



كلية الهندسة

قسم الهندسة المعمارية

## إعادة التأهيل البيئي لمباني عمارة الحداة 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

٢٠١٩-اغسطس



جامعة عين شمس

كلية الهندسة  
قسم الهندسة المعمارية

الاسم : محمد صلاح عبد الرحمن الحديثي  
العنوان : إعادة التأهيل البيئي لمباني عمارة الحداة 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 :

ختم الاجازة :

/ /

/ /

موافقة مجلس الجامعة :

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 إنجاز 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:

.....شکر و تقدیر

أشكر الله العلي العظيم الذي أتم علي نعمته و توفيقه لإتمام هذا البحث، وما  
توفيق إلا من الله.

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

وأتوجه بالشكر إلى أ.د. رندا اسماعيل الدكتور في جامعة القلمون - سوريا  
لدورها الكبير ودعمها، والاستفادة من خبرتها في المجال العلمي

## **الإمداداء .....**

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

والى 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 رَبِّنِي عِلْمًا

صدق الله العظيم

i.....	فهرس المحتويات.....
vi.....	فهرس الأشكال.....
ix.....	فهرس الجداول.....
x.....	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 السبعينيات من القرن العشرين.....
٤.....	٢-١ جذور عمارة الحداثة.....
٥.....	٣-١ أسباب ظهور عمارة الحداثة.....
٥.....	٣-٢-١ العامل الاقتصادي.....
٥.....	٣-٢-٢ الصناعة الإنسانية والتكنولوجيا.....
٥.....	٣-٢-٣ تأثير الفنون التشكيلية.....
٥.....	٣-٢-٤ تطوير الجمالية الجديدة.....
٦.....	٤-١ تيارات عمارة الحداثة.....
٦.....	٤-٢-١ التيار الوظيفي.....
٧.....	٤-٢-٢ تيار العقلانية.....
٧.....	٤-٢-٣ تيار المستقبلي.....
٧.....	٤-٢-٤ التيار الإنساني.....
٧.....	٤-٣ تيار التعبيرية.....
٨.....	٤-٤-١ حركة دي ستيبل.....
٨.....	٤-٣ تيار الموضوعية الجديدة.....
٩.....	٥-١ تأثير التكنولوجيا على عمارة الحداثة.....

٦-١ عماره الحداثة في بغداد.....	١٠
٦-١-١ نشأة عماره الحداثة في بغداد.....	١٠
٦-١-٢ مراحل تطور مدينة بغداد بالتزامن مع ظهور عماره الحداثة.....	١١
٦-١-٣ أولا : مطلع القرن العشرين حتى أواخر العشرينات.....	١١
٦-١-٤ ثانيا: أوائل الثلاثينيات حتى أواخر الخمسينات.....	١١
٦-١-٥ ثالثا: أوائل السبعينيات إلى بداية الثمانينيات.....	١٣
٦-١-٦ تأثير المعماريين الأجانب على عماره الحداثة في بغداد.....	١٤
٦-١-٧-١ المعماري فيليب هيرست.....	١٥
٦-١-٧-٢ المعماري لي كوروزبيه.....	١٥
٦-١-٨ المعماري والتر جروبيوس.....	١٦
٦-١-٩ تأثير المعماريين العراقيين على عماره الحداثة في مدينة بغداد.....	١٨
٦-١-٩-١ المعماري مدحت مظلوم.....	١٨
٦-١-٩-٢ المعماري نيازي فتو.....	١٩
٦-١-٩-٣ المعمارية ألين جودت الأيوبي.....	١٩
٦-١-٩-٤ المعماري جعفر علاوي.....	٢٠
٦-١-١٠ تأثير عماره الحداثة على التخطيط الحضري في مدينة بغداد.....	٢١
٦-١-١١ الكثافة الحضرية.....	٢١
٦-١-١٢ الصورة الحضرية.....	٢١
٦-١-١٣ الفراغات الحضرية.....	٢٢
٦-١-١٤ تأثير الأشكال المعمارية على الفراغ الحضري.....	٢٢
٦-١-١٥ المحددات الأساسية في تنظيم المشهد الحضري وتأثير عماره الحداثة عليه.....	٢٢
٦-١-١٦ النشاطات والفعاليات الإنسانية.....	٢٢
٦-١-١٧ نظم الحركة والوصول.....	٢٣
٦-١-١٨ الخصوصية.....	٢٣
٦-١-١٩ تأثير عماره الحداثة على استعمالات الأرض في مدينة بغداد.....	٢٤
٦-١-٢٠ الانقطاع عن البيئة الحضرية.....	٢٤
٦-١-٢١ التضاد في الكتل المعمارية.....	٢٤
٦-١-٢٢ الخاتمة.....	٢٦
<b>الفصل الثاني: المعالجات البيئية لمباني عماره الحداثة في بغداد</b>	
٢-١ تمهيد.....	٢
٢-٢ الواقع البيئي في العراق/ بغداد.....	٢
٢-٣-١ السمات المعمارية والمعالجات البيئية (السابقة) لمباني الحداثة.....	٢
٢-٣-٢ عماره مطلع القرن العشرين وحتى منتصف الأربعينات من القرن العشرين.....	٢
٢-٤-١ - التصميم.....	٢

