوين المبنى (للوصول الى مبنى ذكى مستدام) :

شكل رقم (٣-١) دورة حياة المبنى للنموذج التقليدى ١٩
شكل رقم (٣-٢) دورة حياة المبنى للنموذج الذكى المستدام ٢١
شكل رقم (٣-٣) عناصر تكوين المبني ٢٢
شكل رقم (٣-٤) الوصف التعريفى للأسمنت ٢٣
شكل رقم (٣-٥) التخلص من الغازات الدفيئة ٢٤
شكل رقم (٣-٦) الوصف التعريفى للخرسانة ٢٥
شكل رقم (٣-٧) الشروخ بالخرسانة..... ٢٦
شكل رقم (٣-٨) معالجة الشروخ بالخرسانة ٢٦
شكل رقم (٣-٩) المكونات الأساسية للخرسانة الخضراء ٢٨
شكل رقم (٣-١٠) الشكل الفيزيائى للرمال التقليدية والنانو سيلكا تحت المجهر ٣٠
شكل رقم (٣-١١) توضيح لشروخ الخرسانة ووصول الرطوبة لقضبان الحديد ٣١
شكل رقم (٣-١٢) مادة الفاناديوم (V23) ٣٢
شكل رقم (٣-١٣) مادة الموليبدينوم (MO42) ٣٢
شكل رقم (٣-١٤) ألياف الكربون Carbon Fibers ٣٣
شكل رقم (٣-١٥) أشكال ألياف الكربون النانوية ٣٤
شكل رقم (٣-١٦) تطبيق طبقة من الألياف إلى الجزء السفلي (جهة الشد) ٣٦
شكل رقم (٣-١٧) يعمل دهان السيراميك ANZ كطبقة عازلة للحرارة ٣٩
شكل رقم (٣-١٨) جناح الصين في معرض اكسبو ٤٠
شكل رقم (٣-١٩) شكل المادة السيراميكية المطورة بتقنية النانو تحت المجهر ٤٠
شكل رقم (٣-٢٠) شكل المادة السيراميكية المطورة بتقنية النانو تحت المجهر ٤١
شكل رقم (٣-٢١) الوصف التعريفى للطوب ٤٣
شكل رقم (٣-٢٢) أشكال الطوب الايكولوجى ٤٤
شكل رقم (٣-٢٣) الوصف التعريفى للزجاج ٤٥

شكل رقم (٣-٢٤) ألواح الورق المصمت والمفرغ النانوى ٤٦

الباب الرابع : المعالجات المعمارية:

شكل رقم (٤-١) التهوية الداخلية الميكانيكية ٤٨
شكل رقم (٤-٢) التهوية الداخلية عن طريق الأرضيات المرفوعة ٤٩
شكل رقم (٤-٣) تدفق الهواء الداخلي لمبنى مجلس البيت الاسترالي رقم ٢ للمكاتب ٥٠
شكل رقم (٤-٤) حساسات الإضاءة الطبيعية و أجهزة التحكم في الاضاءة تتكامل و تتوازن بين مصادرالإضاءة ٥١
شكل رقم (٤-٥) حجم إستهلاك الفرد للمياة عام ٢٠١٦ ..... ٥٣
شكل رقم (٤-٦) التأثيرالصافي للكارثة ٥٤
شكل رقم (٤-٧) تصنيفات وأبعاد متعددة لتحقيق منظومة الأمن والسلامة ٥٤
شكل رقم (٤-٨) المكتبة العامة بسان فرانسيسكو ٥٦
شكل رقم (٤-٩) المبنى الرئيسي لمحطة Western Morning News البريطانية ٥٦
شكل رقم (٤-١٠) الحذاء الذكى ٥٦
شكل رقم (٤-١١) التعرف والشعور الداخلى للمبنى والتجاوب والتفاعل مع المستخدمين ٥٦
شكل رقم (٤-١٢) المساكن الرقمية" أو "مساكن الإنترنت" ٥٧
شكل رقم (٤-١٣) ترقية التجهيزات وإحداث التكامل بينها ٥٧
شكل رقم (٤-١٤) العلاقة بين المستخدم ومقدم الخدمة من face-to-face prototype ٥٨
شكل رقم (٤-١٥) العلاج عن بعد Tele-medicine ٥٨
شكل رقم (٤-١٦) الإدارة الذاتية للمدينة في وقت الأزمات ٥٨
شكل رقم (٤-١٧) دعم مكافحة الكوارث - التقنيات الذكية المحمولة – GIS ٥٩
شكل رقم (٤-١٨) نموذج التطبيق المحاكي للكارثة Disaster Simulation Model ٥٩

الباب الخامس : تحليل المشروعات:

