جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

دور استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو في إدارة استهلاك الطاقة في المباني الإدارية

رسالة ماجستير كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير في علوم الهندسة المعمارية

مقدمة من

م /أسماء محمد علي محمد

معيدة بالمعهد التكنولوجي العالي-فرع السادس من أكتوبر

تحت إشراف

أ.د/أكرم فاروق محمد عبد اللطيف

أستاذ دكتور بقسم الهندسة المعمارية-كلية الهندسة -جامعه عين شمس

أ.م.د/حازم محمد طلعت الدالي

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية-كلية الهندسة-جامعه عين شمس

د/هالة عبد المعز محمد الأمين

مدرس بقسم الهندسة المعمارية -المعهد التكنولوجي العالي-فرع السادس من أكتوبر

جامعة عين شمس
القاهرة-مصر
٢٠١٨

جـامعة عين شمس
كلـية الهندسة
قسم الهندسـة المعمارية

اسم الباحثة: م /أســـــماء محمد علي محمد.

عنوان الرسالة: دور استخدام تطبيـقات تكنولوجيا النانو في إدارة استهلاك الطاقة في المبـــاني الإدارية.

الدرجة العلمية: ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية.

أعضاء لجنة الحكم والمناقشة **التوقيع**

أ.د/هشام سامح حسين سامح (محكم خارجي)
أستاذ دكتور بقسم الهندسة المعمارية -كلية الهندسة -جامعه القاهرة

أ.د/حسام الدين البرمبلي (محكم داخلي)
أستاذ دكتور ورئيس قسم الهندسة المعمارية -كلية الهندسة -جامعه عين شمس

أ.د/أكـــــرم فـــاروق محمد عبد اللطيف (المشرف الرئيسي)
أستاذ دكتور بقسم الهندسة المعمارية -كلية الهندسة -جامعه عين شمس

أ.م.د/حـــازم محمد طلعت الدالـي (مشرفاً)
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية -كلية الهندسة -جامعه عين شمس

الدراسات العليا

ختم الإجازة **أُجيزت الرسالة بتاريخ**
/ / ٢٠١٨

موافقة مجلس الكلية **موافقة مجلس الجامعة**
/ / ٢٠١٨ **/ / ٢٠١٨**

بسم الله الرَّحْمَنِ الرَّحِيم

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَاۖ إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

سورة البقرة -الآية ٣٢

إهـــــداء

أهدي هذه الرسالة إلي

والداي الحبيبين

زوجي الغالي ورفيق دربي

أخواتي الأحباء

أصدقائي الأعزاء

مهندسة: أسماء محمد علي محمد

شكـــر وعرفـــــان

أتقدم بخالص الشكر والتقدير والعرفان لله عز وجل أولاً، ثم إلى هيئة الإشراف:

أ.د/أكـــــرم فـــاروق محمد عبد اللطيف أستاذ العمارة بجامعه عين شمس

على ما بذلة من جهد وإرشاد وتشجيع مستمر ولتوجيه البحث إلي نهج المسار الصحيح، والنصائح القيمة ومتابعه خطوات ومراحل الدراسة المستمرة، مما أوصل البحث إلي صورته النهائية.

أ.م.د/حـــازم محمد طلعت الدالـي الأستاذ المساعد بقسم العمارة بجامعه عين شمس

لحسن توجيهه المستمر وما بذلة من جهد وتعاون وإرشاد لإخراج هذا العمل.

د/هالـة عبد المعز محمد الأمين المدرس بقسم العمارة بالمعهد التكنولوجي العالي

على ما بذلته من توجيه ومتابعه وإرشادات مستمرة لإعداد هذا البحث.

كما أتقدم بالشكر لأعضاء لجنة الحكم والمناقشة

أ.د/ هشام سامح حسين سامح أستاذ العمارة بجامعه القاهرة
أ.د/حسام الدين البرمبلي أستاذ ورئيس قسم الهندسة المعماري-جامعه عين شمس

لقبول الاطلاع على الرسالة ومناقشتها، لهم وافر التقدير والاحترام.

كما أتقدم بالشكر لوالدي المهندس/ محمد علي محمد ولوالدتي أ/ مني عبد الله حسين

على ما بذلوه معي وعلى كل ما قدموه لي رغم ان كل عبارات الشكر لا توفي حقهم.

