



كلية الهندسة

قسم الهندسة المعمارية

إعادة التأهيل البيئي لمباني عمارة الحداثة في بغداد

رسالة مقدمة للحصول على درجة ماجستير العلوم الهندسية

في الهندسة المعمارية

إعداد

م. محمد صلاح عبد الرحمن الحديثي

بكالوريوس الهندسة المعمارية-جامعة القلمون- ٢٠١٣

إشراف

أ.د مراد عبد القادر عبد المحسن

أستاذ العمارة والتحكم البيئي-جامعة عين شمس

د. أمل كمال شمس الدين

مدرس في كلية الهندسة المعمارية-جامعة عين شمس

أغسطس- ٢٠١٩



جامعة عين شمس

كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

الاسم : محمد صلاح عبد الرحمن الحديثي
العنوان : إعادة التأهيل البيئي لمباني عمارة الحدائة في بغداد
اسم الدرجة : ماجستير العلوم الهندسية في الهندسة المعمارية

التوقيع	لجنة الحكم
	الاستاذ الدكتور / هشام حسين سامح أستاذ العمارة - كلية الهندسة - جامعة القاهرة محكم خارجي
	الاستاذ الدكتور / شيماء محمد كامل أستاذ العمارة - كلية الهندسة - جامعة عين شمس محكم داخلي
	الاستاذ الدكتور / مراد عبدالقادر عبدالمحسن أستاذ العمارة والتحكم البيئي- كلية الهندسة - جامعة عين شمس المشرف الرئيسي

تاريخ مناقشة البحث / /

ادارة الدراسات العليا:

أجيزت الرسالة بتاريخ :

/ /

موافقة مجلس الجامعة :

/ /

ختم الاجازة :

/ /

موافقة مجلس الكلية :

/ /

التعريف بالباحث

اسم الباحث: محمد صلاح عبد الرحمن الحديثي

تاريخ الميلاد: ١٩٨٨/٥/١٢

محل الميلاد: العراق - بغداد

الجنسية : عراقي

الدرجة الجامعية: بكالوريوس الهندسة المعمارية

الجهة المانحة: جامعة القلمون الخاصة- سوريا

تاريخ المنح: ٢٠١٣

الوظيفة الحالية: مهندس معماري

البريد الإلكتروني: moh_top88@yahoo.com

إقرار

هذه الرسالة مقدمة إلى جامعة عين شمس للحصول على درجة الماجستير في العلوم الهندسية، وقد تم انجاز هذا البحث في كلية الهندسة بجامعة عين شمس من عام إلى عام.....

وقد تم إجراء العمل الذي تحتويه الرسالة بمعرفة الباحث بقسم العمارة – كلية الهندسة – جامعة عين شمس، ولم أقدم أي جزء من هذا البحث لنيل مؤهل أو درجة علمية من أي جامعة أو كلية أخرى.

هذا إقرار مني بذلك

الباحث: محمد صلاح عبد الرحمن الحديثي

التوقيع:

التاريخ:

شكر وتقدير.....

اشكر الله العلي العظيم الذي أتم علي نعمته وتوفيقه لإتمام هذا البحث، وما توفيق إلا من الله.

أقدم بوافر الشكر والتقدير إلى الأساتذة الكرام المشرفين على الرسالة وهم : **أ.د مراد عبد القادر، د.أمل شمس الدين**، على ما قدموا لي خلال مراحل البحث من دعم وتوجيه، وما منحوه لي من وقت ومعرفة حتى إتمام البحث.

وجزيل الشكر للجنة المؤلفة من **أ.د هشام حسين سامح، أ.د شيماء محمد كامل**، على موافقتهم لمناقشة هذا البحث، لكم كل الإحترام.

وأوجه بالشكر إلى **أ.د رندا اسماعيل** الدكتورة في جامعة القلمون – سوريا لدورها الكبير ودعمها، والاستفادة من خبرتها في المجال العلمي

الإهداء.....

أتقدم بالشكر الجزيل وعظيم الإمتنان إلى والدي د. صلاح عبد الرحمن الحديثي ومساندته لي وتشجيعه الدائم، وتهيئة الظروف الملائمة لإتمام العمل، وأقدم خالص التقدير لدوره الكبير في المسيرة العلمية.

وإلى عائلتي جميعاً، ومن مد يد العون من الكبير إلى الصغير..... لكم كل التقدير والشكر لمجهودكم.....

و الشكر لكل من ساهم لإتمام هذا العمل، سواء نفسياً أو معنوياً، من أصدقاء وأقارب وزملاء، لكم كل الإحترام.....

