JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 13, No. 47, April 2018, 671- 680

الأنظمة الخضراء الرأسية (دراسة تحليلية)

عصام صلاح سعيد عبد المجيد

قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة – جامعة أسيوط – أسيوط – مصر

ABSTRACT

Vertical green systems in the buildings "is no longer a luxury academically, or a theoretical trend, but it has become a universally applied trend, professional practice and conscious features. It began to take shape and dimensions significantly among architects and engineers involved in this area in the most developed countries of the world.

Western countries have gone a long distances in this area and there is a noticeable increase in the popularity of this trend by the public with the continued interest of the professionals themselves. Architects are considered as effective tools that can localize and institutionalize this technique as a professional practice during the design and supervision of building projects. The main objective of this study is to provide a guide to assist the designer in selecting the green system suitable for the environmental conditions and possibilities available through reviewing the vertical green systems, studying their impact on the surrounding environment internally and externally, analyzing and evaluating them and reviewing Considerations to be taken when implementing vertical green systems

The study is based on the analytical method through which the analysis of the previous studies in this field and current situation.

Key Words ; Vertical Green Systems - Environmental Performance - Building Facades – Considerations - A Guide

ملخص

شهد العالم على مدار السنوات القليلة الماضية تطوير العديد من المفاهيم والتقنيات المبتكرة وتطبيقاتها في مشاريع مختلفة؛ ومنها العمارة الخضراء بإمكاناتها المتعددة التي تأتي كفكر معماري وبيئي جديد يهدف إلى تلافي المشكلات البيئية؛ وتعتبر الجدران الخضراء أحد هذه المفاهيم التي لاقت أهتماما كبيراً من المعماريين في الفترة الأخيرة لما لها من تأثير على الأداء البيئي للمباني سواءً داخلياً أو خارجياً.

وقد قطعت بعض الدول أشواطاً طويلة في هذا المجال وهناك تزايداً ملحوظاً في الإقبال على هذا التوجه من قبل العامة في ظل الاهتمام المتواصل من قبل المهنيين أنفسهم؛ مع غياب شبه كامل لمجتمعاتنا العربية في هذا المجال.

تطبيق الأنظمة الخضراء الرأسية في المباني لم يعد ترفاً أكاديمياً، ولا توجهاً نظرياً، بل أصبح توجهاً تطبيقياً عالمياً وممارسة مهنية واعية بدأت تتشكل ملامحها وأبعادها بشكل كبير في أوساط المعماريين والمهندسين المعنيين بهذا المجال وهم بمثابة الأدوات الفاعلة التي تستطيع توطين هذه التقنية وتأصيلها كممارسة مهنية أثناء تصميم مشاريع المباني والإشراف على تنفيذها.

تهدف الدراسة في هذا البحث بشكل أساسي إلى تقديم دليل لمساعدة المصمم في أختيار النظام الأخضر الرأسي المناسب للظروف البيئية والإمكانات المتاحة؛ وذلك من خلال إستعراض الأنظمة الخضراء الرأسية ودراسة مدي تأثيرها على البيئة المحيطة داخليا وخارجيا وتحليلها وتقييمها و الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تنفيذ أحد هذه الأنظمة.

الكلمات المفتاحية : الأنظمة الخضراء الرأسية – الأداء البيئي – واجهات المباني – الإعتبارات – دليل

1- مقدمة

تعتبر الأنظمة الخضراء الرأسية ولادة عصرية لمفاهيم أستعملها الإنسان منذ القدم في مبانيه ومستقراته البشرية وتهدف بشكل أساسي إلى التقليل من إرتفاع درجات الحرارة الناشئ عن الأسطح المصمتة، فضلاً عن إستيعاب مياه الأمطار وتخفيف العبء عن شبكات الصرف الصحي في بعض المناطق، وتتفق بعض هذه التوجهات مع معايير منظمة الطاقة والتصميم البيئي

في الولايات المتحدة الأمريكية (LEED)؛ والتي تهدف إلى إنتاج بيئة مشيدة أكثر خضرة، ومباني ذات أداء إقتصادي أفضل، وعمارة أكثر كفاءة في إستهلاك الطاقة. إضافة إلى بعض المزايا الجمالية والنفسية والصحية التي يتركها هذا النوع من الجدران في نفس المُتلقي.

