الواجهات الخضراء وتأثيرها على كفاءة إستهلاك الطاقة فى المبانى

" دراسة لإستخدام النباتات على واجهات المبانى السكنية ذات التوجيه الواحد بالمجتمعات العمرانية الجديدة "

إعداد

المهندسة / مروة هشام سالم الزقلة

رسالة مقدمة إلى جامعة القاهرة - كلية الهندسة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة **ماجيستير العلوم**

فى

الهندسة المعمارية

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

الجيزة – جمهورية مصر العربية

٢٠١٧

الواجهات الخضراء وتأثيرها على كفاءة إستهلاك الطاقة فى المبانى

" دراسة لإستخدام النباتات على واجهات المبانى السكنية ذات التوجيه الواحد بالمجتمعات العمرانية الجديدة "

إعداد

المهندسة / مروة هشام سالم الزقلة

رسالة مقدمة إلى جامعة القاهرة - كلية الهندسة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة **ماجيستير العلوم**

فى

الهندسة المعمارية

تحت إشراف

أستاذ دكتور/ **أحمد رضا عابدين**

أستاذ العمارة والتحكم البيئى

قسم الهندسة المعمارية

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

دكتورة / **نشوى يوسف**

قائم بأعمال رئيس قسم الهندسة المعمارية

معهد أكتوبر العالى

للهندسة والتكنولوجيا

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

الجيزة – جمهورية مصر العربية

٢٠١٧

الواجهات الخضراء وتأثيرها على كفاءة إستهلاك الطاقة فى المبانى

" دراسة لإستخدام النباتات على واجهات المبانى السكنية ذات التوجيه الواحد بالمجتمعات العمرانية الجديدة "

إعداد

المهندسة / مروة هشام سالم الزقلة

معيدة بقسم العمارة كلية الهندسة - المعهد الكندى العالى لتكنولوجيا الهندسة والإدارة

رسالة مقدمة إلى جامعة القاهرة - كلية الهندسة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة **ماجيستير العلوم**

فى

الهندسة المعمارية

يعتمد من لجنة الممتحنين:

الأستاذ الدكتور/ عباس محمد الزعفرانى	(الممتحن الخارجى) .....
(أستاذ وعميد كلية تخطيط عمرانى – جامعة القاهرة)	
الأستاذ الدكتور/ أحمد أحمد فكرى	(الممتحن الداخلى) .....
(أستاذ التصميم والعمارة بكلية الهندسة – جامعة القاهرة)	
الأستاذ الدكتور/ أحمد رضا عابدين	(المشرف الرئيسى) .....
(أستاذ العمارة والتحكم البيئى – جامعة القاهرة)	

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

الجيزة – جمهورية مصر العربية

٢٠١٧

مهندسة: مروة هشام سالم الزقلة

تاريخ الميلاد: ١٩٩٢/٤/٧

الجنسية: مصرية

تاريخ التسجيل: ٢٠١٣/١٠/١

تاريخ المنح: ...../...../٢٠١٧

الدرجة: ماجيستسر العلوم

القسم: الهندسة المعمارية

المشرفون:

أ.د./ أحمد رضا عابدين (أستاذ العمارة والتحكم البيئى – جامعة القاهرة)

دكتورة / نشوى يوسف (قائم بأعمال رئيس قسم الهندسة المعمارية – معهد أكتوبر العالى للهندسة والتكنولوجيا)

الممتحنون:

أ.د./ عباس محمد الزعفرانى (ممتحن خارجى), أستاذ وعميد كلية تخطيط عمرانى – جامعة القاهرة

أ.د./ أحمد أحمد فكرى (ممتحن داخلى), أستاذ بكلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.د./ أحمد رضا عابدين (مشرف رئيسى), أستاذ العمارة والتحكم البيئى – جامعة القاهرة

عنوان الرسالة:

الواجهات الخضراء وتأثيرها على كفاءة إستهلاك الطاقة فى المبانى

" دراسة لإستخدام النباتات على واجهات المبانى السكنية ذات التوجيه الواحد بالمجتمعات العمرانية الجديدة "

