أنظمة الواجهات الخضراء

مهندسة/ مروة هشام سالم الزقلة*

نبذة مختصرة

تعد المسطحات الخضراء والعمارة المستدامة ذات أهمية كبيرة للنظام البيئى والأفراد المحيطة به. وبالرغم من ذلك فإن نسبة المسطحات الخضراء فى نقص مستمر نظرا لسلوك الإنسان الخاطئ نحو البيئة المحيطة. لذلك فإن هناك العديد من المراحل للوصول إلى الإستدامة وتقليل الضرر الناتج عن نقص المسطحات الخضراء: أولا يجب التوقف عن تلويث وتدمير البيئة، ثانيا تحويل المبانى الهيكلية التقليدية إلى مبانى خضراء، ثالثا إعادة التدوير والإستخدامات للمخلفات والمواد الناتجة، وأخيرا المتابعة المستمرة والصيانة الدورية لضمان النجاح.

الهدف الرئيسى من البحث تقليل الضرر الناتج من نقص المسطحات الخضراء عن طريق إستخدام أنظمة الواجهات الخضراء كأحد أنظمة التخضير الرأسى. وتشير الواجهات الخضراء إلى كيفية البناء دون تدمير البيئة، الزيادة من جودة الهواء الداخلى والخارجى نوعيا عن طريق تقليل الملوثات العالقة بالجو وحراريل عن طريق إمتصاص أكاسيد الكربون مما يعمل على تقليل تأثير الجزر الحرارية، تقليل إستهلاك الطاقة، زيادة الراحة الحرارية داخل الفراغات، دمج النباتات الطبيعية مع المبانى بصورة لا تضر المبنى وتعزز من نسبة المسطحات الخضراء وتقليل الضرر الناتج من نقص نسبة المسطحات الخضراء.

المنهجية المتبعة فى البحث تشمل: مرجعية خلفية لأنظمة الواجهات الخضراء، وأمثلة تحليلة لمبان مطبقة لأنظمة الواجهات الخضراء وإستخلاص مجموعة من ضوابط ونتائج التطبيق، بعض التوصيات التى يجب إتباعها لتطبيق أنظمة الواجهات الخضراء على واجهات المبانى ودراسة تأثيرها على المبنى.

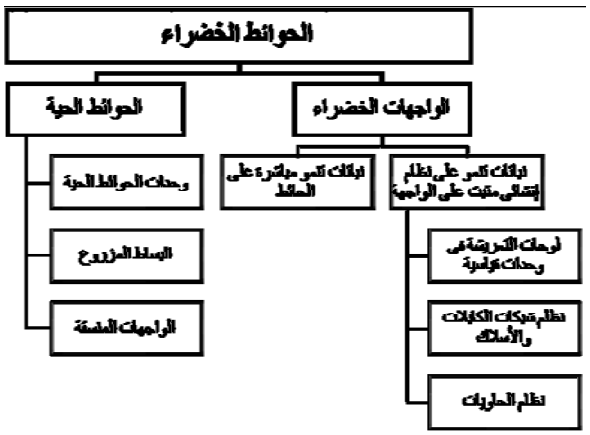
الكلمات الدالة: العمارة المستدامة، أنظمة التخضير الرأسى والواجهات الخضراء، إعادة التدوير والإستخدام، المبانى الخضراء.

١ – المقدمة

تعتبر أنظمة الواجهات الخضراء (أحد أنظمة التخضير الرأسى) أحد الوسائل التى تم إستخدامها حديثا على واجهات المبانى كمحاولة لدمج المبنى مع البيئة المحيطة وزيادة الراحو الحرارية داخل الفراغات عن طريق تقليل تأثير الجزر الحرارية وتقليل درجات الحرارة داخل الفراغات.

١–١– الحوائط الخضراء

أى جدار مزروع بالنباتات ويمكن تقسيمها الى نوعين: الواجهات الخضراء، الحوائط الحية (شكل رقم١)[١].