1-1 الفرضية البحثية

يفترض البحث إن هناك عدد من المشاكل والمعوقات التي تواجه تنفيذ الأنظمة الخضراء الرأسية؛ فكل بيئة لها قواعد وقوانين وظروف تحكمها. فقد يكون النظام ملائم لبيئة وغير ملائم لبيئة أخري. ويسعي البحث إلى إثبات هذا من خلال تقييم أداء هذه الأنظمة والوقوف على ما يواجه تطبيقها من صعوبات في البيئات المختلفة.

2-1 الهدف من الدراسة

تهدف الدراسة في هذا البحث بشكل أساسي إلى تقييم الأنظمة الخضراء الرأسية في المباني من اتجاهات عدة؛ بهدف تقديم دليل يساعد المصمم على إختيار النظام المناسب في ضوء المعطيات المتاحة. وذلك من خلال إستعراض الأنظمة الخضراء الرأسية محل الدراسة، والدور الذي تلعبه في تحسين الأداء البيئي للغلاف الخارجي للمبني؛ إضافة إلى الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تنفيذ أحد هذه الأنظمة.

3-1 منهجية الدراسة

يتبع البحث في هذه الدراسة المنهج التحليلي الذي يعتمد على الدراسات السابقة والحديثة في هذا المجال بهدف تقديم دليل للمصمم يساعده على إختيار النظام الأخضر الرأسي المناسب وتعظيم الإستفادة منه.

2- الأنظمة الخضراء الرأسية في المباني

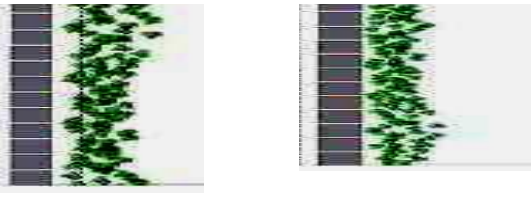
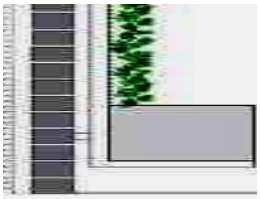
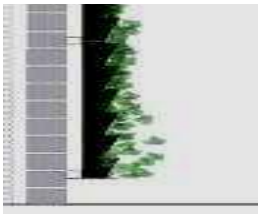
تنقسم الأنظمة الخضراء الرأسية المثبتة على الجدران بشكل عام إلى نوعين أساسيين؛ النوع الأول تكون فيه النباتات مثبتة في التربة؛ أي تصل فيها جذور النباتات إلى الأرض المحيطة بالواجهة وهذا النوع يسمي الجدران الخضراء والنوع الآخر تكون فيه جذور النباتات في وحدات معلقة أو مثبتة على واجهة المبنى وهذا النوع يسمي الجدران الحية[1].

1-2 أنظمة خضراء مثبتة في التربة المحيطة بالمبني (الجدران الخضراء)

النوع الأول وفيه تغطي الواجهة بالنباتات المتسلقة والتي تكون جذورها في الأرض أسفل هذا المبني وفيه تتسلق النباتات أجزاء محددة من المبنى وتكون جذورها في الأرض أسفل هذا المبنى؛ وهي غالبا ما ترتكز على جدران قائمة أو هياكل قائمة بذاتها، مثل الأسوار أو الأعمدة. وهناك بعض النباتات المتسلقة تنمو مباشرة على الجدران الخارجية للمباني؛ وهي غالبا ما تسبب أضرار لواجهات المباني كما تشكل صعوبات عندما يحين الوقت لصيانة المباني مما قد يتطلب إزالة النباتات[1]، يوضح شكل رقم (1-ا) االأشكال المختلفة للجدران الخضراء.