وزوجي المهندس/ محمود أحمد السيد لتحمله وإعانته ومساندته لي حتى أتمكن من إنهاء بحثي.

واشكر صديقاتي صابرين وشيماء و أخواتي الأعزاء أميرة وأنغام وعلي و مصطفي وخالد على تشجيعهم ومساندتهم المستمرة.

مهندسة: أسماء محمد علي محمد

التعريف بالباحثة

الاســـــم: أسمـــاء محمد علي محمد.

المؤهلات الحالية: بكالوريـــوس الهندســة المعمـــاريـــة – دفعـــــة ٢٠١٢ .

التقديـــــر: امتياز مـــع مرتبـــــة الشـــــرف.

جهة التخرج: المعهد التكنولوجي العالي فرع السادس من أكتوبر.

الوظيفـــة: معيـــدة بالمعهد التكنولوجي العالي.

جـامعة عين شمس
كلـية الهندسة
قسم الهندسـة المعمارية

إقـــــــــــرار

هذه رسالة مقدمة إلي جامعه عين شمس للحصول على درجة الماجستير في الهندسة المعمارية.
هذا ولم يتقدم بأي جزء من هذا البحث لنيل أي مؤهل أو درجة علمية لأي كلية أو معهد علمي.

وهذا إقرار مني بذلك ....

الباحثة: المهندسة / أسماء محمد علي محمد

ملخص الرسالة

تكنولوجيا النانو تعتبر من أهم التقنيات التي قدمت العديد من التطبيقات في العديد من المجالات المختلفة خاصةً في العمارة وإدارة الطاقة في المباني ويسعي البحث إلي طرح تطبيقات تكنولوجيا النانو التي يمكن استخدامها لتحقيق الإدارة الفعالة لاستهلاك الطاقة في المباني وبشكل خاص المباني الإدارية وذلك لزيادة استهلاك الطاقة في هذه النوعية من المباني؛ مما يساهم بشكل كبير في الاعتماد على مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة لحل أزمات الطاقة. ويركز البحث كذلك على الجدوى الاقتصادية لتطبيقات النانو في المباني الإدارية نتيجة توفير هذه التطبيقات للطاقة.

ويتكون البحث من:

مقدمة توضح المشكلة البحثية وفرضيات البحث وهدف ومنهجية البحث وأربعه أبواب تشمل النتائج والتوصيات وقد سلك البحث للوصول إلى أهدافه إلى دراستين هما:

أولاً: الدراسة النظرية وتنقسم إلى بابين:

١. **الباب الأول: يوضح تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في العمارة** وذلك من خلال قسمين. **القسم الأول** يعرض تاريخ ومفاهيم النانو والمواد النانوية من خلال دراسة خواصها والتعريف بعمارة النانو وأهمية هذه التكنولوجيا ومميزاتها ومخاطرها والاهتمام العالمي بتكنولوجيا النانو لتحقيق أقصى استفادة منها وعرض رؤية مستقبلية لمستقبل هذه التكنولوجيا. **القسم الثاني** يتم به عرض لكافة تطبيقات النانو في مجال العمارة و ذلك من خلال تقسيم المواد النانوية إلي مواد هيكلية إنشائية مثل (الخرسانة –الحديد-الخشب-ومواد الإنشائية جديدة كأنابيب الكربون النانوية وورقة البوكي) ، و مواد غير هيكلية (الطلاءات- الزجاج- البلاستيك-... الخ).

٢. **الباب الثاني: إدارة استهلاك الطاقة في المباني باستخدام تطبيقات النانو**، وينقسم إلى قسمين **القسم الأول** يبدأ بتعريف مفهوم إدارة الطاقة وإدارة الطاقة في المباني وجدوى تحقيقها وسُبل تحقيق الإدارة الفعالة للطاقة بالمباني. **القسم الثاني** يعرض التطبيقات المختلفة لتكنولوجيا النانو لتحقيق الإدارة الفعالة لاستهلاك للطاقة في المباني من خلال تقسيم تطبيقات النانو في مجال إدارة الطاقة لثلاث أقسام وهي (تطبيقات النانو لترشيد استهلاك الطاقة-تطبيقات النانو لتخزين الطاقة-تطبيقات النانو لتوليد الطاقة).