شكل رقم ١– أنواع الحوائط الخضراء، المصدر (Green roof organization 2008)

*معيدة بقسم العمارة، المعهد الكندى العالى لتكنولوجيا الهندسة والإدارة، قطعة #٦، جنوب أكاديمية الشرطة، التجمع الخامس marwa_salem@cic-cairo.com

٢- الواجهات الخضراء

عبارة عن حوائط يتم تغطيتها بواسطة نباتات متسلقة أوالنباتات العشبية كما يمكن أيضا إستخدام نباتات مثمرة وإستخدام ثمارها وتحتاج إلى الصيانة الدورية لها بشكل مستمر، وتحتاج من ثلاث إلى خمس سنوات وتختلف عدد السنوات وفقا لنوع النبات المستخدم والطبيعة المناخية لإعطاء التغطية الكاملة. ويمكن تقسيم الواجهات الخضراء الموجودة حاليا فى السوق يمكن إلى فئتين (Yeh, 2012)[٢].

١- نباتات جذورها فى التربة

٢- نباتات جذورها فى وحدات أو ركائز صناعية فى صفوف

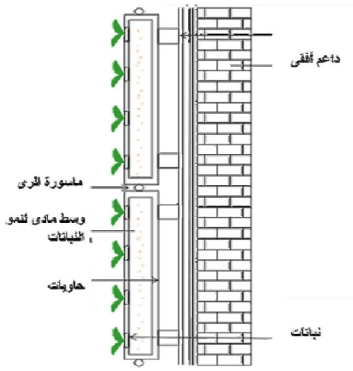
والواجهات الخضراء ليست فقط شكل جمالى بل أيضا لها فائدة كبيرة للبيئة والمبنى، حيث تقوم الواجهات الخضراء بإمتصاصالأتربة والغازات الملوثة للبيئة من الهواء مثل أكاسيد الكربون مما يعمل على تقليل ظاهرة الإحتباس الحرارى، كما تقوم أيضا بتقليل درجة الحرارة الداخاية والخارجية، أخيرا تعمل على خلق بيئة صحية بالإضافة إلى قيمتها الجمالية للمبنى(Yeh, 2012) [٢].

ويمكن تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء على الواجهة مباشرة أو تطبيقها على نظام إنشائى يتم تثبيته على الواجهة مع وجود تجويف هوائى بينه وبين الواجهة (Gonchar 2009)[٣].

٢-١- أنظمة الواجهات الخضراء

*** نظام لوحات التعريشة فى وحدات قياسية**

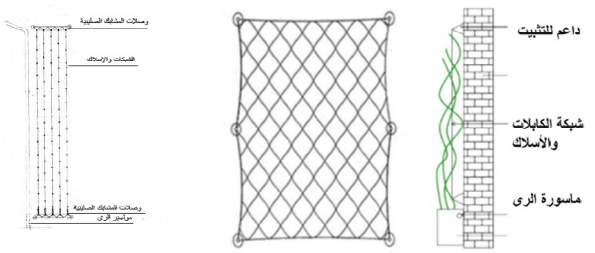
يعرف نظام التعريشة بأنه سلسلة من الكابلات والأسلاك يتم تثبيتها على هيكل مصمم لهذا الغرض، وتكون مثبتة إما بواجهة المبنى أو قائمة بذاتها. وتكون وحدات هذا النظام عبارة عن: لوحات قياسية صلبة، خفيفة الوزن، ثلاثية الأبعاد، يتم تصنيعها من أسلاك الفولاذ الملحومة المجلفنة (المعاد تدويرها)، وتدعم الإمتداد الرأسى للنباتات. وقد تم تصميم هذا النظام بحيث لا تعلق النباتات بالمبنى (شكل رقم٢) مما يساعد على المحافظة على سلامة غلاف المبنى ويمكن أن تكون على هيئة منحنى أو سور حر أو على عمود (شكل رقم ٢)[١].



شكل رقم ٢- وحدات التعريشة القياسية-(المصدر :http://inhabitat.com)

*** نظام شبكات الكابلات والأسلاك**

يستخدم فى هذا النظام الكابلات أو الأسلاك أو الأثنين معا (شكل رقم٣) وفى كلا من النظامين يتم إستخدام كابلات من الصلب عالى الشدة إلى جانب المعدات التكميلية، ويتميز نظام شبكات الأسلاك بالمرونة وتوفير مساحات أوسع للتطبيقات التصميمية عن نظام الكابلات، كما انه يوفر عدد لا حصر له من الأحجام والأنماط المختلفة التى تمتاز بالمرونة فى كلا من الأتجاهين الرأسى والافقى. وفى كلا من النظامين يتم إستخدام كابلات من الصلب عالى الشدة إلى جانب المعدات التكميلية. (Yeh, 2012)[٢].