٢- الوظيفة.....	٣٠
٣- التكوينات والعلاقة مع الفراغ.....	٣٠
٤- النظام الإنسائي.....	٣١
٥- الجانب التخطيطي.....	٣١
٦- ١- العناصر والمعالجات للمرحلة.....	٣١
٧- ٢- عمارة منتصف الأربعينيات حتى منتصف السبعينيات من القرن العشرين.....	٣٢
٨- ١- التصميم.....	٣٢
٩- ٢- الوظيفة.....	٣٢
١٠- ٣- التكوينات والعلاقة مع الفراغ.....	٣٣
١١- ٤- النظام الإنسائي.....	٣٣
١٢- ٥- العناصر والمعالجات للمرحلة.....	٣٤
١٣- ٦- عمارة منتصف السبعينيات حتى الثمانينيات من القرن العشرين.....	٣٦
١٤- ٧- التصميم.....	٣٦
١٥- ٨- الوظيفة.....	٣٧
١٦- ٩- التكوينات والعلاقة مع الفراغ.....	٣٨
١٧- ١٠- النظام الإنسائي.....	٣٩
١٨- ١١- العناصر والمعالجات للمرحلة.....	٣٩
١٩- ١٢- المفردات المحلية المضافة للمبني في بغداد.....	٤١
٢٠- ١٣- ١- العقد.....	٤١
٢١- ١٤- ٢- الأبراج.....	٤٢
٢٢- ١٥- ٣- الشناشيل(المشرببات).....	٤٣
٢٣- ١٦- ٤- الزخرفة.....	٤٤
٢٤- ١٧- ٥- المؤثرات التطورية للحداثة وتاثيرها على البيئة.....	٤٥
٢٥- ١٨- ٦- الوضع القائم لمبني عمارة الحادة.....	٤٦
٢٦- ١٩- ١- حالة الغلاف الخارجي للمبني القائم.....	٤٦
٢٧- ٢- ٢- حالة الإنسانية للمبني القائم.....	٤٧
٢٨- ٣- الخاتمة.....	٤٩
٢٩- ٧- ٢-	

### **الفصل الثالث: العمارة الخضراء**

٣١- ١- تمهيد.....	٥١
٣٢- ٢- مفهوم العمارة الخضراء.....	٥١
٣٣- ٣- التطور التاريخي والفكري للعمارة الخضراء.....	٥٢
٣٤- ٤- ١- حضارة وادي الرافدين.....	٥٣
٣٥- ٤- ٢- حضارة وادي النيل.....	٥٤
٣٦- ٤- ٣- الحضارة اليونانية.....	٥٤
٣٧- ٤- ٤- حضارة العصور الوسطى.....	٥٤

٥-٣-٣ القرن التاسع عشر.....	٥٥
٤-٣ العمارة الخضراء في القرن العشرين.....	٥٥
٥-٤-٣ العمارة الخضراء في أوائل العشرينيات حتى السبعينيات من القرن العشرين.....	٥٥
٦-٤-٣ العمارة الخضراء في سبعينيات القرن العشرين.....	٥٦
٧-٤-٣ العمارة الخضراء في نهايات القرن العشرين.....	٥٦
٨-٣ العمارة الخضراء في القرن الحادي والعشرين.....	٥٨
٩-٣ أسس ومبادئ العمارة الخضراء.....	٥٨
١٠-٣ مزايا العمارة الخضراء.....	٦٠
١١-٣      أ- مزايا بيئية.....	٦٠
١٢-٣      ب- المزايا الصحية.....	٦٠
١٣-٣      ج- المزايا الاقتصادية.....	٦١
١٤-٣ الوسائل العامة لتحقيق الاستراتيجيات التصميمية للمبني الخضراء.....	٦١
١٥-٣ مفاهيم التصميم البيئي.....	٦٦
١٦-٣ ١-منظومات المبني الأخضر.....	٦٧
١٧-٣ ١-١-منظومات غلاف المبني.....	٦٧
١٨-٣ ١-١-١-منظومة الحوائط للمبني الأخضر.....	٦٨
١٩-٣ ٢-١-منظومة التوافذ والفتحات.....	٧١
٢٠-٣ ٣-١-منظومة السقف للمبني الخضراء.....	٧٢
٢١-٣ ٢-١-منظومة الهيكل الإنشائي للمبني الخضراء.....	٧٤
٢٢-٣ ٣-١-منظومة البيئة الداخلية للمبني الخضراء.....	٧٦
٢٣-٣ ١١-٣ تكنولوجيا النانو.....	٧٨
٢٤-٣ ١٢-٣ أمثلة عالمية حول المبني الخضراء.....	٧٨
٢٥-٣ ١-١٢-٣ مبني إدارة الخدمات الطلابية/ جامعة كاليفورنيا.....	٧٨
٢٦-٣ ٢-١٢-٣ مشروع المركز الترفيهي في جامعة أريزونا.....	٨١
٢٧-٣ ١٣-٣ الخاتمة.....	٨٣