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

صدق الله العظيم

i.....	فهرس المحتويات
vi.....	فهرس الأشكال
ix.....	فهرس الجداول
xi.....	الملخص
xiii.....	المقدمة
xiii.....	المشكلة البحثية
xiii.....	فرضية البحث
xiii.....	أهداف البحث
xiii.....	منهجية البحث
xiii.....	محددات البحث
xiv.....	هيكل البحث

فهرس المحتويات

الفصل الأول: عمارة الحداثة

١.....	١-١ عمارة الحداثة عالمياً
١.....	أولاً: مرحلة ما قبل الحرب العالمية الثانية
٢.....	ثانياً: مرحلة ما بعد الحرب العالمية الثانية
٣.....	ثالثاً: مرحلة السبعينات من القرن العشرين
٤.....	٢-١ جذور عمارة الحداثة
٥.....	٣-١ أسباب ظهور عمارة الحداثة
٥.....	١-٣-١ العامل الاقتصادي
٥.....	٢-٣-١ الصناعة الإنشائية والتكنولوجيا
٥.....	٣-٣-١ تأثير الفنون التشكيلية
٥.....	٤-٣-١ تطوير الجمالية الجديدة
٦.....	٤-١ تيارات عمارة الحداثة
٦.....	١-٤-١ التيار الوظيفي
٧.....	٢-٤-١ تيار العقلانية
٧.....	٣-٤-١ تيار المستقبلية
٧.....	٤-٤-١ التيار الإنشائي
٧.....	٥-٤-١ تيار التعبيرية
٨.....	٦-٤-١ حركة دي ستيل
٨.....	٧-٤-١ تيار الموضوعية الجديدة
٩.....	٥-١ تأثير التكنولوجيا على عمارة الحداثة

- ١-٦-٦ عمارة الحداثة في بغداد..... ١٠
- ١-٦-١ نشأة عمارة الحداثة في بغداد..... ١٠
- ١-٦-٢ مراحل تطور مدينة بغداد بالتزامن مع ظهور عمارة الحداثة..... ١١
- أولا : مطلع القرن العشرين حتى أواخر العشرينات..... ١١
- ثانيا: أوائل الثلاثينيات حتى أواخر الخمسينات..... ١١
- ثالثا: أوائل الستينات إلى بداية الثمانينات..... ١٣
- ٧-١ تأثير المعمارين الأجانب على عمارة الحداثة في بغداد..... ١٤
- ٧-١-١ المعماري فيليب هيرست..... ١٥
- ٧-١-٢ المعماري لي كوروزيه..... ١٥
- ٧-١-٣ المعماري والتر جروبيوس..... ١٦
- ٨-١ تأثير المعمارين العراقيين على عمارة الحداثة في مدينة بغداد..... ١٨
- ٨-١-١ المعماري مدحت مظلوم..... ١٨
- ٨-١-٢ المعماري نيازي فتو..... ١٩
- ٨-١-٣ المعمارية ألين جودت الأيوبي..... ١٩
- ٨-١-٤ المعماري جعفر علاوي..... ٢٠
- ٩-١ تأثير عمارة الحداثة على التخطيط الحضري في مدينة بغداد..... ٢١
- ٩-١-١ الكثافة الحضرية..... ٢١
- ٩-١-٢ الصورة الحضرية..... ٢١
- ٩-١-٣ الفراغات الحضرية..... ٢٢
- ٩-١-٤ تأثير الأشكال المعمارية على الفراغ الحضري..... ٢٢
- ١٠-١ المحددات الأساسية في تنظيم المشهد الحضري وتأثير عمارة الحداثة عليه..... ٢٢
- ١٠-١-١ النشاطات والفعاليات الإنسانية..... ٢٢
- ١٠-١-٢ نظم الحركة والوصول..... ٢٣
- ١٠-١-٣ الخصوصية..... ٢٣
- ١١-١ تأثير عمارة الحداثة على استعمالات الأرض في مدينة بغداد..... ٢٤
- ١١-١-١ الانقطاع عن البيئة الحضرية..... ٢٤
- ١١-١-٢ التضاد في الكتل المعمارية..... ٢٤
- ١٢-١ الخاتمة..... ٢٦