الكلمات الدالة:

أنظمة التخضير الرأسى – الواجهات الخضراء – كفاءة إستهلاك الطاقة

ملخص الرسالة:

تتطرق الرسالة إلى طرح أنظمة الواجهات الخضراء كأحد الوسائل التى يمكن إستخدامها لتقليل إستهلاك الطاقة وتقليل إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون داخل الفراغات السكنية. حيث ناقش البحث مفهوم انظمة التخضير الرأسى بصورة عامة وأنظمة الواجهات الخضراء كأحد أنظمة التخضير الراسى بصورة خاصة ومدى تأثيرها على البيئة الطبيعية والعمران والمبنى, وأيضا عن طريق دراسة الأنظمة الإنشائية وذلك للتوصل إلى قائمة مرجعية لأسس وضوابط التصميم. وأخيرا من خلال الدراسة العملية, يتم دراسة تأثير تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء بإستخدام برنامج المحاكاه Design Builder على وحدة سكنية ذات التوجيه الواحد للإسكان المتوسط التابعة لوزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية مع إختلاف التوجيهات (كل ٣٠° بدءا من الشمال) للتوصل إلى أفضل توجيه للتطبيق لتحقيق أعلى كفاءة لإستهلاك الطاقة, ويتم إستخلاص النتائج والتوصيات التى تهدف إلى دور أنظمة الواجهات الخضراء فى تحقيق أعلى كفاءة لإستهلاك الطاقة.

الشكر والتقدير

الحمد لله الذى أعطانى القوة والأمل لإتمام هذا العمل فى ظل الظروف الصعبة. شاكرة الله عز وجل على فضله العظيم ونعمه الجليلة.

والدى الفاضل واستاذى الجليل:

أستاذ دكتور/ أحمد رضا عابدين

أستاذ العمارة والتحكم البيئى - كلية الهندسة – جامعة القاهرة

لقد شرفت بإشرافك على رسالتى ولن تفى كلماتى لأشكر لك على ما بذلته من جهد شاق لمتابعة رسالتى وإنجازها. لك منى كل الشكر والتقدير والإمتنان فقد كنت خير العون. أشكرك على كل ما علمتنى إياه على المستوى الشخصى والعلمى والبحثى.

دكتورة/ نشـــوى يـــوسـف

قائم بأعمال رئيس قسم الهندسة المعمارية – معهد أكتوبر العالى للهندسة والتكنولوجيا

أتوجه لكى بكل الشكر والتقدير على التوجيهات القيمة التى أنارت لى الطريق وأعانتنى على إستكمال البحث لكى منى جزيل الشكر والتقدير والإمتنان.

وأتوجه أيضا بخالص الشكر والتقدير إلى أساتذة قسم العمارة بكلية الهندسة, جامعة القاهرة على إستضافتهم لى لعمل بحثى وتوفير كل الإمكانات اللازمة.

وأتوجه بالشكر إلى أ.د. على صبور أستاذ بقسم النبات الزراعى, كلية زراعة جامعة القاهرة على مجهوده ودعمه لى ومساعدتى فى الحصول على المعلومات اللازمة.

وأخيرا أتقدم بخالص شكرى إلى والدى ووالدتى وزوجى العزيز وزملائى فى العمل على دعمهما الدائم لى فقد كنتم نعم العون والسند لإنجاز هذا العمل.

الباحثة المهندسة / مروة هشام سالم الزقلة

إهداء

أهدى عملى المتواضع إلى والدى ووالدتى وأسرتى الغالية فلطالما رجوت الله أن يروا ثمرة جهدى فأكون سببا فى إدخال الفرحة لقلوبكم وأرجوا من الله أن أكون دائما فخرا لكم.

أهدى إليك هذا العمل صاحب البسمة الحانية التى كانت سببا فى أمل بعد إحباط وقوة بعد ضعف وسكينة بعد حزن

أهديه إليك زوجى العزيز "مصطفى" فقد طنت لى طاقة أمل لا تنقطع وكنت دعما لى عند الحاجة, أدعو الله عز وجل أن يكون عملى مبعثا للفخر بزوجتك فى حياتى وبعد مماتى.