برج هيرست Hearst Tower

شكل رقم (٥-١) منظورالمبنى قديماً ٦٣
شكل رقم (٥-٢) مسقط أفقى للدور الارضى المبنى القديم ٦٣
شكل رقم (٥-٣) الموقع العام للمبنى والشوارع المطل والمؤدية الي المبنى وكذا محطات الأتوبيس ٦٣
شكل رقم (٥-٤) مسقط افقى للبرج ٦٤
شكل رقم (٥-٥) مسقط أفقى للدور الاول للمبنى القديم بعد إضافة البرج ٦٤
شكل رقم (٥-٦) منظور للمبنى بعد اضافة البرج ٦٤
شكل رقم (٥-٧) منظور للمبنى بعد اضافة البرج ٦٤
شكل رقم (٥-٨) المبنى القديم قبل وبعد إضافة البرج والعلاقة بينهم ٦٥
شكل رقم (٥-٩) قطاع يوضح علاقة المبنى القديم بالبرج وعدد الادوار ٦٦
شكل رقم (٥-١٠) منظور للمبنى ٦٦
شكل رقم (٥-١١) قطاع افقى كامل يوضح صلة المبنى القديم بالجديد ٦٦
شكل رقم (٥-١٢) قطاع تفصيلى يوضح الصلة الانشائية للمبنى القديم ٦٧
شكل رقم (٥-١٣) منظور داخلى لتوضيح العناصر الانشائية للمبنى ٦٧
شكل رقم (٥-١٤) منظور للمبنى ٦٧
شكل رقم (٥-١٥) فى ذلك التصميم المثلثى الفريد تم إستخدام٨,٤٥٣ طن ٦٩
شكل رقم (٥-١٦) أما فى ذلك التصميم تم إستخدام ١٠,٧٥٦ طن من ٦٩
شكل رقم (٥-١٧) توضيح للعنصر الانشائى للبرج ٦٩
شكل رقم (٥-١٨) توضيح التبريد للمبنى والإضاءة ٦٩
شكل رقم (٥-١٩) نوافذ ذكية بتقنية الجسيمات المعلقة النانوية ٧٠
شكل رقم (٥-٢٠) ثلاثة انواع من الحوائط الستائرية ٧١
شكل رقم (٥-٢١) يسمح الزجاج للمساحات الداخلية دخول الضوء الطبيعي ٧١
شكل رقم (٥-٢٢) تستخدم مياة المجمعة فى التبريد والتسخين ٧٢
شكل رقم (٥-٢٣) إستخدام تقنية الليزر للحد من اسراف المياة ٧٢

شكل رقم (٥-٢٤) نوع مبتكر من الزجاج ٧٣
شكل رقم (٥-٢٥) قطاع يوضح حركة الهواء البارد والساخن داخل المبنى ٧٣
شكل رقم (٥-٢٦) قطاع يوضح توفير الطاقه وتوزيعها على المبنى ٧٤
شكل رقم (٥-٢٧) وحدة التسخين للمياة ٧٤
شكل رقم (٥-٢٨) وحدة التبريد للمياة ٧٤
شكل رقم (٥-٢٩) يتم توزيع البرودة والسخونة لباقى الادوار ٧٥
شكل رقم (٥-٣٠) يتم توزيع البرودة والسخونة لباقى الادوار ٧٥
شكل رقم (٥-٣١) الجهاز الموجود فى الباب يرسل اشعة فوق الحمراء ٧٦
شكل رقم (٥-٣٢) جزء من شاشة الجهاز الرئيسى لاستقبال وارسال المعلومات ٧٦
شكل رقم (٥-٣٣) الاجهزة الموجودة فى كل دور ٧٦
شكل رقم (٥-٣٤) الاستشعارات التى تحدد كمية الاضاءة الموجودة ٧٦
شكل رقم (٥-٣٥) تقنيات التعرف على بصمة الصوت ٧٧
شكل رقم (٥-٣٦) تقنيات قراءة البصمة ٧٨
شكل رقم (٥-٣٧) الأكواد الرقمية للدخول ٧٨
شكل رقم (٥-٣٨) تقنيات التحكم في الدخول عن طريق البطاقات الذكية ٧٨
شكل رقم (٥-٣٩) Smart floor – Smart Tiles ٧٨
شكل رقم (٥-٤٠) تقنيات رصد حركة المستخدم ٧٨
شكل رقم (٥-٤١) الاجهزة المستخدمة فى ارسال التقارير ٧٩
شكل رقم (٥-٤٢) الهواتف الشخصية أو جهازالتعريف الموجود فى كل فراغ ٧٩
شكل رقم (٥-٤٣) طريقة تحديد المواقع ٧٩
شكل رقم (٥-٤٤) التجهيزات التقنية المحمولة ٧٩
شكل رقم (٥-٤٥) أماكن جمع النفايات فى البدروم ٨٠
شكل رقم (٥-٤٦) التسلسل الهرمي لإدارة النفايات ٨٠
شكل رقم (٥-٤٧) إعادة تدوير النفايات فى المناطق المخصصة لة ٨٠