٢ ـ١ أنظمة خضراء جذورها مثبتة في وحدات معلقة بجدران المبنى (الجدران الحية)

النوع الثاني وفيه تغطي الجدران بنباتات ليس لها جذور في الأرض لكن جذورها في تربة تكون معلقة على الجدار نفسه ولها نظام ري خاص بها وممكن أن تكون داخلية أو خارجية هي عبارة عن نباتات حية تعيش على ألواح مخصصة لها تستند على الجدران الخارجية أو الداخلية للمبنى مُشكلة جدار أخضر[2] ويطلق علي هذا النظام الجدران الحية. هذا وقد بدأت الفكرة 1938م عند "ستانلي هارت وايت" الذي كان الأب الروحي للفكرة. إلا أنها لم تنفذ إلا في متحف "دو كواي برانلي" في باريس على يد "باتريك بلانش" الذي بدأ حينها ثورة في عالم العمارة المستدامة[3]. ويوضح شكل رقم (1-ب) الأنواع المختلفة للجدران الحية.

		
تنمو النباتات مباشرة على الجدار تنمو النباتات على شبكة مثبتة على الجدار	تنمو النباتات على شبكة مثبتة على الجدار	تنمو النباتات على وحدات مثبتة على الجدار
1-ا نباتات لها جذور في الأرض (الجدران الخضراء)	1-ب نباتات لها جذور في تربة مثبتة في الجدار (الجدران الحية)	
شكل رقم (1) الأنواع المختلفة للأنظمة الخضراء الرأسية المعلقة على الجدران		

3-الأنظمة الخضراء الرأسية في المباني من منظور بيئي

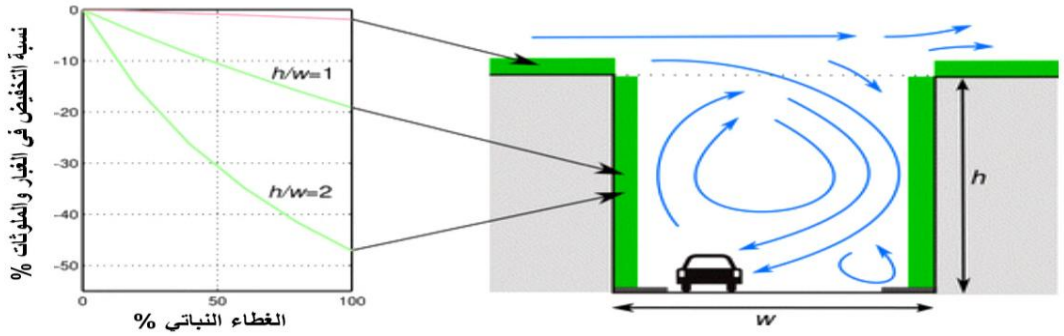
تساهم الأنظمة الخضراء الرأسية في إضافة مساحات خضراء إلى المدن؛ متمثلة في المستويات الرأسية التي تغطيها والتي تزيد بزيادة إرتفاع المبنى. ويوضح شكل رقم (2) مقدار ما تضيفه المستويات الرأسية الخضراء من مساحات

خضراء للمدن تكافئ أضعاف المساحات الأفقية والتي قد يصعب توفيرها داخل المدن المزدحمة، فهي تعد إضافة هامة في تحسين الأداء البيئي داخل وخارج المبنى.

شكل رقم (2) يظهر مقدار ما تضيفه المستويات الرأسية الخضراء من مساحات خضراء للمدن تكافئ أضعاف المساحات الأفقية والتي قد يصعب توفيرها داخل المدن المزدحمة.

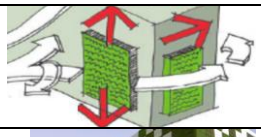
3-1تأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على البيئة خارج المبني