أدعو الله عزل وجل أن تلاقى هذه الرسالة قبولا وإستحسانا لتكون علما ينتفع به

قائمة المحتويات

الشكر والتقدير i
الإهداء ii
قائمة المحتويات iii
قائمة الأشكال vi
قائمة الجداول xi
الملخص xiii

الفصل الأول: مقدمة صـ

١-١ تقديم ١
١-٢ المشكلة البحثية ١
١-٣ أهداف البحث ١
١-٤ فرضية البحث ١
١-٥ التساؤولات البحثية ٢
١-٦ المنهجية البحثية ٢
١-٧ هيكل البحث ٤

الفصل الثانى: البنية التحتية الطبيعية و أنظمة التخضير الرأسى بين المفهوم والأهمية صـ

٢-١ مقدمة ٦
٢-٢ البنية التحتية الطبيعية Green Infrastructure ٦
٢-٢-١ أسباب الإتجاه إلى البنية التحتية الطبيعية بديلا للبنية التحتية الصناعية ٨
٢-٣ تنسيق الموقع فى الأتجاهين الافقى والرأسى ٨
٢-٤ أنظمة التخضير الرأسى Vertical Greening Systems ١٠
٢-٥ لمحة تاريخية عن أنظمة التخضير الرأسى ١٠
٢-٦ التخضير الرأسى والمفهوم ١١
٢-٦-١ أنظمة التخضير الرأسى ١٢
٢-٧ أنظمة التخضير الرأسى والأهمية الوظيفية ٢٠
٢-٨ العلاقة التبادلية بين أنظمة التخضير الرأسى والبيئة المشيدة ٢١
٢-٨-١ أثر البيئة المشيدة على البيئة الطبيعية ٢١

٢-٨-٢ دور أنظمة التخضير الرأسى فى تحسين أثر البيئة المشيدة على البيئة الطبيعية ٢٢
١- تأثير أنظمة التخضير الرأسى على مستوى العمران..... ٢٢
٢- تأثير أنظمة التخضير الرأسى على مستوى المبنى..... ٢٥
٢-٩ إعتبارات نظم التقييم البيئى لأنظمة التخضير الرأسى..... ٣١
ملخص الفصل الثانى..... ٣٣

الفصل الثالث: نظم وتكنولوجيا الواجهات الخضراء صـ

٣-١ مقدمة..... ٣٤
٣-٢ الواجهات الخضراء والمفهوم..... ٣٤
٣-٣ تكنولوجيا الواجهات الخضراء..... ٣٥
٣-٣-١ النظم الإنشائية..... ٣٥
٣-٣-٢ العزل وتسرب المياه..... ٣٩
٣-٣-٣ الرى وتغذية النباتات..... ٤١
٣-٣-٤ الحياة النباتية..... ٤٢
٣-٣-٤-١ الحياة النباتية ومقاومة الحشرات..... ٤٥
٣-٤ الجوانب الفنية للواجهات الخضراء..... ٤٥
٣-٥ إمكانات الواجهات الخضراء..... ٤٦
٣-٦ محددات الواجهات الخضراء..... ٥٢
٣-٧ عوامل نجاح الواجهات الخضراء..... ٥٤
٣-٨ الصيانة..... ٥٤
٣-٩ العوامل الإقتصادية (الميزانية الإنشائية)..... ٥٥
ملخص الفصل الثالث..... ٥٦

الفصل الرابع: الواجهات الخضراء – نحو أسس وضوابط الواجهات الخضراء صـ

٤-١ المقدمة..... ٥٨
٤-٢ تجربة الواجهات الخضراء..... ٥٩
٤-٢-١ تجربة الواجهات الخضراء فى أستراليا..... ٥٩
٤-٢-٢ تجربة الواجهات الخضراء فى الدول الأسيوية..... ٦١
٤-٢-٣ تجربة الواجهات الخضراء فى أمريكا الجنوبية..... ٦٤
٤-٢-٤ تجربة الواجهات الخضراء فى الدول العربية..... ٦٦
٤-٢-٥ تجربة الواجهات الخضراء فى مصر..... ٦٧