شكل رقم ٣- نظام شبكات الكابلات والأسلاك(يمينا) – طريقة تثبيت الكابلات والأسلاك بإستخدام المشابك الصليبية (يسارا)(المصدر: http://www.intechopen.com,2015)

٣- الحوائط الحية

حوائط تتكون من نباتات تم زرعها سابقا فى لوحات أو وحدات رأسية أو بطانيات، وتكون اللوحات مصنعة من البلاستيك، البوليسترين الموسع، الأنسجة الصناعية، الطين، الخرسانة. تتكون الحوائط الحية ثلاثة أجزاء; إطار معدنى، طبقة بولى كلوريد الفينيل، طبقة هواء ولا تحتاج إلى تربة (شكل رقم٤)،(Green roofs for healthy cities 2008) [٤].

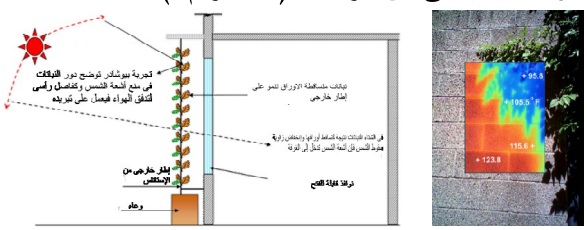
شكل رقم ٤– الحوائط الحية –المصدر: (http://www.greenovergrey.com, 2015)

٤– أهمية الواجهات الخضراء

للواجهات الخضراء فوائد إقتصادية وبيئية عديدة، وتختلف هذه الفوائد وفقا للمحددات الأتية: حالة المبنى، نوع النبات المستخدم، نوع النظام الإنشائى، نسبة تغطية الواجهة بالنباتات.

٤–١– تقليل تأثير الجزر الحرارية

تزداد درجات الحرارة فى المناطق العمرانية وذلك لإستبدال النباتات بالمبانى والأرصفة والأرضيات... إلخ. مما أدى إلى تحويل أشعة الشمس إلى حرارة فالغطاء النباتى يعمل على تبريد درجة حرارة الهواء من خلال عملية التظليل، (Yamada, (H. 2008)[٥]، وتعمل أنظمة التخضير الرأسى على: تعزيز عمليات التبريد الطبيعية، التقليل من درجة الحرارة المحيطة فى المناطق الحضرية، وأخيرا تعمل كفواصل رأسية لتدفق الهواء مما يعمل على تبريد الهواء لأنه يبطئ من سرعته، (شكل رقم٥)،[٦](Auld,H 2003)



شكل رقم ٥– يوضح صورة الأشعة تحت الحمراء لمبنى تمب TEMP فرق درجات الحرارة بين الواجهة المغطاه بالنباتات والواجههة التقليدية (يمينا) – قطاع رأسى لتجربة بيوشادر Bioshader يوضح دور النباتات فى منع غشاع الشمس المباشر وتبريد الهواء (يسارا) المصدر: (http://www.lsgi.polyu.edu.hk, 2013)

٤–٢– زيادة القيمة الجمالية وإضافة الدراما البصرية

تعتبر النباتات واحدة من أسرع واكثر كفاءة من حيث التكلفة كأحد الوسائل المستخدمة لتصحيح التصورات السلبية للمنطقة، وتعزيز واجهات المبانى، وتحسين كبير فى المشهد البصرى (شكل رقم٦) (Miller, N.& Spivey,J. Florance, 2008)[٧]

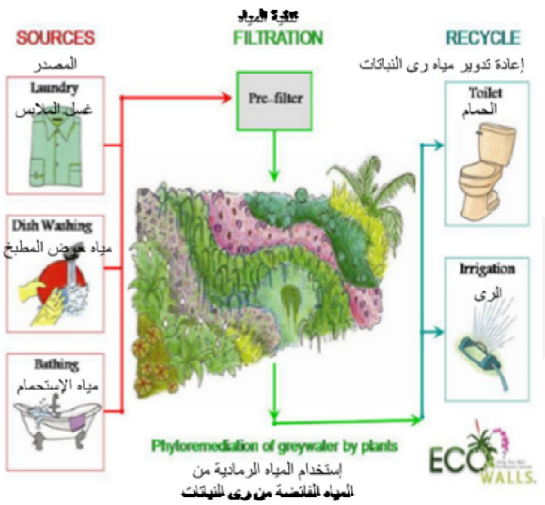
شكل رقم ٦– يوضح تحسين المشهد البصرى جسر فى فرنسا قبل وبعد
المصدر: (http://twistedsifter.files.wordpress.com, 2015)