على مستوي البيئة المحيطة بالمبني تساهم المستويات الرأسية الخضراء في خلق تأثير إيجابي على المناخ الخارجي بشكل عام والحد من التلوث وذلك عن طريق خفض نسبة الغبار والجسيمات الدقيقة في الهواء؛ وإنعكاس ذلك على المستخدم. يوضح شكل رقم (3) تأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على خفض نسبة الغبار والجسيمات الدقيقة في الهواء ويظهر من الشكل إنه كلما زاد إرتفاع الجدار الأخضر ومساحته كلما إنخفضت نسبة الغبار والملوثات في الطريق الذي تحيط به المستويات الخضراء الرأسية؛ ففي حالة النسبة بين النظام الأخضر الرأسي (h) إلي عرض الطريق (w) تساوي (1) تكون نسبة التخفيض 30% وفي حالة زيادة النسبة إلي الضعف تصل إلي 45%؛ كما يظهر من الشكل الفرق الكبير في تخفيض الغبار والملوثات للمساحات الخضراء الرأسية عنه في حالة استخدام المساحات الخضراء الأفقية، كما تلعب الأنظمة الخضراء الرأسية دوراً رئيسياً في تشتيت أشعة الشمس الساقطة عليها؛ فضلاً عن إستيعابها لمياه الأمطار وتخفيض مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو. ويوضح جدول رقم (1-ا) ملخص لتأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على البيئة خارج المبني.



شكل رقم (3) تأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على خفض نسبة الغبار والجسيمات الدقيقة في الهواء مقارنة بالمساحات الأفقية(4)

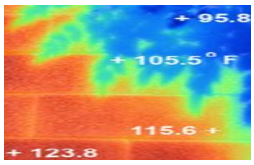
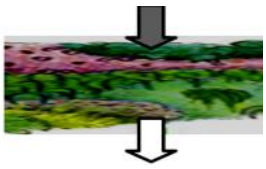
جدول رقم (1-ا) ملخص لتأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على البيئة خارج المبني

العنصر الرئيسي	الدور الذي تلعبه الأنظمة الخضراء الرأسية	الهدف	رسم توضيحي	ملاحظات
البيئة الخارجية	إضافة المزيد من المساحات الخضراء إلى المدن	تنقية وترطيب هواء البيئة المحيطة		مناسب للمناطق الحارة
	إضفاء مظهر جمالي على المباني	ترك تأثير إيجابي في نفس المتلقي		مناسب لجميع البيئات
	تشتيت أشعة الشمس الساقطة على الواجهة	خفض الحرارة المنعكسة من الواجهة على العناصر المحيطة[5]		مناسب للمناطق الحارة
	خفض مستويات ثاني أوكسيد الكربون [6]	زيادة الأكسجين في الجو		مناسب لجميع البيئات

3-2تأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على البيئة داخل المبني

على مستوي البيئة داخل المبني تساهم المستويات الرأسية الخضراء في خلق تأثير إيجابي على المناخ الداخلي بشكل عام من خلال تحسين الأداء الحراري لواجهات المباني المثبتة عليها خاصة في المناطق الحارة إضافة إلي تنقية وتبريد الهواء قبل دخول الفراغ وكذلك خفض الضوضاء داخل المبني بنسب مقبولة، ويوضح جدول رقم (1-ا) ملخص لتأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على البيئة داخل المبني.

جدول رقم (1-ب) ملخص لتأثير الأنظمة الخضراء الرأسية على البيئة داخل المبني

العنصر الرئيسي	الدور الذي تلعبه الأنظمة الخضراء الرأسية	الهدف	رسم توضيحي	ملاحظات
البيئة الداخلية	تظليل الأسطح المثبتة عليها	خفض درجة حرارة الأسطح الرأسية المثبتة عليها وبالتالي خفض درجة الحرارة داخل المبني[7]		مناسب للمناطق الحارة
	ترشيح الهواء من الأتربة والغبار[6]	تنقية وتبريد الهواء قبل دخول الفراغ		مناسب لجميع البيئات
	تشتيت وإمتصاص الموجات الصوتية الصادرة من خارج المبني[6]	خفض مستويات الضوضاء داخل المبني[8]		مناسب لجميع البيئات
	تدوير مياه الصرف باستيعاب جزء منها بعد ترشيحه واستغلال الفائض في استخدامات أخري	يساهم في توفير المياه داخل المبني		مناسب لجميع البيئات

4- الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تنفيذ الأنظمة الخضراء الرأسية

نظراً للأهمية الكبيرة للأنظمة الخضراء الرأسية وتأثيرها الإيجابي على البيئة داخل وخارج المبني؛ يسعي البحث لدارسة الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تنفيذ أحد هذه الأنظمة والتي تختلف باختلاف البيئة المراد إنشاء النظام فيها، نوع وحالة المبني، الإمكانات المتاحة للتنفيذ، التكلفة، العمر الافتراضي للنظام وغيرها من العناصر الهامة. ويقدم البحث في النقاط التالية أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تنفيذ أحد هذه الأنظمة.