#### **الفصل الرابع: إعادة التأهيل البيئي للمبني القائمة**

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

١٠٤	١٠٤ عمليات التأهيل البيئي للمباني القائمة.....
٩١	٩١ ..... ١-١٠٤ عمليات تخطير منظومة الحوائط.
٩٤	٩٤ ..... ٢-١٠٤ عمليات تخطير منظومة الأسفف.
٩٥	٩٥ ..... ١١-٤ أهمية العطاء النباتي للمباني.
٩٦	٩٦ ..... ١٢-٤ الطاقة الشمسية.....
٩٧	٩٧ ..... ١-١٢-٤ الطاقة الشمسية الكامنة
٩٧	٩٧ ..... ٢-١٢-٤ الطاقة الشمسية النشطة
٩٨	٩٨ ..... ٣-١٢-٤ الطاقة الكهروضوئية.....
١٣٤	١٣٤ معالجة الآثار السلبية للرماد والغبار على المباني القائمة.....
١٠١	١٠١ ..... ١٤-٤ أمثلة عن إعادة التأهيل البيئي للمباني القائمة.....
١٠٢	١٠٢ ..... ١-١٤-٤ مبني أكاديمية(BCA) في سنغافورا
١٠٦	١٠٦ ..... ٢-١٤-٤ مبني المكاتب في الولايات المتحدة.....
١٠٨	١٠٨ ..... ٣-١٤-٤ مركز البحوث التفاعلية حول الاستدامة- جامعة كولومبيا البريطانية.....
١١٢	١١٢ ..... ٤-١٤-٤ مبني سوق ٢٠٠ (Market 200)
١١٥	١١٥ ..... ١٥-٤ الاستراتيجيات المقترحة للتأهيل البيئي لمبني الحادة في بغداد.....
١١٩	١١٩ ..... ١٦-٤ الخاتمة.....

## **الفصل الخامس: دراسة تطبيقية لتأهيل مبني قائم في بغداد**

١٥	١٥ تمهيد.....
١٢١	١٢١ ..... ٢-٥ مبني جامعة بغداد.....
١٢٢	١٢٢ ..... ١-٢-٥ مبني رئاسة الجامعة-جامعة بغداد.....
١٢٤	١٢٤ ..... ٢-٥ أسباب اختيار المبني لغرض التأهيل البيئي.....
١٢٥	١٢٥ ..... ٣-٥ منظومة الغلاف الخارجي للمبني القائم.....
١٢٦	١٢٦ ..... ٤-٥ برنامج التطبيق المستخدم.....
١٢٦	١٢٦ ..... • استخدامات الأساسية للبرنامج.....
١٢٧	١٢٧ ..... • مزايا البرنامج.....
١٢٧	١٢٧ ..... ٥-٥ عمليات تقييم مبني رئاسة جامعة بغداد.....
١٢٨	١٢٨ ..... ١-٥-٥ تقييم منظومة الغلاف الخارجي.....
١٢٨	١٢٨ ..... أولا: الحوائط.....
١٢٨	١٢٨ ..... ثانيا: التوافذ.....
١٣٠	١٣٠ ..... ثالثا: الأسفف.....
١٣٠	١٣٠ ..... ٢-٥ حساب شدة الضوء وكمية الحرارة قبل تطبيق عمليات التأهيل البيئي.....
١٣٠	١٣٠ ..... ٦-٥ عمليات التأهيل البيئي للمبني القائم.....
١٣٠	١٣٠ ..... ١-٦-٥ المعالجات البيئية الافتراضية للغلاف الخارجي.....
١٣٠	١٣٠ ..... أولا: الحوائط الخارجية.....
١٣١	١٣١ ..... ثانياً: التوافذ.....