٤–٣–تأثير أنظمة التخضير الرأسى على عزل الصوت وتقليل الضوضاء العمرانية

النباتات المستخدمة فى الواجهات الخضراء لها القدرة على إمتصاص الصوت وتقليله بنسبة من ٥ إلى ١٠ ديسيبل، وتوفر منطقة حاجز صوتى مما يقلل بشكل كبير من الضوضاء والإهتزازات داخل الفراغ (Wong, N. 2010)[٨]، وتتوقف قدرة الواجهات الخضراء على عزل الصوت عللى سمك الجدار الاخضر والحجم والشكل والموقع بالنسبة لمصدر الصوت، (Cook, D., Van haverbeke, DF, 1972) [٩]

٤–٤– تأثير أنظمة التخضيرالرأسى فى الحفاظ على المياه

تعتبر كيفية إدارة المياه واحدة من أكبر فوائد أنظمة التخضير الرأسى حيث يتم إستخدام نظام الرى بالتنقيط أو نظام الزراعة المائية، يتم جمع المياه العادمة فى الجزء السفلى من الجدار فى علبة خاصة يتم صرفها بعيدا أو إعادة تدويرها وإستخدامها مرة أخرى فى رى النباتات مما يقلل من النفايات ومن إستهلاك المياه (شكل رقم٧) (Doernach, R. 1979)[١٠]



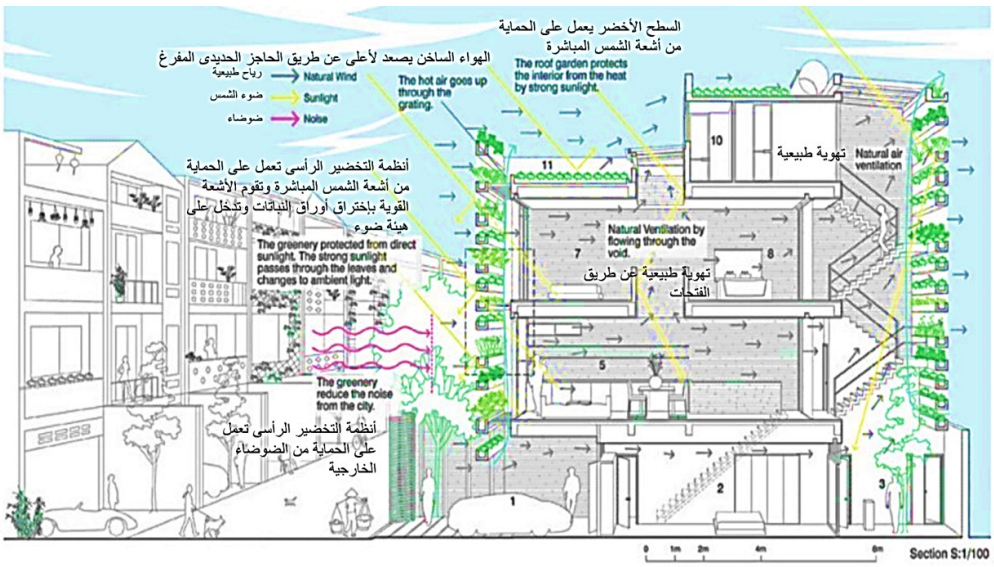
شكل رقم ٧– يوضح إعادة تدوير المياه الرمادية وإستخدامها فى رى النباتات المستخدمة فى الواجهات الخضراءالمصدر: (http://www.greenecowalls.com, 2013)

٤-٥- تأثير أنظمة التخضير الرأسى على تقليل نسبة ثانى أكسيد الكربون CO_2 وزيادة الأكسجين والتحسين من جودة الهواء

من اهم مميزات أنظمة التخضير الرأسى تقليل الإحتباس الحرارى والمركبات العضوية المتطايرة، وتلعب دورا كبيرا فى تحسين نوعية المبانى (Truett, R.2003)[١١]، كما أن عملية التمثيل الضوئى تنتج هواء نقى مشبع بالأكسجين، وتعمل أيضا كمنقى حيوى Bio-Purifiers فى البيئات الحضرية الملوثة، (Johnston, J., Newton, J. 2004)[١٢].