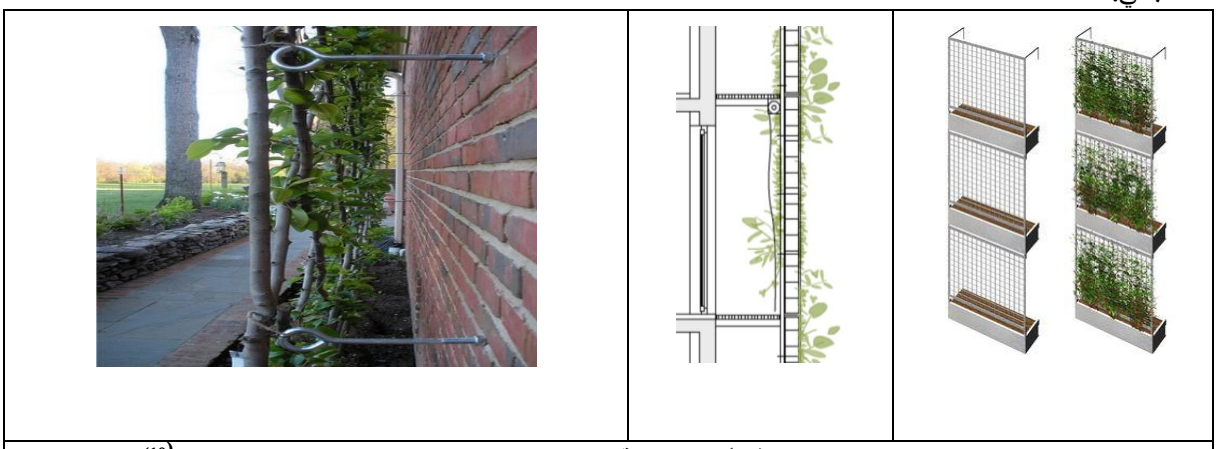
4-1 الحالة العامة للمنشأ

تعتبر حالة المبني من حيث متانة الإنشاء ومدي تحمل الواجهات لأحمال زائدة من المعوقات الأساسية لتنفيذ أنظمة الجدران الخضراء للمباني القائمة؛ حيث أن النباتات المكونة للجدار الأخضر تعتبر حمل زائد على واجهة المبني سواء في حال تحميل النباتات بشكل مباشر على جدران المنشأ أو تحميل هيكل على الحائط؛ إضافة إلى الأحمال التي قد تنتج عن الرياح[9] أو أي عوالق بالنباتات. مما يتسبب في تلف جزئي للواجهة أو إنهيار بعض أجزائها خاصة في المباني القديمة نظرا لزيادة الأحمال بمرور الوقت وعدم تحمل نقاط التثبيت للحمل الزائد.

ويمكن معالجة ذلك بعمل هيكل قائم بذاته أمام الواجهة والتحميل على الواجهة يكون في أضيق الحدود، أما في حالة التخطيط لعمل الجدار الأخضر في مرحلة تصميم المبني؛ فيجب أن يؤخذ هذا الحمل في الاعتبار عند التصميم.

4-2 الإنهيار المفاجئ للجدار الأخضر

تعرض النظام بالكامل للإنهيار المفاجئ من المشاكل الرئيسية التي تواجه الأنظمة الخضراء الرأسية، والتي تنتج عن طريق عدم تأمين النظام بشكل جيد؛ سواء كانت موجوداً على البناء أو كان هيكل قائما بذاته عن طريق تثبيت النباتات في نقاط متعددة؛ حتى لا يحدث انهيار مفاجئ. يوضح شكل رقم (5) طرق مختلفة لتثبيت الأنظمة الرأسية الخضراء على واجهات المباني.