٤-٣ الإعتبارات التصميمية لتطبيق أنظمة الواجهات الخضراء ٧٢
٤-٤ أسس وضوابط تصميم الواجهات الخضراء ٧٤
ملخص الفصل الرابع ٧٥

الفصل الخامس: الدراسة العملية – تأثير أنظمة الواجهات الخضراء على تقليل إستهلاك الطاقة فى المبانى السكنية صـ

٥-١ المقدمة ٧٧
٥-٢ التعريف ببرنامج المحاكاه Design Builder ٧٩
٥-٣ إعداد النموذج الأصلى فى برنامج المحاكاه Design Builder ٧٩
٥-٤ دراسة الثوابت فى التجربة ٨٢
٥-٥ دراسة المتغيرات فى التجربة ٨٤
٥-٦ المحددات ٨٦
٥-٧ نتائج الدراسة العملية ٨٧
٥-٨ مناقشة الدراسة العملية ١٠٦
٥-٩ ملخص الفصل الخامس ١١٣

الفصل السادس: الإستنتاجات والتوصيات صـ

٦-١ المقدمة ١١٤
٦-٢ الأهداف التى تم تحقيقها ١١٤
٦-٣ الفرضيات التى تم تحقيقها ١١٥
٦-٤ الإستنتاجات ١١٥
٦-٥ التوصيات ١١٥
٦-٦ الدراسات المستقبلية ١١٦

صـ

المراجع ١١٧
الملاحق ١٣٠

قائمة الأشكال

صـ

شكل (١-١) المنهجية البحثية ٣
شكل (١-٢) هيكل البحث ٥
شكل (٢-١) التغيير من البنية التحتية الصناعية إلى البنية التحتية الطبيعية ٨
شكل (٢-٢) منطقة تلال زينهم بعد التطوير ٩
شكل (٢-٣) مدينة الشيخ زايد – إسكان فاخر ٩
شكل (٢-٤) تطبيق العامل الأخضر Seattle..... ١١
شكل (٢-٥) الفروق الأساسية بين مبادئ التخضير الرأسى ١٢
شكل (٢-٦) تكنولوجيا التخضير الرأسى (الجذور فى باطن الأرض)..... ١٢
شكل (٢-٧) تكنولوجيا التخضير الرأسى (الجذور فى ركائز إصطناعية)..... ١٢
شكل (٢-٨) أنظمة التخضير الرأسى..... ١٢
شكل (٢-٩) أنواع الحوائط الخضراء ١٣
شكل (٢-١٠) وحدات زرع النباتات المربعة والمستطيلة..... ١٤
شكل (٢-١١) وحدات على شكل موجة ١٤
شكل (٢-١٢) طريقة رى وحدات الحوائط الحية..... ١٤
شكل (٢-١٣) قطاع فى حائط مزروع على هيئة بساط مزروع ١٥
شكل (٢-١٤) تصميم حصيرة الغطاء النباتى ١٥
شكل (٢-١٥) الركائز المعدنية لوضع النباتات والأنابيب الألومينيوم التى تحمل الركائز.... ١٥
شكل (٢-١٦) طريقة تثبيت حائط الفيتو..... ١٦
شكل (٢-١٧) تفصيلة رأسية لحائط الفيتو ١٦
شكل (٢-١٨) نظام تثبيت الألومينيوم Aluminum Fix-Lid..... ١٦
شكل (٢-١٩) وحدات الحائط الفلورى ١٦
شكل (٢-٢٠) إنتاج النبات للهواء النقى وتنقيته من VOC's..... ١٧
شكل (٢-٢١) مخطط لتشغيل نظام الحائط البيولوجى ١٧
شكل (٢-٢٢) أنواع الواجهات المزروعة ١٨
شكل (٢-٢٣) شكل الواجهات المزروعة طبيعيا ١٨
شكل (٢-٢٤) الوحدات الخرسانية ١٩
شكل (٢-٢٥) الفرق بين كمية الملوثات فى شارع مزروع وأخر غير مزروع..... ٢٠
شكل (٢-٢٦) دور النباتات فى تقليل الغبار والأتربة وتنقية الهواء ٢٠
شكل (٢-٢٧) تأثير الإستخدامات المختلفة للمبانى على المناخ العمرانى..... ٢١
شكل (٢-٢٨) مقارنة بين درجة الحرارة داخل المدينة ومنطقة أخرى مزروعة بمدينة سنغافورة..... ٢٢