مبنى البرلمان الألماني "البوندستاغ Bundestag

شكل رقم (٥-٤٨) مبنى البرلمان الألماني "البوندستاغ بعد الحريق ٨١
شكل رقم (٥-٤٩) مبنى البرلمان الألماني "البوندستاغ بعد الترميم ٨١
شكل رقم (٥-٥٠) مبنى البرلمان الألماني "البوندستاغ قبل الحريق ٨٢
شكل رقم (٥-٥١) مبنى البرلمان الألماني "البوندستاغ ٨٢
شكل رقم (٥-٥٢) توضيح الاحداث المختلفة للمبنى ٨٣
شكل رقم (٥-٥٣) صور للمبنى من الداخل والخارج ٨٤
شكل رقم (٥-٥٤) فكرة تشكيل القبة وتكوينها ومكانها ٨٥
شكل رقم (٥-٥٥) موقع البرلمان الالمانى ٨٥
شكل رقم (٥-٥٦) توضيح مكونات المبنى ٨٦
شكل رقم (٥-٥٧) تحقيق المركزية من خلال تصميم القبة ٥٧
شكل رقم (٥-٥٨) امتصاص الضوء وانتاج الكهرباء ٨٩
شكل رقم (٥-٥٩) المظلة الشمسية الكائنة بالقبة ٨٩
شكل رقم (٥-٦٠) الاضاءة الطبيعية داخل المبنى فيها ٩٠
شكل رقم (٥-٦١) الاضاءة الطبيعية داخل المبنى ٩٠
شكل رقم (٥-٦٢) جلب الضوء والهواء النقي ٩٠
شكل رقم (٥-٦٣) شكل القبة وقطاع توضيحى ٩١
شكل رقم (٥-٦٤) صور توضح مكونات القبة ٩١
شكل رقم (٥-٦٥) قطاع توضيحى للقبة مع توضيح كاسرات الشمس ٩٢
شكل رقم (٥-٦٦) صور توضح المخروط و القبة ٩٢
شكل رقم (٥-٦٧) صور توضح مراحل تكوين القبة ٩٤
شكل رقم (٥-٦٨) قطاع توضيحى لمصادر الطاقة المتجددة فى المبنى ٩٦

شكل رقم (٥-٦٩) قطاع توضيحى لمصادر الطاقة الخلايا الكهروضوئية ٩٦
شكل رقم (٥-٧٠) قطاع توضيحى لمصادر الطاقة الخلايا الكهروضوئية ٩٦
شكل رقم (٥-٧١) صورة لنبات الكتان الذى يستخلص منة الزيت ٩٧
شكل رقم (٥-٧٢) نظام التحكم في الانبعاثات وتدويرة ٩٧
شكل رقم (٥-٧٣) الخلايا الكهرو ضوئية فى المبنى ٩٧
شكل رقم (٥-٧٤) المياة الجوفية التى يتم الحصول عليها ٩٧
شكل رقم (٥-٧٥) توضيح عملية التبريد والتسخين فى المبنى ٩٩
شكل رقم (٥-٧٦) المحطات لتبريد وتسخين والمبادلات الحرارة ٩٩
شكل رقم (٥-٧٧) الحفر للوصول الى المياة الجوفية ١٠٠
شكل رقم (٥-٧٨) توضيح عمق الطبقات اسفل مبنى البرلمان الالمانى ١٠٠
شكل رقم (٥-٧٩) توضيح الربط بين المبانى المختلفة فى المنطقة ١٠١
شكل رقم (٥-٨٠) توضيح دورة التهوية الطبيعية فى المبنى ١٠١
شكل رقم (٥-٨١) توضيح دورة التهوية الطبيعية فى المبنى ١٠٢
شكل رقم (٥-٨٢) توضيح اتجاة الضوء داخل المبنى وانعكاسة ١٠٣
شكل رقم (٥-٨٣) فتحات توجد فى المخروط لاخراج الحرارة ١٠٣
شكل رقم (٥-٨٤) الوحدات الزجاجية المستخدمة ١٠٤
شكل رقم (٥-٨٥) المواد المستخدمة فى المبنى الاستانلس والزجاج ١٠٥

قائمة الجداول

الباب الأول : تعريف تكنولوجيا النانو والمبانى الذكية :

جدول رقم (١-١) مبادئ تميز تكنولوجيا النانو ٣
جدول رقم (١-٢) التطور التاريخى للعمارة الذكية ٩

الباب الثالث : تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو على عناصر تكوين المبنى للوصول الى مبنى ذكى مستدام:

جدول رقم (٣-١) حجم انتاج مواد البناء سنوياً فى مصر عام ٢٠١٦ ..... ٢٠
جدول رقم (٣-٢) مقارنة بين الخرسانة العادية والحية والخضراء ٢٩
جدول رقم (٣-٣) مقارنة بين الحديد التقليدى والألياف الكربونية والألياف البازلتية ٣٧
جدول رقم (٣-٤) تقنيات النانو فى صناعة الرخام الطبيعى ٤٢
جدول رقم (٣-٥) مكونات الطوب الايكولوجى ٤٤
جدول رقم (٣-٦) مقارنة بين الطوب التقليدى والطوب الأيكولوجى ٤٤
جدول رقم (٣-٧) عناصر ألواح الورق المصمت والمفرغ النانوى (Richlite) ٤٧