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

## الفصل السادس : النتائج والتوصيات

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

## فهرس الأشكال

### الفصل الأول

شكل(١-١) : مدرسة الباو هاوس.....	٢
شكل(٢-١) مبني سيررام في نيويورك ، للمعماري ميس فان دوره عام ١٩٥٨ .....	٤
شكل(٣-١) برج اينشتاين احد رموز المباني التعبيرية للمعماري الألماني أيريك مدلسون.....	٨
شكل(٤-١) أهم أعمال تيار (دي ستيل) .....	٨
شكل(٥-١) القصر البلوري للمعماري (جوزيف باكتون).....	٩
شكل(٦-١) برج ايفل للمهندس(غواستاف ايفل).....	١٠
شكل(٧-١) مبني مصرف الرافدين في المرحلة الأولى للمعماري .....	١٧
شكل(٨-١)القاعة الرياضية في بغداد للمعماري (لوكوربوزيه).....	١٧
شكل(٩-١) مبني(جامعة بغداد) مرحلة مهمة في فترة الحداثة في مدينة بغداد، للمعماري والتر غروبيوس(١٩٥٧).....	١٨
شكل(١٠-١) مبني الهلال الأحمر للمعمارية ألين جودت الأيوبي.....	١٩
شكل(١١-١) مبني عمارة مرجان (١٩٥٤) واحد من أهم التجارب العراقية في فترة الحداثة.....	٢٠
شكل(١٢-١) التوحيد في الشكل والعناصر ومواد الإناء المستخدمة أعطاها الطابع الإداري.....	٢٣
شكل(١٣-١) تأثير عمارة الحداثة من خلال التضاد وتتنوع 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) المبني منفرد ومحاط بالفراغات واستمرار التناظر.....	٣١
• شكل(٤-٢) مبني مصرف الرافدين في مرحلته النهائية.....	٣٢
• شكل(٥-٢) مبني أندفيش عبود يتميز بتكوينه ذو الكتلة المنفردة، وملائمة الشكل الأسطواني للمنفذة.....	٣٣
• شكل(٦-٢) مبني 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) مبني الدفتردار ونلاحظ وجود الكاسرات الخرسانية.....	٣٥
• شكل(٩-٢) مبني خان البasha، استخدام الشاشات لمرور أشعة الشمس.....	٣٦
• شكل(١٠-٢) وضوح أماكن الحركة العمودية في المبني من خلال الأبراج في زوايا المبني.....	٣٦
• شكل(١١-٢) مبني انحصار التبوغ للمعماري رفت الجادرجي.....	٣٧
• شكل(١٢-٢) مبني مصلحة الكهرباء.....	٣٧
• شكل(١٣-٢) التكوين الحر للمبني ذو الواجهات الأربع.....	٣٨
• شكل(١٤-٢) مجموعة من مباني إدارية ذات المقياس الضخم والتكوين الحر.....	٣٨
• شكل(١٥-٢) النوافذ الغائرة في المبني، أحدى المعالجات البيئية المستخدمة.....	٣٩
• شكل(١٦-٢) مبني المالية ونلاحظ الكاسرات الخرسانية على كامل المبني.....	٤٠
• شكل(١٧-٢) العقد النافر واستعماله بطريقة توفر الظل والضوء المناسب للمبني.....	٤٠
• شكل(١٨-٢) تشكيل العقود محاولة لتوظيف التراث مع الحداثة بالإضافة للمعالجات البيئية.....	٤١
• شكل(١٩-٢) مبني 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 لمبني المكتبة للمعمارى محمد مكية.....	٤٣
• شكل(٢٢-٢) مفردة المشربية بشكل تجريدي من الطوب.....	٤٣
• شكل(٢٣-٢) مبني 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) المبني بعد إضافة الزجاج في الواجهة الأمامية والإهمال الواضح للمبني.....	٤٦
• شكل(٢٧-٢) تغليف الواجهة بالكوبوند والذي يزيد من اكتساب المبني للحرارة... ..	٤٦
• شكل(٢٨-٢) مبني الرهون حيث إزالة الكاسرات المعدنية.....	٤٧
• شكل(٢٩-٢) إهمال المبني أدى إلى تصدع في الغلاف الخارجي.....	٤٨

• شكل(٢-٣) مبني مصرف المصرف العقاري، إهمال كامل بعد تعرض المبني للتخريب.....	٤٨
--	----

### **الفصل الثالث**

• شكل(١-٣) الفناءات المفتوحة في العمارة الرافدية.....	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 الوجه الشمسي المباشر.....	٨٠
• شكل(١٠-٣) حركة الهواء داخل المبني والاستفادة من ضوء النهار.....	٨٠
• شكل(١١-٣) التشفافية 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 المبني 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) المبني متوسط الأشجار التي تحمي من أشعة الشمس.....	١٠٣
• شكل(٨-٤) المدخنة الشمسية.....	١٠٤
• شكل(٩-٤) الأنابيب في سقف المبني 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) المبني قبل وبعد التأهيل.....	١٠٧
• شكل(١٥-٤) التشكيل العام للمبني.....	١٠٨
• شكل(١٦-٤) توزيع الخلايا الشمسية في غلاف المبني.....	١٠٩