الفصل الثاني: المعالجات البيئية لمباني عمارة الحداثة في بغداد

- ٢-١ تمهيد..... ٢٨
- ٢-٢ الواقع البيئي في العراق/ بغداد..... ٢٨
- ٢-٣ السمات المعمارية والمعالجات البيئية (السابقة) لمباني الحداثة..... ٢٩
- ٢-٣-١ عمارة مطلع القرن العشرين وحتى منتصف الأربعينات من القرن العشرين..... ٢٩
- ٢-٣-٢ التصميم..... ٢٩

٣٠.....	٢- الوظيفة.....
٣٠.....	٣- التكوينات والعلاقة مع الفراغ.....
٣١.....	٤- النظام الإنشائي.....
٣١.....	٥- الجانب التخطيطي.....
٣١.....	٢-٣-١-١ العناصر والمعالجات للمرحلة.....
٣٢.....	٢-٣-٢ عمارة منتصف الأربعينات حتى منتصف الستينات من القرن العشرين.....
٣٢.....	١- التصميم.....
٣٢.....	٢- الوظيفة.....
٣٣.....	٣- التكوينات والعلاقة مع الفراغ.....
٣٣.....	٤- النظام الإنشائي.....
٣٤.....	٢-٣-١-٢ العناصر والمعالجات للمرحلة.....
٣٦.....	٢-٣-٣ عمارة منتصف الستينات حتى الثمانينات من القرن العشرين.....
٣٦.....	١- التصميم.....
٣٧.....	٢- الوظيفة.....
٣٨.....	٣- التكوينات والعلاقة مع الفراغ.....
٣٩.....	٤- النظام الإنشائي.....
٣٩.....	٢-٣-٣-١ العناصر والمعالجات للمرحلة.....
٤١.....	٢-٤ المفردات المحلية المضافة للمباني في بغداد.....
٤١.....	١- العقد.....
٤٢.....	٢- الأبراج.....
٤٣.....	٣- الشناثيل (المشربيات).....
٤٤.....	٤- الزخرفة.....
٤٥.....	٢-٥ المؤثرات التطورية للحدثات وتأثيرها على البيئة.....
٤٦.....	٢-٦ الوضع القائم لمباني عمارة الحدث.....
٤٦.....	٢-٦-١ حالة الغلاف الخارجي للمباني القائمة.....
٤٧.....	٢-٦-٢ الحالة الإنشائية للمباني القائمة.....
٤٩.....	٢-٧ الخاتمة.....

الفصل الثالث: العمارة الخضراء

٥١.....	٣-١ تمهيد.....
٥١.....	٣-٢ مفهوم العمارة الخضراء.....
٥٢.....	٣-٣ التطور التاريخي والفكري للعمارة الخضراء.....
٥٣.....	٣-٣-١ حضارة وادي الرافدين.....
٥٤.....	٣-٣-٢ حضارة وادي النيل.....
٥٤.....	٣-٣-٣ الحضارة اليونانية.....
٥٤.....	٣-٣-٤ حضارة العصور الوسطى.....

٥٥	٥-٣-٣ القرن التاسع عشر.....
٥٥	٤-٣ العمارة الخضراء في القرن العشرين.....
٥٥	١-٤-٣ العمارة الخضراء في أوائل العشرينات حتى الستينات من القرن العشرين.....
٥٦	٢-٤-٣ العمارة الخضراء في سبعينيات القرن العشرين.....
٥٦	٣-٤-٣ العمارة الخضراء في نهايات القرن العشرين.....
٥٨	٥-٣ العمارة الخضراء في القرن الحادي والعشرين.....
٥٨	٦-٣ أسس ومبادئ العمارة الخضراء.....
٦٠	٧-٣ مزايا العمارة الخضراء.....
٦٠	أ- مزايا بيئية.....
٦٠	ب- المزايا الصحية.....
٦١	ج- المزايا الاقتصادية.....
٦١	٨-٣ الوسائل العامة لتحقيق الاستراتيجيات التصميمية للمباني الخضراء.....
٦٦	٩-٣ مفاهيم التصميم البيئي.....
٦٧	١٠-٣ منظومات المبنى الأخضر.....
٦٧	١-١٠-٣ منظومات غلاف المبنى.....
٦٨	١-١٠-٣ منظومة الحوائط للمبنى الأخضر.....
٧١	٢-١٠-٣ منظومة النوافذ والفتحات.....
٧٢	٣-١٠-٣ منظومة السقف للمباني الخضراء.....
٧٤	٢-١٠-٣ منظومة الهيكل الإنشائي للمباني الخضراء.....
٧٦	٣-١٠-٣ منظومات البيئة الداخلية للمباني الخضراء.....
٧٨	١١-٣ تكنولوجيا النانو.....
٧٨	١٢-٣ أمثلة عالمية حول المباني الخضراء.....
٧٨	١-١٢-٣ مبنى إدارة الخدمات الطلابية/ جامعة كاليفورنيا.....
٨١	٢-١٢-٣ مشروع المركز الترفيهي في جامعة أريزونا.....
٨٣	١٣-٣ الخاتمة.....