شكل (٢-٢٩) زيادة جودة الهواء الداخلى ٢٣
شكل (٢-٣٠) إمتصاص الملوثات وأكاسيد الكربون ٢٣
شكل (٢-٣١) جدار أخضر حر مزروع ٤ أنواع من الكروم الأصلى للمساعدة فى تعزيز التنوع البيولوجى ٢٤
شكل (٢-٣٢) أشكال الواجهات الخضراء فى فصول السنة المختلفة ٢٥
شكل (٢-٣٣) توزيع درجات الحرارة فى الواجهات الشرقية ٢٥
شكل (٢-٣٤) الواجهة المزروعة لمعهد الفيزياء بجامعة هومبلت ٢٦
شكل (٢-٣٥) دور الواجهات الخضراء فى التهوية والحفاظ على البيئة فى منزل Stacking Green ٢٧
شكل (٢-٣٦) الفرق بين نسبة التلوث والتهوية فى مبنى عادى ومبنى مستخدم النباتات كمنقى طبيعى ٢٨
شكل (٢-٣٧) نظام NEDLAW للحوائط الحية ٢٨
شكل (٢-٣٨) طريقة رى النباتات فى أنظمة التخضير الرأسى ٢٩
شكل (٢-٣٩) إستخدام المياه المعاد تدويرها فى رى نباتات أنظمة التخضير الرأسى ٢٩
شكل (٢-٤٠) تحسين المشهد البصرى فى جسر بفرنسا (قبل – بعد) ٢٩
شكل (٢-٤١) تعزيز القيمة الجمالية وحماية المبنى ٣٠
شكل (٢-٤٢) زراعة الواجهات بنباتات مثمرة فى حديقة جلاديز بمدينة لوس أنجلوس ٣٠
شكل (٢-٤٣) ضم الحوائط الخضراء كأحد أنظمة التخضير الرأسى كعامل معتمد للمدينة الخضراء فى عامل سياتل الأخضر Green Seattle Factor ٣٢
شكل (٣-١) تقسيم الواجهات الخضراء ٣٤
شكل (٣-٢) نظام النباتات المتسلقة مباشرة على الواجهة ٣٥
شكل (٣-٣) نظام النباتات المتسلقة بأنظمة إنشائية على الواجهة ٣٥
شكل (٣-٤) وحدات التعريشة القياسية ٣٦
شكل (٣-٥) النباتات المتسلقة التى تتصل بالجدار ومن الممكن أن تلتف على سطح المبنى وتدخل فى الفتحات الموجودة فى الجدار ٣٦
شكل (٣-٦) معلومات عن نظام الشاشة الخضراء ٣٦
شكل (٣-٧) مثال على تطبيق نظام الواجهات المنسقة ٣٧
شكل (٣-٨) وحدات النباتات المعلقة أسفل الواجهة ٣٧
شكل (٣-٩) وحدات النباتات المعلقة أعلى الواجهة ٣٧
شكل (٣-١٠) وحدات النباتات الكتصلة بنظام إنشائى معلق على الواجهة ٣٨
شكل (٣-١١) نظام الحاويات ٣٨
شكل (٣-١٢) نظام شبكات الكابلات والأسلاك ٣٩
شكل (٣-١٣) رسم تخطيطى لنظام شبكة الأسلاك ٣٩
شكل (٣-١٤) وصلات المشابك الصليبية فى نظام الكابلات ٣٩