ثانياً: الدراسة التحليلية:

الباب الثالث: دور تطبيقات النانو في إدارة الطاقة بالمباني الإدارية وفيها يتم **الدراسة التحليلية لمباني إدارية مُستخدم بها تطبيقات النانو** مع توضيح أسباب اختيار عينة الدراسة (المباني الإدارية) والأسس التي تم على أساسها اختيار حالات الدراسة، وعرض مجموعة من الأمثلة لبعض المباني الإدارية المستخدم بها تطبيقات النانو لإدارة الطاقة وتحليل جدوى استخدام تطبيقات النانو بها من خلال حساب فترة استرداد التكاليف في كل تطبيق من التطبيقات في المباني محل الدراسة.

الكلمات المفتاحية

- تكنولوجيا النانو
- التكنولوجيا الخضراء
- عمارة النانو
- عمارة النانو المستدامة
- تطبيقات النانو في العمارة
- النانو وإدارة الطاقة
- النانو والطاقات المتجددة
- المواد الذكية
- المباني الإدارية

قائمـــــة المحتـــــــويات

	إهـــــــــداء	
	شكر وعرفـــان	
	ملخص الرسـالة	
	قائمة المحتويات	أ
	قائمــة الأشكــال	ه
	قائمــة الجـداول	ن
	مقدمة الرسالـــة	س
	١-الباب الأول (تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في العمارة)	
١-١	**تكنولوجيا النانو**	**١**
	تمهيد	١
	١-١-١نبذة تاريخية لتقنية النانو	١
	١-١-٢ مفاهيم تكنولوجيا النانو	٣
	١-١-٢-١النانو	٣
	١-١-٢-٢النانومتر	٣
	١-١-٢-٣علم النانو Nanoscience	٥
	١-١-٢-٤ تكنولوجيا النانو Nanotechnology	٥
	١-١-٢-٥ تكنولوجيا النانو النظيفة (الخضراء)	٥
	١-١-٢-٦ عمارة النانو (Nanoarchitecture)	٦
	١-١-٣ المواد النانوية (Nanomaterials)	٦
	١-١-٣-١ الخصائص المميزة للمواد النانوية	٨
	١-١-٣-٢ تحضير المواد النانوية	٩
	١-١-٤ أهمية تكنولوجيا النانو	٩
	١-١-٤-١ دور النانو في الحفاظ على البيئة	١٠
	١-١-٤-٢استخدام تكنولوجيا النانو في إزالة التلوث	١٠
	١-١-٤-٣استخدام تكنولوجيا النانو في توفير الطاقة والموارد	١١
	١-١-٥ مخاطر تكنولوجيا النانو	١١
	١-١-٥-١التأثيرات على صحة الإنسان	١١
	١-١-٥-٢ التأثيرات على النبات والحيوان	١١
	١-١-٥-٣التأثيرات على المناخ	١١
	١-١-٥-٤التأثيرات على دورة حياه الماء	١١
	١-١-٥-٥التأثيرات على الهواء	١٢
	١-١-٥-٦التأثيرات على التربة	١٢
	١-١-٦ الاهتمام العالمي بتكنولوجيا النانو	١٢
	١-١-٧مستقبل تقنية النانو	١٣
١-٢	**تطبيقـــات تكنولوجيا النانو في العمارة**	١٤
	تمهيد	١٤