شكل رقم (5) تثبيت الجدران الخضراء في أكثر من نقطة او تثبيتها على هيكل يمنع تعرضها للإنهيار المفاجئ.[10]

4-3 توافر الخبرات الفنية

من المشاكل التي تواجه إنشاء الأنظمة الخضراء الرأسية هو عدم توافر الخبرات الفنية؛ والتي تتمثل بشكل أساسي في توافر العمالة الفنية التي تستطيع التعامل مع هذه الأنظمة الخضراء وتنفيذها بشكل سليم [11]؛ وهو ما يفتح المجال لفتح مراكز تدريب لتخريج فنيين وكوادر لهم القدرة على التعامل مع هذه الأنظمة.

4-4 الصيانة دورية للجدران الخضراء

تعد عملية الصيانة من الأمور الهامة التي تواجه الأنظمة الخضراء الرأسية والتي تتمثل في عد نقاط أهمها:

- تقليم وتهذيب النباتات وغسيلها من أجل الحفاظ على النظام الأخضر بحالة طبيعية وصحية[12].
- مكافحة الحشرات والقوارض التي تكون هذه النباتات مصدر جذب لها؛ والتي قد تسبب مشاكل لساكني المكان وللهيكل الإنشائي للمبني؛ خاصة وإن كان من الاخشاب أو به أجزاء خشبية.
- يعتبر حماية نظام الري والصرف وإحكام عزله لمنع تسرب المياه المستخدمة في ري النباتات من الإعتبارات الهامة والمؤثرة في الحفاظ على الواجهات والهيكل الإنشائي من التلف ومن الرطوبة[13].
- وضع خطة للصيانة على المدى الطويل لتأمين صحة هذه المنظومات الحية، بما في ذلك التربة ونظام الري المستخدم[14].
- توافر الإمكانات اللازمة للصيانة من فنيين ومعدات وروافع [13]. يوضح شكل رقم (6) جانب من الإمكانات اللازمة لعمل الصيانة لأنظمة الجدران الخضراء.

رش النباتات	تقليم وتهذيب النبتات	استخدام الأوناش لعمل الصيانة
شكل رقم (6) توافر الإمكانات اللازمة للصيانة من أدوات ومعدات		

5-4 الظروف المناخية

تعتبر البيئة المحيطة بالمبنى هي الحاضن الأساسي للنظام الأخضر؛ وبالتالي دراسة مناخها ومعرفة بيانات الأمطار والرياح ودرجة الحرارة عمل أساسي عند تصميم النظام الأخضر الرأسي لما قد تسببه العوامل المناخية من تلف لهذا النظام؛ وبالتالي معرفة هذه المعلومات تساعد المصمم على إختيار نباتات وطريقة تثبيت تلائم هذه الظروف[3].

6-4 أنواع النباتات

يعد اختيار النباتات من الأمور الهامة الواجب مراعاتها عند إنشاء الأنظمة الخضراء الرأسية فإختيار النباتات بدون مراعاة العوامل الآتية قد يكون سبب في فشل النظام الأخضر الرأسي:

- أن تكون النباتات خفيفة الوزن على المدي البعيد حتى لا يزيد وزنها وتصبح عبئاً على المبني أو على نفسها فتسقط أو تنهار تحت تأثير وزنها[7].
- أن تكون النباتات مناسبة للمنطقة الجغرافية[9].
- أن تتكيف النباتات مع البيئة المحيطة.
- الأخذ في الإعتبار دورة حياة النباتات المستخدمة.