شكل (٣-١٥) نظام شبكات الكابلات والأسلاك الذى يتسم بالمرونة ويتم تصنيعه مسبق خارج الموقع..... ٣٩
شكل (٣-١٦) سنترال بارك, سيدنى ٤٠
شكل (٣-١٧) إستخدام المتسلقات كأحد طرق تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء..... ٤٣
شكل (٣-١٨) نمو النباتات العشبية Euonymus Fortunei..... ٤٤
شكل (٣-١٩) صورة بالأشعة تحت الحمراء لمبنى رايت, بوسطن فى صيف ٢٠٠٩ عند درجة حرارة ٢١°م (يمينا) و مبنى تمب Temp فرق درجات الحرارة بين الواجهة المغطاه بالنباتات والواجهة التقليليدية (شمالا)..... ٤٧
شكل (٣-٢٠) تجربة بيوشادر Bio-Shader ٤٨
شكل (٣-٢١) قطاع رأسى لتجربة بيوشادر ٤٨
شكل (٣-٢٢) حركة الهواء فى شارع ذو واجهات خضراء وأخر به أشجار..... ٤٩
شكل (٣-٢٣) الفرق بين تركيز ثانى أكسيد الكبريت فى الهواء فى الواجهات الخضراء والمبانى التقليلدية ٤٩
شكل (٣-٢٤) مقارنة بين واجهة قبل وبعد إستخدام الواجهات الخضراء..... ٥٢
شكل (٤-١) شكل واجهات بعض المبانى السكنية فى مصر..... ٥٨
شكل (٤-٢) شكل عمارات سكنية لإسكان الشباب بالسادس من إكتوبر ٥٨
شكل (٤-٣) يوضح عمارة سكنية بإيطاليا ٥٨
شكل (٤-٤) رسم توضيحى يوضح دور زراعة الواجهة الشمالية على توفير الظل ٦٠
شكل (٤-٥) يوضح الواجهات الخضراء فى مبنى Council House ٢ (CH٢) وإستخدام نظام الأسلاك المعدنية..... ٦٠
شكل (٤-٦) قطاع ومسقط أفقى توضيحى يوضح وظيفة الواجهات المزروعة والكاسرات والنوافذ الزجاجية الموجودة فى المبنى..... ٦٠
شكل (٤-٧) مبنى Newton Suits بسنغافورة ٦٢
شكل (٤-٨) مبنى IDEO Morphe ٣٨ Tower بتايلاند..... ٦٣
شكل (٤-٩) مبنى جيراميركى السكنى Gramercy Residences بالفلبين ٦٤
شكل (٤-١٠) مبنى Consorcio بسنتياغو ٦٥
شكل (٤-١١) تحليل لإختيار طريقة التخضير الرأسى بهدف توفير الظل بإستخدام النباتات ٦٥
شكل (٤-١٢) نظام الحاويات للواجهات الخضراء وطريقة التركيب على واجهة المبنى ٦٦
شكل (٤-١٣) فندق نوفوتيل بدبى ٦٧
شكل (٤-١٤) مبنى البنك التجارى الدولى CIB بالتجمع الخامس..... ٦٨
شكل (٥-١) معدل الراحة الحرارية للتجويف الهوائى - شهريا..... ٧٩
شكل (٥-٢) معدل الراحة الحرارية للتجويف الهوائى - سنويا..... ٨٠
شكل (٥-٣) نماذج وحدات الإسكان المتوسط – وحدات ذات التوجيه الواحد ٨١
شكل (٥-٤) قطاع يوضح خصائص ومواد الوضع الحالى..... ٨١