٤-٦- تأثير أنظمة التخضير الرأسى فى الحفاظ على الطاقة وكعازل طبيعى للهواء الساخن والبارد

تعمل أنظمة التخضير االرأسى بشكل غير مباشر على تقليل متطلبات زيادة درجة ح الهواء وإستهلاك الطاقة، حيث أن النباتات على الجدران تعمل على حماية المبانى من الإشعاع المباشر فى الصيف نظرا لأنها تعمل على تقليل الإشعاع المباشر على الواجهة، حيث يمكن للواجهات الخضراء أن تقلل من درجة حرارة الجدار بمقدار ١٥° فهرنهايت مما يؤدى إلى توفير كبير فى إستخدام التكييف (Baumann, I.R. 1986)[١٣]، والعزل فى الشتاء حيث وجد أن الواجهات الحضراء تعمل على تقليل فقد الحرارة بنسبة تصل إلى ٣٠% (تم تسجيل هذه النسبة فى درجات الحرارة تقترب من التجمد فى تجربة (Stacking House)،(شكلرقم٨) (Ottele, M., Van Bohmen, H., & fraaij, A., 2010)[١٤].



شكلرقم ٨- توضيح دور الواجهات الخضراء فى التهوية والحفاظ على الطاقة فى منزل Stacking Green - المصدر: (www.dezeen.com, 2016)

٥-الصيانة فى أنظمة الواجهات الخضراء

تحتاج جميع أنظمة الواجهات الخضراء إلى صيانة دورية نظرا لكونها نظام حى، ويعتبر المبلغ الذى يحدده العميل من العوامل الاساسية التى تتحكم فى إختيار نوع النبات والنظام الإنشائى المستخدم: (Green roof organization 2008)[١].

* الواجهات الخضراء تستخدم فى الغالب نظم التعريشة التى تنمو فى التربة أو فى حاويات مما يترتب علية أنظمة الرى والإحتياجات الغذائية التى تحتاج إلى صيانة دورية.
* هناك بعض النباتات التى تكون مثمرة أو متساقطة الأوراق مما يجعلها تحتاج إلى صيانة أكثر.
* تحتاج نظم الشبكات والكابلات فحصا دوريا للتأكد من وجود العناصر فى مكانها الصحيح كلما نمت النباتات.
* تحتاج أنظمة الرى إلى صيانة دورية لضمان كفائتها ولتزويدها بالمغذيات اللازمة للنبات.

٥-١- مهام الصيانة (ASTM E2400-06, 2013)[١٥]

١- الصيانة خلال أول عامين من التركيب: وتشمل هذه المرحلة التقليم ومكافحة الأعشاب الضارة والرى لضمان نمو النباتات بصورة سليمة وصحية.

٢- الصيانة الدورية: وتشمل الحفاظ على هيكل المبنى

الأساسى وأيضا الصيانة الدورية للهيكل الإنشائى للواجهات الخضراء.

٣– الصيانة الوقائيـــة: وتكون عند ظهور خللا مفاجأ فـــى النظام المستخدم، وقد يحدث هذا بسبب إنسداد فى مصارف الرى أو ظروف الطقس المفاجأه.

٤– الصيانة الترميمية: وتكون فى حالة تغيير ملكية المبنى من شخص لأخر أو حدوث تغيير فى تصميم المبنـــى بعـــد الإنشاء أو عند حدوث أى إنهيار فى أجزاء المبنى أو النظام الهيكلى للواجهات الخضراء.

٦– عوامل نجاح أنظمة الواجهات الخضراء

من اجل ضمان نجاع أنظمة الواجهات الخضراء يجـــب أخذ الإعتبارات الأتية فى صيانة المبنى: **(Green Screen, Consideration for Advanced Green Façade Design)**[١٦]

١– يجب عمل صيانة دورية لمواد عزل الواجهـــات مـــع التأكد من عدم وجود شروخ فى العزل.

٢– فى حالة أن كانت المسافة بين النباتات وواجهة المبنـــى ١٥ سم أو اقل يجب عمل صيانة دورية للنباتات للتأكد من عدم ألتصاق النبات على المبنى وإلحاق الضرر به.

٣– فى حالة الواجهات الخضراء التى يزيد إرتفاعها عـــن ٣ امتار يجب عمل صيانة دورية للنباتات وتقليمها.

٤– إختيار نوع النبات المناسب لحالة المبنى وطبيعة المناخ لضمان كفائتة.

٥– إختيار نباتات مثمرة (زهار أو فواكـــه وخضـــراوات) وذلك لإعطاء صورة جمالية بصرية للمبنى.