	١-٢-١ المواد النانوية الهيكلية	١٦
	١-٢-١-١الخرسانة النانوية (Nano concrete)	١٦
	١-٢-١-٢الحديد النانوي (Nano Steel)	٢٠
	١-٢-١-٣ الخشب النانوي (Nano Wood)	٢٣
	١-٢-١-٤ مواد إنشائية جديدة	٢٥
	١-٢-٢ المواد النانوية الغير الهيكلية	٢٦
	١-٢-٢-١ الطلاءات النانوية Nano coating	٢٦
	١-٢-٢-٢ الزجاج النانوي (Nano glass)	٣٧
	١-٢-٢-٣البلاستيك والبوليمرات (Plastics and polymers)	٣٩
	١-٢-٢-٤الواح جبسيه نانوية للجدران الجافة (Gypsum Drywall)	٤٠
	١-٢-٢-٥ التسقيف Roofing	٤٠
	١-٢-٢-٦ فلاتر تنقية الهواء النانوية	٤٢
ملخص الباب الأول		٤٨
٢-الباب الثاني (إدارة استهلاك الطاقة في المباني باستخدام تطبيقات النانو)		
٢-١	**إدارة استهلاك الطاقة في المباني**	٥٢
	تمهيد	٥٢
	٢-١-١ إدارة الطاقة	٥٤
	٢-١-٢ مفهوم إدارة استهلاك الطاقة في المباني	٥٤
	٢-١-٢-١أهداف إدارة استهلاك الطاقة	٥٤
	٢-١-٢-٢جدوي إدارة استهلاك الطاقة	٥٥
	٢-١-٣ سُبل تحقيق الإدارة الفعالة لترشيد استهلاك الطاقة في المباني	٥٦
	٢-١-٣-١ تحقيق كفاءة استهلاك الطاقة	٥٦
	٢-١-٣-٢ تحقيق ترشيد استهلاك الطاقة	٥٧
	٢-١-٣-٣ استخدام تكنولوجيا البناء لتحقيق إدارة الطاقة في المباني	٥٩
	٢-١-٣-٤ الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة في المباني	٥٩
٢-٢	**تطبيقات تكنولوجيا النانو لإدارة الطاقة في المباني**	٦١
	تمهيد	٦١
	٢-٢-١ ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو	٦٢
	٢-٢-١-١ ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام الإضاءة المعالجة بتقنية النانو	٦٢
	٢-٢-١-٢ ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام مواد العزل النانوية	٧٠
	٢-٢-١-٢ ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام الزجاج النانوي الذكي	٧٧
	٢-٢-١-٣ ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام الحساسات النانوية	٨٩
	٢-٢-٢ تخزين الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو	٩٣
	٢-٢-٢-١ تخزين الطاقة الكهربية	٩٣
	٢-٢-٢-٢ تخزين الطاقة الكيميائية	٩٤

	٢-٢-٢-٣ تخزين الطاقة الحرارية	٩٦
	٢-٢-٢ إنتاج الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو	١٠٦
	٢-٢-٣-١ تطبيقات النانو لتوليد الطاقة باستخدام الطاقة الشمسية	١٠٦
	٢-٢-٣-٢تطبيقات النانو لتوليد الطاقة باستخدام طاقة الرياح	١١٤
	٢-٢-٣-٣ تطبيقات النانو لتوليد الطاقة من الصوت والحركة	١١٧
ملخص الباب الثاني		١٢٠
٣-الباب الثالث (دور تطبيقات النانو في إدارة الطاقة بالمباني الإدارية)		
٣-١	**الدراسة التحليلية لبعض المباني الإدارية المستخدم بها تطبيقات تكنولوجيا النانو**	١٢٢
	تمهيد	١٢٢
	٣-١-١أسباب اختيار عينة الدراسة (المباني الإدارية)	١٢٢
	٣-١-٢أسس اختيار الحالات الدراسة	١٢٧
	٣-١-٢-١ المشاريع التي تم اختيارها لدراسة مدي تأثير وجدوى تطبيقات تكنولوجيا النانو على تحقيق كفاءة إدارة الطاقة بها	١٢٧
	٣-١-٢-٢ منهجية عرض حالات الدراسة	١٢٨
	٣-١-٣عرض حالات الدراسة	١٢٩
	٣-١-٣-١مبني Cuyahoga	١٢٩
	٣-١-٣-٢السفارة الأمريكية بهلسنكي	١٣٢
	٣-١-٣-٣ مبني وزارة الدفاع الأمريكية	١٣٤
	٣-١-٣-٤ مبني (Seitzstrasse mixed-use building)	١٣٧
	٣-١-٣-٥ مركز دنفر الاتحادي The Denver Federal Center	١٤١
	٣-١-٣-٦مبني ehemalige Fabrik	١٤٦
	٣-١-٣-٧ شركة Engelhardt & Bauer	١٥٢
	٣-١-٣-٨ مركز RMI's Innovation Center	١٥٧
	٣-١-٣-٧ مركز تكنولوجيا البصرياتOpTIC Centre	١٦٠
	٣-١-٣-٨ مركز سويس تك للمؤتمرات Swiss Tech Convention Center	١٦٣
	٣-١-٣-٩ مبني المقر الرئيسي للوادي العضوي Organic Valley headquarters	١٦٦
	٣-١-٤ تحليل حالات الدراسة	١٦٩
ملخص الباب الثالث		١٧٥
٤-الباب الرابع (النتائج والتوصيات)		
٤-١	**نتائـــــج البحـــث**	١٧٦
	٤-١-١ نتائج الدراسة النظرية	١٧٦