6-4 تكلفة انشاء الجدار الأخضر

تعد التكلفة من العناصر الأساسية التي يتوقف عليها إنشاء الجدار الأخضر؛ وتتوقف على عدة عوامل أهمها:

- موقع المنشأ المطلوب إنشاء نظام أخضر رأسي عليه ومدى السهولة الوصول إليه والتعامل معه من قبل الفنيين[9].
- إرتفاع المنشأ المطلوب تطبيق نظام أخضر رأسي عليه؛ حيث أنه كلما زاد إرتفاع المنشأ كان هناك صعوبة في التعامل مع هذا النظام من حيث الإعداد والتجهيز والصيانة؛ والذي سيطلب استخدام ماكينات وروافع وأجهزة ميكانيكية لتسهيل هذه العمليات إضافة إلى زيادة نقاط تثبيت النظام الأخضر بالمبني ويترتب على كل هذه الإجراءات زيادة التكلفة.
- رصد ميزانية غير مناسبة لتحويل جدران المبنى إلى جدران خضراء من المشاكل التي تظهر عند التنفيذ والتي قد تسبب التنازل عن بعض الأمور الضرورية في عملية إنشاء النظام الأخضر الرأسي وبالتالي ظهور مشاكل في النظام سواء على المدي القريب أو البعيد؛ كما يجب أن تكون ضمن الميزانية الرئيسية للمبني وليست ميزانية ثانوية وتشمل الميزانية الشحن والمعدات المستخدمة والتركيب ونظام الري المستخدم والصيانة إضافة إلى تكلفة النباتات نفسها[12].
- دورة حياة النباتات المستخدمة وجدواها الإقتصادية فالنباتات التي لها دورة حياة قصيرة تكون أكثر تكلفة من تلك التي لها دورة حياة أطول ولا يلزم فيها إستبدال النباتات بشتلات جديدة بعد فترة قصيرة.

7-4 تشويه الصورة البصرية

يجب الأخذ في الاعتبار الشكل المعماري للواجهة بعد تحويلها إلى واجهة خضراء؛ ومدي وملاءمتها للعناصر المحيطة بها من حيث التشكيل وألوان النباتات وتوافقها وتناسقها مع بعضها البعض وعدم تشويه الصورة البصرية للمكان.

8-4 الجدوى الاقتصادية

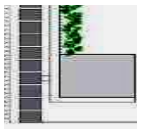
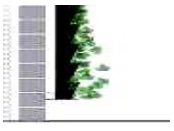
تعتبر الجدوى الاقتصادية من العوامل الهامة الواجب دراستها جيدا حتى يكون للنظام الأخضر الرأسي دورا في تحسين البيئة الداخلية من عزل حراري وتنقية هواء وعزل صوتي؛ ويتوقف ذلك على مساحة الجزء المفترض تغطيته في الواجهة؛ فيجب ألا يقل مساحة الجزء المصمت عن حد معين؛ حتى يكون هناك تأثير فعال للنظام الأخضر الرأسي؛ وبالتالي يكون هناك تحسين ملموس في الأداء الحراري للواجهة؛ ولا يتحول فقط الى مجرد شكل جمالي. يظهر شكل رقم (7) أمثلة مختلفة لنسبة المساحة المصمتة التي يتم تغطيتها بالنباتات بالنسبة لمساحة الفتحات بالواجهة.

المساحة المصمتة من الجدار أصغر من مساحة الفتحات	**المساحة المصمتة من الجدار أكبر من مساحة الفتحات**	**المساحة المصمتة من الجدار أكبر بكثير من مساحة الفتحات**
شكل رقم (7) امثلة مختلفة لنسبة المساحة المصمتة التي يتم تغطيتها بالنباتات بالنسبة لمساحة الفتحات بالواجهة.		

5- تقييم الأنظمة الخضراء الرأسية

في ضوء العرض السابق يمكن مقارنة الأنظمة المختلفة للوقوف على إيجابيات وسلبيات كل نظام؛ بهدف مساعدة المصمم على اختيار النظام المناسب في ضوء المعطيات المتاحة والتي تتمثل في حالة المبني والبيئة المحيطة بالمبني، ومن منظور أخر متمثل في إمكانية التعامل مع النظام الأخضر الرأسي من حيث الإحلال والتبديل والشكل الجمالي؛ وقدرته على توفير الظلال للواجهة. وأيضا الإمكانات المتاحة؛ من تكلفة وخبرات فنية ومدى مقاومته للظروف المناخية. وذلك عن طريق تقسيم الأنظمة الرأسية الخضراء إلى أربع أنظمة رئيسية وتقييم كل نظام؛ بهدف مساعدة المصمم لإتخاذ القرار في إختيار النظام الأخضر الرأسي المناسب الذي يتناسب مع جميع الظروف المحيطة بالمبني. ويوضح جدول رقم (2) نتائج التقييم في صورة دليل مقترح لمساعدة المصمم في إختيار النظام الأخضر الرأسي المناسب للمبني.