الفصل الرابع: إعادة التأهيل البيئي للمباني القائمة

٨٥	١-٤ تمهيد.....
٨٥	٢-٤ المفهوم العام لإعادة التأهيل.....
٨٦	٣-٤ مفهوم التأهيل البيئي للمباني.....
٨٧	٤-٤ مزايا إعادة التأهيل البيئي للمباني القائمة.....
٨٧	٥-٤ الجانب الاقتصادي للتأهيل البيئي للمباني القائمة.....
٨٨	٦-٤ العقبات التي تواجه تأهيل مبنى قائم بيئياً.....
٨٨	٧-٤ مستويات التأهيل البيئي للمباني القائمة.....
٩٨	٨-٤ خطوات التأهيل البيئي للمباني القائمة.....
٩٠	٩-٤ استراتيجيات التأهيل البيئي على مستوى الموقع.....

٩١	١٠-٤ عمليات التأهيل البيئي للمباني القائمة.....
٩١	١٠-٤-١ عمليات تخضير منظومة الحوائط.....
٩٤	١٠-٤-٢ عمليات تخضير منظومة الأسقف.....
٩٥	١١-٤ أهمية الغطاء النباتي للمباني.....
٩٦	١٢-٤ الطاقة الشمسية.....
٩٧	١٢-٤-١ الطاقة الشمسية الكامنة.....
٩٧	١٢-٤-٢ الطاقة الشمسية النشطة.....
٩٨	١٢-٤-٣ الطاقة الكهروضوئية.....
١٠١	١٣-٤ معالجة الآثار السلبية للرمال والغبار على المباني القائمة.....
١٠٢	١٤-٤ أمثلة عن إعادة التأهيل البيئي للمباني القائمة.....
١٠٢	١٤-٤-١ مبنى أكاديمية (BCA) في سنغافورا.....
١٠٦	١٤-٤-٢ مبنى المكاتب في الولايات المتحدة.....
١٠٨	١٤-٤-٣ مركز البحوث التفاعلية حول الاستدامة- جامعة كولومبيا البريطانية.....
١١٢	١٤-٤-٤ مبنى سوق ٢٠٠ (Market 200).....
١١٥	١٥-٤ الاستراتيجيات المقترحة للتأهيل البيئي لمباني الحدائق في بغداد.....
١١٩	١٦-٤ الخاتمة.....

الفصل الخامس: دراسة تطبيقية لتأهيل مبنى قائم في بغداد

١٢١	١-٥ تمهيد.....
١٢٢	٢-٥ مبنى جامعة بغداد.....
١٢٢	٢-٥-١ مبنى رئاسة الجامعة-جامعة بغداد.....
١٢٤	٢-٥-٢ أسباب اختيار المبنى لغرض التأهيل البيئي.....
١٢٥	٣-٥ منظومة الغلاف الخارجي للمبنى القائم.....
١٢٦	٤-٥ برنامج التطبيق المستخدم.....
١٢٦	• استخدامات الأساسية للبرنامج.....
١٢٦	• مزايا البرنامج.....
١٢٧	٥-٥ عمليات تقييم مبنى رئاسة جامعة بغداد.....
١٢٧	٥-٥-١ تقييم منظومة الغلاف الخارجي.....
١٢٨	أولاً: الحوائط.....
١٢٨	ثانياً: النوافذ.....
١٢٨	ثالثاً: الأسقف.....
١٣٠	٥-٥-٢ حساب شدة الضوء وكمية الحرارة قبل تطبيق عمليات التأهيل البيئي.....
١٣٠	٥-٥-٦ عمليات التأهيل البيئي للمبنى القائم.....
١٣٠	٥-٦-١ المعالجات البيئية الافتراضية للغلاف الخارجي.....
١٣٠	أولاً: الحوائط الخارجية.....
١٣١	ثانياً: النوافذ.....

- ١٣١.....٢-٦-٥ التحقق من الأداء بعد عمليات التأهيل البيئي.
- ١٣١..... حساب كمية الحرارة الداخلية والضوء.