	٤-١-٢ نتائج الدراسة التحليلية	١٨٠
٤-٢	**التوصيـــــــــــات**	١٨٢
	٤-٢-١ توصيات للمعماريين وممارسي المهنة	١٨٢
	٤-٢-٢ توصيات على المستوي الأكاديمي	١٨٢
	٤-٢-٣ توصيات للمُصنعين	١٨٣
	٤-٢-٤ توصيات للدولة والجهات المسؤولة	١٨٣
	٤-٢-٥ توصيات على مستوي المراكز والمؤسسات البحثية	١٨٤
	٤-٢-٦ توصيات على مستوي الدراسات والبحوث المستقبلية	١٨٤

المـــــــــــراجع	١٨٥
ملخص الرسالة باللغة الإنجليزية	

قائمـــــة الأشكـــــال

رقم الشكل	موضوع الشـــــكل	الصفحة
أشكال الباب الأول: تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في العمارة		
شكل (١-١-١)	السيف الدمشقي حاد الشفرات.	١
شكل (١-١-٢)	تغير لون كأس الملك الروماني لايكورجوس بالمتحف البريطاني عند التعرض لمصدر ضوئي.	١
شكل (١-١-٣)	فكرة عمل إبرة الميكروسكوب النفقي الماسح.	٢
شكل (١-١-٤)	اسم شركة IBM بذرات الزينون على شريحة من النيكل.	٢
شكل (١-١-٥)	تطور ظهور تقنية النانو.	٣
شكل (١-١-٦)	مقارنة بين مقاييس أبعاد عدد من الأشياء المعروفة لنا من الطبيعة ومن صنع الأنسان مُقدرة بوحدات قياس أطوال مختلفة، المتر، السنتيمتر، المليمتر، المايكرومتر والنانومتر.	٤
شكل(١-١-٧)	تصنيف المواد النانوية طبقاً لأبعادها في مقياس النانو	٧
شكل (١-١-٨)	في الأعلي الشكل يوضح النقاط الكمية وفي الأسفل شكل يوضح الجسيمات النانوية	٧
شكل (١-١-٩)	في الأعلي يوضح شكل الأسلاك النانوية و في المنتصف يوضح شكل انابيب الكربون النانوية و في الأسفل يوضح شكل الالياف النانوية	٨
شكل (١-١-١٠)	تبسيط لطريقتي الوصول لحجم النانو.	٩
شكل (١-١-١١)	معدل التمويل العالمي لتكنولوجيا النانو.	١٢
شكل (١-١-١٢)	حجم الزيادة في عدد منتجات تكنولوجيا النانو حتى عام ٢٠١٣.	١٣
شكل(١-٢-١)	تطبيقات النانو في العمارة	١٤
شكل(١-٢-٢)	التطبيقات الهيكلية والغير هيكلية لتكنولوجيا النانو	١٥
شكل(١-٢-٣)	مقارنة بين الخرسانة النانوية والخرسانة التقليدية	١٦
شكل (١-٢-٤)	مادة النانو سليكا	١٦
شكل(١-٢-٥)	التحفيز الضوئي لمادة ثاني أكسيد التيتانيوم	١٧
شكل(١-٢-٦)	العلاقة بين زيادة إضافة جزيئات الالومينا النانوية وقوة تحمل الخرسانة للضغط	١٧
شكل(١-٢-٧)	العلاقة بين زيادة إضافة جزيئات الالومينا النانوية وقوة تحمل الخرسانة للشد	١٨
شكل(١-٢-٨)	الخرسانة ذاتية الدمك	١٩
شكل(١-٢-٩)	التطور الزمني للخرسانة فائقة الأداء من مقياس المليمتر وحتى مقياس النانو	١٩
شكل(١-٢-١٠)	مقارنة بين قوة ومسامية ومكونات الخرسانة التقليدية والخرسانة عالية الأداء والخرسانة فائقة الأداء	١٩
شكل(١-٢-١١)	الياف حديدية صغيرة داخل الخرسانة عالية الأداء لتساعد على تقليل تآكل الخرسانة	٢٠
شكل(١-٢-١٢)	مليء الشروخ الخرسانية ذاتياً	٢٠
شكل(١-٢-١٣)	استخدام حديد MMFX 2 في تشييد الجسور	٢١
شكل(١-٢-١٤)	الخشب النانوي البلاستيكي	٢٣
شكل(١-٢-١٥)	قوة تحمل الخشب النانوي البلاستيكي	٢٤
شكل(١-٢-١٦)	مقاومة الماء في الخشب النانوي البلاستيكي	٢٤