شكل (٥-٥) نموذج التجربة ٨١
شكل (٥-٦) شكل أوراق نبات اللبلاب المتسلق Hedera Helix Ivy ٨٣
شكل (٥-٧) خصائص ومواد أنظمة الواجهات الخضراء: نباتات تنمو مباشرة على الواجهة٨٥
شكل (٥-٨) خصائص ومواد أنظمة الواجهات الخضراء: نباتات تنمو على نظام هيكلى مثبت على الواجهة ٨٦
شكل (٥-٩) تفاصيل ومحددات أنظمة الواجهات الخضراء المستخدمة فى التجربة العملية على برنامج Design Builder ٨٧
شكل (٥-١٠) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه شمالا ٨٨
شكل (٥-١١) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه شمالا ٨٨
شكل (٥-١٢) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ٣٠° ٨٩
شكل (٥-١٣) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ٣٠° ٩٠
شكل (٥-١٤) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ٦٠° ٩١
شكل (٥-١٥) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ٦٠° ٩١
شكل (٥-١٦) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه شرقا ٩٢
شكل (٥-١٧) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه شرقا ٩٣
شكل (٥-١٨) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ١٢٠° ٩٤
شكل (٥-١٩) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ١٢٠° ٩٤
شكل (٥-٢٠) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ١٥٠° ٩٥
شكل (٥-٢١) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ١٥٠° ٩٦
شكل (٥-٢٢) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه جنوبا ٩٧
شكل (٥-٢٣) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه جنوبا ٩٧
شكل (٥-٢٤) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ٢١٠° ٩٨
شكل (٥-٢٥) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ٢١٠° ٩٩
شكل (٥-٢٦) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ٢٤٠° ١٠٠
شكل (٥-٢٧) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ٢٤٠° ١٠٠
شكل (٥-٢٨) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه غربا ١٠١
شكل (٥-٢٩) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه غربا ١٠٢
شكل (٥-٣٠) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ٣٠٠° ١٠٣
شكل (٥-٣١) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ٣٠٠° ١٠٣
شكل (٥-٣٢) الطاقة التى تستهلكها الوحدة شهريا – توجيه ٣٣٠° ١٠٤
شكل (٥-٣٣) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – توجيه ٣٣٠° ١٠٥
شكل (٥-٣٤) الطاقة التى تستهلكها الوحدة سنويا – فى حالة التوجيهات المختلفة ١٠٦
شكل (٥-٣٥) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – فى حالة التوجيهات المختلفة ١٠٦

شكل (٥-٣٦) كمية الطاقة التى تستهلكها الوحدة سنويا – فى حالة التوجيهات المختلفة لكلا من النموذج الأصلى, نباتات تنمو مباشرة على الواجهة بدون وجود تجويف هوائى, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠سم – وتوضح أفضل توجية فى حالة ٢٤٠° ١٠٧

شكل (٥-٣٧) كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة – فى حالة التوجيهات المختلفة لكلا من النموذج الأصلى, نباتات تنمو مباشرة على الواجهة بدون وجود تجويف هوائى, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠سم – وتوضح أفضل توجية فى حالة ٢٤٠° ١٠٨

شكل (٥-٣٨) النسبة المئوية للخفض فى إستهلاك الطاقة التى تستهلكها الوحدة سنويا – فى حالة التوجيهات المختلفة عند تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء (نباتات تنمو مباشرة على الواجهة بدون وجود تجويف هوائى, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠سم) – وتوضح أفضل توجية فى حالة ٢٤٠° ١٠٩

شكل (٥-٣٩) كمية الطاقة التى تستهلكها الوحدة سنويا – فى حالة التوجيهات ٢١٠°, ٢٤٠°, غربا عند تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء – بفرضية أن الحائط مصمت ١١٠

شكل (٥-٤٠) كمية ثانى أكسيد الكربون المنبعثة سنويا – فى حالة التوجيهات ٢١٠°, ٢٤٠°, غربا عند تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء – بفرضية أن الحائط مصمت ١١٠

شكل (٥-٤١) النسب المئوية للخفض فى إستهلاك الطاقة التى تستهلكها الوحدة سنويا – فى حالة التوجيهات ٢١٠°, ٢٤٠°, غربا عند تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء (نباتات تنمو مباشرة على الواجهة بدون وجود تجويف هوائى, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠سم) – وتوضح أفضل توجية فى حالة ٢٤٠° – بفرضية أن الحائط مصمت.... ١١١