٦– إختيار النظام الإنشائى المناسب لحالة المبنى وطبيعـــة النبات.

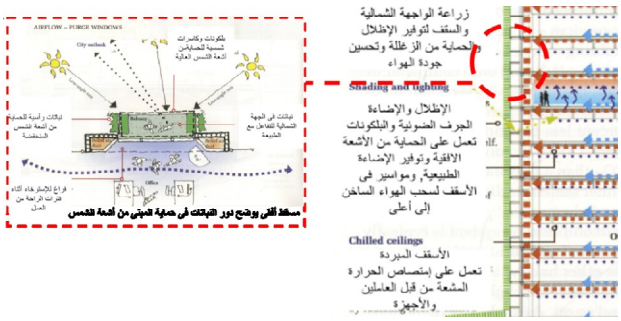
٧– كلما زاد التجويف الهوائى بين المبنى وأنظمة الواجهات الخضراء عن ٢٠ سم كلما كان أفضل للحفاظ على ســـلامة المبنى

٧– أمثلة لتطبيق أنظمة الواجهات الخضراء

١– مبنى٢١ بمعهد ملبرون الملكى للتكنولوجيا شكل٩[١٧]

Royal Melbourne Institute of Technology

* **الموقع:** مبنى سكنى رقم ٢١ لطـــلاب معهـــد ملبـــرون الملكى للتكنولوجيا (RMIT)، ملبرون، أستراليا
* تاريخ الأنتهاء: ٢٠١١
* التكلفة: ٢٣٠٠٠٠ دولار
* **المساحة المطبق عليها النظام:** ١٢٢ م^{٢}– تـــم تطبيقهـــا على مبنى قائم.
* **التوصيف:** تم تطبيقها على الواجهة الشـــرقية والغربيـــة للمبنى لدمج البيئة الطبيعية بالمبنى.
* **النظام الإنشائى:** نظام لوحات التعريشـــة فـــى وحـــدات قياسية مع ترك تجويف هوائى ٤٠ سم بين النبات والمبنى، لذلك لا يوجد حاجة لعزل الواجهات (شكل رقم ٩).



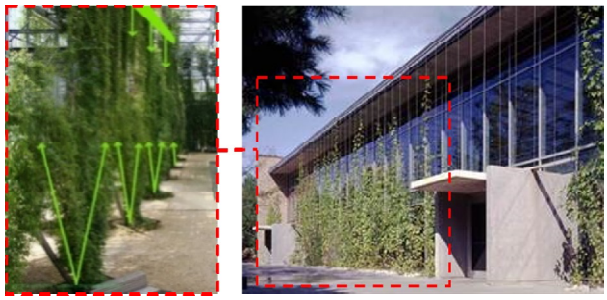
شكلرقم ٩– مبنى ٢١ لجامعة RMIT – المصدر: (http://www.growinggreenguide.org, 2015)

٢– حديقة حيوان بريدزكر العائلية(شكل رقم ١٠)[١٨]

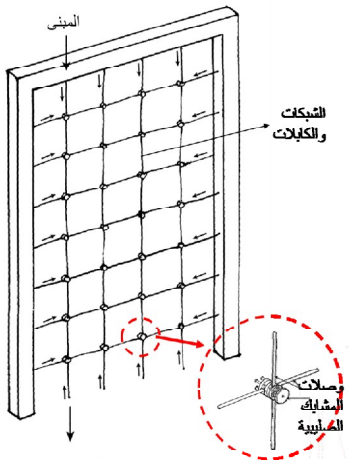
Pritzker Family Children's Zoo

* **الموقع:** حديقة حيوان لينكلون، ولاية شيكاغو، الولايـــات المتحدة الأمريكية.* **تاريخ الأنتهاء:** ٢٠٠٤
* **التكلفة:** ٧٨٠٠ دولار
* **المساحة المطبق عليها النظام:** ١٢١٩ م^{٢}.
* **التوصـــيف:** خلق محاكاة للغابة فى امريكا الشمالية ودمج الحديقة مع البيئة الطبيعية.

* **النظام الإنشائى:** نظام شبكات الكابلات والأسلاك بسمك مم وقطر الأسلاك المستخدم ٤ مم مثبتة على واجهة المبنى (شكل رقم١١).