شكل(١-٢-١٧)	ألوان الخشب النانوي البلاستيكي	٢٤
شكل(١-٢-١٨)	أنابيب الكربون أحادية ومتعددة الجدران	٢٥
شكل(١-٢-١٩)	ورقة البوكي Buckypaper	٢٥
شكل(١-٢-٢٠)	سطح نبات اللوتس	٢٦
شكل (١-٢-٢١)	طريقة التنظيف الذاتي لزهرة اللوتس	٢٧
شكل(١-٢-٢٢)	سطح مطلي بدهان اللوتس النانوي طارد للأوساخ	٢٧
شكل (١-٢-٢٣)	الجزء الأيمن زجاج مطلي بطلاء اللوتس ذاتي التنظيف والجزء الأيسر زجاج تقليدي	٢٨
شكل(١-٢-٢٤)	الجزء العلوي من الخشب غير معالج بالنانو والجزء السفلي مُعالج بالطلاء النانوي	٢٨
شكل(١-٢-٢٥)	على يمين الشكل يوضح دور الكلوروفيل في عملية التحفيز الضوئي وعلى اليسار يوضح دور ثاني أكسيد التيتانيوم في التحفيز الضوئي	٢٩
شكل(١-٢-٢٦)	عملية التنظيف الذاتي من خلال تطبيق طلاء التحفيز الضوئي (ثاني أكسيد التيتانيوم) على الأسطح	٢٩
شكل(١-٢-٢٧)	زوايا اتصال الماء أو الأتربة مع الأسطح المحبة والأسطح فائقة الحب للماء والأسطح الكارهة للماء (زاوية الاتصال <٦٥ °) والأسطح فائقة الكرة للماء (زاوية الاتصال >١٥٠°)	٣٠
شكل(١-٢-٢٨)	على اليمين سطح غير معالج بتقنية التحفيز الضوئي وعلى اليسار سطح مُعالج بتقنية التحفيز الضوئي	٣٠
شكل(١-٢-٢٩)	مقارنة بين السيراميك المطلي بطلاء نانوي سهل التنظيف والسيراميك التقليدي الغير مطلي بالطلاء النانوي سهل التنظيف	٣١
شكل (١-٢-٣٠)	سطح من الرخام مطلي بعدة طبقات للحماية من العوامل الجوية ١-الرخام.٢-طلاء مقاوم للضباب. ٣-طلاء مقاوم للحرائق ٤-طلاء سهل التنظيف	٣١
شكل(١-٢-٣١)	أسطح الكراسي فائقة البياض مستخدم بها خاصية سهولة التنظيف	٣١
شكل(١-٢-٣٢)	عملية مقاومة وطرد البكتيريا والميكروبات باستخدام طلاء ثاني أكسيد التيتانيوم النانوي وجزيئات الفضة النانوية	٣٢
شكل (١-٢-٣٣)	استخدامات الطلاءات المقاومة للبكتيريا	٣٢
شكل(١-٢-٣٤)	تشوه المباني بسبب الكتابة عليها	٣٣
شكل(١-٢-٣٥)	سهولة إزالة الكتابة على الجدران باستخدام الطلاءات النانوية	٣٣
شكل(١-٢-٣٦)	مكونات طلاء DELETUM 3000TMالمضاد للكتابة على الجدران	٣٣
شكل (١-٢-٣٧)	تأثير طلاء DELETUM 3000TMالمضاد للكتابة على الجدران	٣٣
شكل (١-٢-٣٨)	مقارنة حالة الزجاج لقبل وبعد استخدام الطلاء النانوي المقاوم للخدش	٣٤
شكل(١-٢-٣٩)	التآكل في هياكل وواجهات المباني	٣٤
شكل(١-٢-٤٠)	مقارنة بين سطح معالج بالطلاء النانوي المقاوم للصدأ وسطح غير معالج	٣٤
شكل (١-٢-٤١)	مقارنة بين الأسطح المطلية بالطلاء المقاوم للبصمات والأسطح الغير مطلية	٣٥
شكل(١-٢-٤٢)	الطلاء يعمل كعازل بين الأسطح وبصمات الأيدي	٣٥