شكل (٥-٤٢) النسب المئوية للخفض فى كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة سنويا – فى حالة التوجيهات ٢١٠°, ٢٤٠°, غربا عند تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء (نباتات تنمو مباشرة على الواجهة بدون وجود تجويف هوائى, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠سم) – وتوضح أفضل توجية فى حالة ٢٤٠° – بفرضية أن الحائط مصمت.... ١١٢

شكل (٥-٤٣) أفضل نتائج للتطبيق أنظمة الواجهات الخضراء كلما كان التوجيه أقرب للجنوب الغربى – أفضل تطبيق عند التوجيه بزاوية ٢٤٠° ١١٣

شكل (١) نظام الرى فى حاويات ١٣١

شكل (٢) التراسات المتدرجة, مبنى ACROS ١٣١

شكل (٣) البلكونات الكابولى المزروعة, مبنى Bosco Verticale ١٣٢

قائمة الجداول

صـ

جدول (٢-١) المعدلات التخطيطية للمناطق المفتوحة فى مصر ٦

جدول (٢-٢) فوائد البنية التحتية الطبيعية ٧

جدول (٢-٣) مقارنة بين البنية التحتية الطبيعية والصناعية ٧

جدول (٣-١) مميزات وعيوب الواجهات الخضراء ٤٦

جدول (٣-٢) دور الواجهات الخضراء (مع ترك ٥سم تجويف هوائى بين النبات والواجهة) فى زيادة من قيمة المقاومة الحرارية R-Value مما يعمل على تقليل معامل الإنتقال الحرارى الكلى U-Value ٤٧

جدول (٣-٣) نتيجة دراسة تأثير الواجهات المزروعة على عزل الصوت ٥٠

جدول (٣-٤) نظرة عامة عن محددات وإمكانات الواجهات الخضراء ٥٣

جدول (٣-٥) أسس تحليل وإستراتيجيات تطبيق أنظمة التخضير الرأسى لضمان كفاءتها... ٥٧

جدول (٤-١) المقارنة بين الأمثلة العالمية والمحلية بإستخدام أسس تحليل وإستراتيجيات تطبيق أنظمة التخضير الرأسى ٦٩

جدول (٤-٢) منهجية تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء ٧٤

جدول (٥-١) الطبقات والخصائص الحرارية لطبقات النموذج اللأصلى ٨٠

جدول (٥-٢) معايير إختيار النباتات للتجربة العملية ٨٢

جدول (٥-٣) خصائص نبات اللبلاب المتسلق Hedera Helix Ivy ٨٣

جدول (٥-٤) الطبقات والخصائص الحرارية لطبقات نموذج الواجهات الخضراء – نباتات تنمو مباشرة على الواجهة ٨٥

جدول (٥-٥) الطبقات والخصائص الحرارية لطبقات نموذج الواجهات الخضراء – نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠سم ٨٦

جدول (٥-٦) مقدار الطاقة التى تستهلكها الوحدة, كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة (النموذج الأصلى, نباتات تنمو مباشرة على الواجهة, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠ سم – توجيه شمالا ٨٩

جدول (٥-٧) مقدار الطاقة التى تستهلكها الوحدة, كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة (النموذج الأصلى, نباتات تنمو مباشرة على الواجهة, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠ سم – توجيه ٣٠° ٩٠

جدول (٥-٨) مقدار الطاقة التى تستهلكها الوحدة, كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة (النموذج الأصلى, نباتات تنمو مباشرة على الواجهة, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠ سم – توجيه ٦٠° ٩٢

جدول (٥-٩) مقدار الطاقة التى تستهلكها الوحدة, كمية ثانى إكسيد الكربون المنبعثة (النموذج الأصلى, نباتات تنمو مباشرة على الواجهة, نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف هوائى ٤٠ سم – توجيه شرقا ٩٣