شكل رقم ١٠– حديقة حيوان بريدزكر العائلية – يوضح النباتات التى تنمو جذورها فى التربة مثبتة على شبكات الكابلات والأسلاك المصدر:
(http://depts.washington.edu, 2015)



شكل رقم ١١– شبكات الكابلات والأسلاك التى تنمو عليها النباتات المصدر:
(http://depts.washington.edu, 2015)

GREEN FACADES

Eng. Marwa Hisham Salem El-Zoklah*

ABSTRACT

The Green Areas and Sustainable Architecture are very important to the ECO-System and the people live around them. However much of them has been degraded according to human behavior among the environment. There are many phases to reach sustainability; first to stop abuse and think green, second change the idea of construction buildings to green buildings, third reusing and recycling, finally monitoring and maintenance.

The main aim of the paper develops is reducing the damage of minimizing green areas by using Green Façade as a type of Vertical Greening Systems. Green Façade refers to how you can built with reduction of damaging environment, maximize the indoor air quality, saving energy and integrating natural vegetation with building construction without damaging it and reducing the damage of minimizing green areas.

Methodology includes literature review and analytical examples. Research is expected to conclude some recommendations to use and maintain green façades technology and knowing the impact of using it.

Keywords: Sustainable Architecture, Vertical Greening Systems and Green Façades, Recycling and Reuse and Green Buildings.

٨– المراجع

1- Green Roof Organization, 2008. Introduction to Green Walls Technology, Benefits & Design. Jacobs, H. 2008. Green Plants for Green Buildings

2- Yeh, Y.P. 2012. Green Wall-The Creative Solution in Response to The Urban Heat Island Effect. National Chung-Hsing University.

3- Gonchar, J. 2009. Vertical and verdant, living wall systems sprout on two buildings, in Paris and Vancouver, Architectural Record, McGraw-Hill.

4- Green roofs for healthy cities. 2008. Introduction to green walls technology, benefits and design. Retrieved from http://www.greenscreen.com/Resources/download_it/IntroductionGreenWalls

***TA at Architecture Department, Canadian International College (CIC), Land #6, Central services area, south of police academy, fifth settlement, New Cairo city, Cairo, Egypt. marwa_salem@cic-cairo.com**

5- Miller, N. & Spivey, J. Florance. “Does Green Pay Off?” Journal of Real Estate Portfolio Management, 2008, P.P 385-399.

6- Auld, H 2003, ‘Modeling the Urban Heat Island Benefits of Green Roofs ion Toronto’, in Proc. Of 1st North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities, Chicago. 29-30 May, The Cardinal Group, Toronto.

7- Miller, N. & Spivey, J. Florance. “Does Green Pay Off?” Journal of Real Estate Portfolio Management, 2008, P.P 385-399.

8- Wong, N. H., Tan, A.Y., Tan, P.Y., Chiang, K. & Wong, N.C. 2010. Acoustics Evolution of Vertical Greenery Systems for Building Walls. Building and Environment, Volume 45.

9- Cook, D., Van haverbeke, DF. (1972). Suburban Noise Control with Plant Materials and Solid Barriers. University of Nebraska, Lincoln; and Silver-Culturist, USDA Forest Server, Rockey Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colo.

10- Doernach, R. 1979. Uber den Nutzungen von Biotektonischen Grunsystemen. Garten und Landschaft 89.

11- Truett, R. 2003.‘Bio filters’. Furbish Company, Sustainable Building, http://www.furbishco. com/ products/biofilters

12- Johnston, J., Newton, J. 2004. Building Green “A guide to using plants on roofs, walls and pavements”, Greater London Authority. London.

١٣- Baumann, I.R. 1986, The Constructural Importance of Climbing Plants.

14- Ottele, M., van Bohemen, H. & Fraaij, A. 2010. Quantifying the Deposition of Particulate Matter on Climber Vegetation on Living Walls. Ecological Engineering, Volume 36, p 154-182

15- ASTM E2400-06 Standard guide for selection, installation and maintenance of plants for green roof systems, 2013

16- Green Screen, Consideration for Advanced Green Façade Design, http://www. greenscreen. com/ products/biofilters%20data/greenscreen_Advanced%20Green%20Facade%20Design_CEU.pdf, Access on: October, 2016

17- RMIT, The Matter of Landscape: Sustainable Design Strategies for RMIT City Campus, 2013 http: // sustainability.edu.au/material/teaching-materials/matter-landscape-sustainable-design-strategiesrmit-city-campus/

18- http://www.slideshare.net/ElisaMendelsohn/green-walls-technology-benefits-and-design