شكل (١-٢-٤٣)	تطبيق الطلاء النانوي المقاوم للبصمات علي الأماكن الحرجة (حول مقابض الأبواب	٣٦
شكل(١-٢-٤٤)	على اليمين في الشكل يوضح تأثير الأشعة الفوق بنفسجية بضوء الشمس على المواد العضوية، وفي الشكل الأوسط يوضح تشتيت قطرات الماء، على اليسار يوضح نظافة الزجاج ذاتيا بالاعتماد على أشعة الشمس ومياه الأمطار	٣٧
شكل (١-٢-٤٥)	على اليمين في الشكل يوضح تساقط قطرات الزيت على سطح معالج وعلى اليسار يوضح تساقط قطرات الزيت على سطح غير معالج	٣٧
شكل (١-٢-٤٦)	الزجاج المضاد للانعكاس والزجاج العاكس	٣٨
شكل(١-٢-٤٧)	الزجاج النانوي المقاوم للحريق قبل وبعد تعرضه للحريق	٣٨
شكل(١-٢-٤٨)	مقارنة بين الزجاج المقاوم للضباب والزجاج التقليدي عند تعرضه لبخار الماء	٣٩
شكل(١-٢-٤٩)	إطارات مُعززة بالبوليستر النانوية مع زجاج الياف النانو التي توفر العزل الحراري والكهربائي في حين تبقى قوية وخفيفة الوزن	٣٩
شكل(١-٢-٥٠)	الجزي الأيمن من الشكل يوضح صورة مجهرية للجبس النانوي، الجزء الأيسر يوضح الألواح الجبسية المستخدمة في الجدران الجافة	٤٠
شكل (١-٢-٥١)	النانو جيل في التسقيف	٤١
شكل (١-٢-٥٢)	سقف بيوني Bioni Roof	٤١
شكل (١-٢-٥٣)	أسقف عازلة للرطوبة	٤١
شكل(١-٢-٥٤)	مصادر تلوث الهواء الخارجية	٤٢
شكل(١-٢-٥٥)	أرضيات الأرصفة المعالجة بمواد نانوية محفزة ضوئياً	٤٣
شكل(١-٢-٥٦)	طريقة إزالة الملوثات من الأرصفة باستخدام المادة النانوية المحفزة ضوئياً	٤٣
شكل(١-٢-٥٧)	تنقية الهواء من خلال تطبيق المواد النانوية على الخرسانة والطرق	٤٤
شكل(١-٢-٥٨)	مصادر تلوث الهواء الداخلي	٤٤
شكل(١-٢-٥٩)	تنقية الهواء من خلال تطبيق المواد النانوية على الدهانات والستائر	٤٥
شكل (١-٢-٦٠)	أسقف منقية للجو وتحتوي على عازل للصوت	٤٥
شكل (١-٣-٦١)	نظام تعقيم الهواء ونظام إزالة الروائح الكريهة. - بالفلتر النانوية Nano-Confined Catalytic Oxidation (NCCO)	٤٦
شكل(١-٣-٦٢)	تنقية الهواء من خلال فلاتر تقنية الهواء Nano-Confined Catalytic Oxidation (NCCO)	٤٦
شكل (١-٢-٦٣)	فكرة عمل فلتر Nano Breeze room	٤٧
شكل (١-٢-٦٤)	فكرة عمل أجهزة الاستشعار النانوية لتنقية الهواء	٤٧
أشكال الباب الثاني: إدارة استهلاك الطاقة في المباني باستخدام تطبيقات النانو		
شكل(٢-١-١)	استهلاك الطاقات عالمياً منذ عام ١٩٦٠ وحتى عام ٢٠١٠	٥٢
شكل(٢-١-٢)	استهلاك الكهرباء في مصر منذ عام ١٩٨٠ وحتى عام٢٠١٢	٥٢
شكل(٢-١-٣)	معدل استهلاك الطاقة في القطاعات المختلفة ومصادر استهلاكها عالمياً	٥٣
شكل(٢-٢-١)	تطبيقات النانو في توفير الطاقة	٦١