الفصل السادس : النتائج والتوصيات

- ١٣٤.....١-٦ النتائج.
- ١٣٤..... نتائج الفصل التطبيقي.
- ١٣٥.....٢-٦ التوصيات.
- ١٣٥..... التوصيات للمهندسين المعماريين والأكاديميين.
- ١٣٦..... المراجع العربية.
- ١٣٧..... المراجع الأجنبية.
- ١٤٠..... المواقع الإلكترونية والمجلات العلمية.

فهرس الأشكال

الفصل الأول

- ٢..... شكل (١-١): مدرسة الباهوس.
- ٤..... شكل (٢-١) مبنى سيجرام في نيويورك، للمعماري ميس فان دوره عام ١٩٥٨....
- ٨..... شكل (٣-١) برج اينشتاين احد رموز المباني التعبيرية للمعماري الألماني أيريك مندلسون.....
- ٨..... شكل (٤-١) أهم أعمال تيار (دي ستيل).....
- ٩..... شكل (٥-١) القصر البلوري للمعماري (جوزيف باكستون).....
- ١٠..... شكل (٦-١) برج إيفل للمهندس (غوستاف إيفل).....
- ١٧..... شكل (٧-١) مبنى مصرف الرافدين في المرحلة الأولى للمعماري.....
- ١٧..... شكل (٨-١) القاعة الرياضية في بغداد للمعماري (لو كوربوزيه).....
- شكل (٩-١) مبنى (جامعة بغداد) مرحلة مهمة في فترة الحداثة في مدينة بغداد، للمعماري والتر غروبيوس (١٩٥٧).....
- ١٩..... شكل (١٠-١) مبنى الهلال الأحمر للمعمارية ألين جودت الأيوبي.....
- ٢٠..... شكل (١١-١) مبنى عمارة مرجان (١٩٥٤) واحد من أهم التجارب العراقية في فترة الحداثة.....
- شكل (١٢-١) التوحيد في الشكل والعناصر ومواد الإنهاء المستخدمة أعطاه الطابع الإداري.....
- ٢٣..... شكل (١٣-١) تأثير عمارة الحداثة من خلال التضاد وتنوع الارتفاعات للمدينة مع النسيج القديم.....
- ٢٥.....

الفصل الثاني

- شكل (١-٢) التصميم المتناظر واعتماد الممر الوسطي..... ٣٠
- شكل (٢-٢) الواجهة المتناظرة، وتوسط المدخل في المركز..... ٣٠
- شكل (٣-٢) المبنى منفرد ومحاط بالفراغات واستمرار التناظر..... ٣١
- شكل (٤-٢) مبنى مصرف الرافدين في مرحلته النهائية..... ٣٢
- شكل (٥-٢) مبنى أديش عبود يتميز بتكوينه ذو الكتلة المنفردة، وملائمة الشكل الأسطواني للمنذنة..... ٣٣
- شكل (٦-٢) مبنى مصرف الرهون يتميز بكتلتين ذات أشكال هندسية..... ٣٤
- شكل (٧-٢) مشغل الهلال الأحمر، والوضوح في التصميم، واستخدام مادة الطلس للغلاف الخارجي والنوافذ الشريطية..... ٣٤
- شكل (٨-٢) مبنى الدفتردار ونلاحظ وجود الكاسرات الخرسانية..... ٣٥
- شكل (٩-٢) مبنى خان الباشا، استخدام الشاشات لمروور أشعة الشمس..... ٣٦
- شكل (١٠-٢) وضوح أماكن الحركة العمودية في المبنى من خلال الأبراج في زوايا المبنى..... ٣٦
- شكل (١١-٢) مبنى انحصار التبوغ للمعماري رفعت الجادري..... ٣٧
- شكل (١٢-٢) مبنى مصلحة الكهرباء..... ٣٧
- شكل (١٣-٢) التكوين الحر للمبنى ذو الواجهات الأربع..... ٣٨
- شكل (١٤-٢) مجموعة من مباني إدارية ذات المقياس الضخم والتكوين الحر..... ٣٨
- شكل (١٥-٢) النوافذ الغائرة في المبنى، إحدى المعالجات البيئية المستخدمة..... ٣٩
- شكل (١٦-٢) مبنى المالية ونلاحظ الكاسرات الخرسانية على كامل المبنى..... ٤٠
- شكل (١٧-٢) العقد النافر واستعماله بطريقة توفر الظل والضوء المناسب للمبنى..... ٤٠
- شكل (١٨-٢) تشكيل العقود محاولة لتوظيف التراث مع الحداثة بالإضافة للمعالجات البيئية..... ٤١
- شكل (١٩-٢) مبنى جمعية الفنانين، واستعمال العقد المدبب..... ٤٢
- شكل (٢٠-٢) مصرف الرافدين، الكوفة، وإدخال مفردة العقد بصورة منحوتة في الجدار..... ٤٢
- شكل (٢١-٢) عنصر الأبراج واستعماله في تشكيل الواجهات الخارجية لمبنى المكتبة للمعماري محمد مكية..... ٤٣
- شكل (٢٢-٢) مفردة المشربية بشكل تجريدي من الطوب..... ٤٣
- شكل (٢٣-٢) مبنى الأوقاف واستخدام المشربية بشكل تجريدي محاولة لمزج الحداثة مع المحلية..... ٤٤
- شكل (٢٤-٢) الزخارف في الواجهات عن طريق فتحات في الستارة الخارجية..... ٤٤
- شكل (٢٥-٢) تكرار عنصر الزخرفة في الواجهة للحماية البيئية..... ٤٥
- شكل (٢٦-٢) المبنى بعد إضافة الزجاج في الواجهة الأمامية والإهمال الواضح للمبنى..... ٤٦
- شكل (٢٧-٢) تغليف الواجهة بالكوبوند والذي يزيد من اكتساب المبنى للحرارة..... ٤٦
- شكل (٢٨-٢) مبنى الرهون حيث إزالة الكاسرات المعدنية..... ٤٧
- شكل (٢٩-٢) إهمال المبنى أدى إلى تصدع في الغلاف الخارجي..... ٤٨

- شكل (٣٠-٢) مبنى مصرف المصرف العقاري، إهمال كامل بعد تعرض المبنى للتخريب ٤٨

الفصل الثالث

- شكل (١-٣) الفناءات المفتوحة في العمارة الراقية ٥٣
- شكل (٢-٣) الاستراتيجيات التصميمية للعمارة الخضراء ٦١
- شكل (٣-٣) استعمال الحوائط الخضراء في المباني ٦٩
- شكل (٤-٣) طريقة عمل الحائط ترومب والمكونات المؤلفة منه ٧٠
- شكل (٥-٣) منظومة الحائط المائي ٧٠
- شكل (٦-٣) كيفية عمل منظومة حلقات الحمل الحراري ٧١
- شكل (٧-٣) طبقات الأسقف الخضراء ٧٣
- شكل (٨-٣) الزجاج في تشكيل الواجهة، ومنظر عام للمشروع ٧٩
- شكل (٩-٣) الكاسرات الشمسية في الواجهة لتقليل الوهج الشمسي المباشر ٨٠
- شكل (١٠-٣) حركة الهواء داخل المبنى والاستفادة من ضوء النهار ٨٠
- شكل (١١-٣) الشفافية في الواجهة للاستفادة من الشمس ٨١
- شكل (١٢-٣) استخدام الألمنيوم والحديد المعاد تدويره في الواجهات ٨٢

الفصل الرابع

- شكل (١-٤) عمليات التأهيل البيئي ٨٩
- شكل (٢-٤) الواجهات الخضراء على حائط المبنى الأساس ٩٢
- شكل (٣-٤) حوائط الواجهات الخضراء غير المباشرة ٩٣
- شكل (٤-٤) الحائط الحي من ألواح بلاستيك مثبتة على هيكل ٩٣
- شكل (٥-٤) أنواع الأسقف الخضراء ٩٤
- شكل (٦-٤) نموذج عن الطاقة الشمسية ٩٦
- شكل (٧-٤) المبنى متوسط الأشجار التي تحميه من أشعة الشمس ١٠٣
- شكل (٨-٤) المدخنة الشمسية ١٠٤
- شكل (٩-٤) الأنابيب في سقف المبنى لعكس ضوء الشمس ١٠٤
- شكل (١٠-٤) الخلايا الشمسية ١٠٥
- شكل (١١-٤) الاستفادة من الأسقف الخضراء لتقليل من حدة أشعة الشمس ١٠٥
- شكل (١٢-٤) التظليل الذي توفره النباتات في الأماكن الداخلية والخارجية ١٠٦
- شكل (١٣-٤) الجدار الساتر قصبي الشكل لتوفير الضوء والظل الطبيعيين ١٠٧
- شكل (١٤-٤) المبنى قبل وبعد التأهيل ١٠٧
- شكل (١٥-٤) الشكل العام للمبنى ١٠٨
- شكل (١٦-٤) توزيع الخلايا الشمسية في غلاف المبنى ١٠٩