جدول رقم (2) دليل المصمم في اختيار النظام الأخضر الرأسي

الأنظمة المختلفة للجدران الخضراء				
النظام	**النظام الاول**	**النظام الثاني**	**النظام الثالث**	**النظام الرابع**
التوصيف	**النباتات مباشرة على الجدار**	**النباتات على شبكة مثبتة على الجدار والجذور في الأرض**	**النباتات على شبكة مثبتة على الجدار والجذور غير ممتدة في الأرض**	**النباتات وجذورها على وحدات مثبتة على الجدار**
الشكل				
مثال				
تأثيرها على واجهات المباني	**تأثير**	**التأثير السلبي للنباتات على الجدران أقل حدة لوجود شبكة عليها النباتات مما يجعل الاتصال بجدار الواجهة أقل نسبيا النظام الأول**		**لا يوجد تأثير للنباتات على الجدران لعدم وجود اتصال مباشر حيث تعمل الوحدات كعازل بين النباتات والحائط**

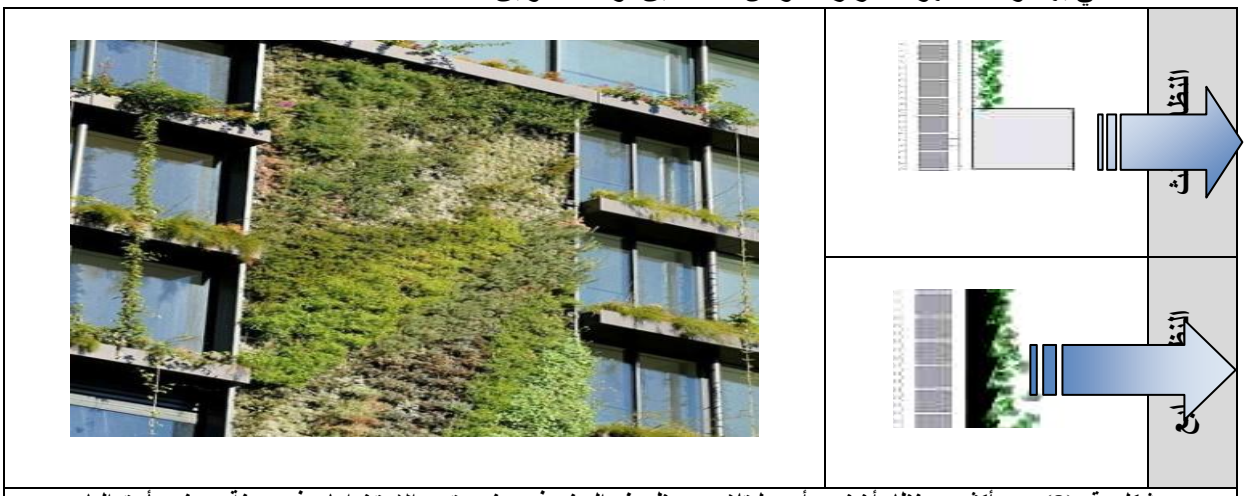
ل ن ب ا ت ا ت س ل ب ي ع ل ى ا ل ج د ر ا ن لا ت ؤ ا ل ه ا ل م ب ا ش ر ة ب ه ن م ا ث ي ر ل ا ط و ب ة و ا

ل ح ش ر ا ت				
		لا يوجد تأثير على جدران وأساسات المبنى لأن ري النباتات يتم عن طريق أنظمة معدة لذلك		في حال عدم تجهيز حوض معزول للزراعة يكون هناك تأثيرا سلبي لأن الري يتم على الأرض مباشرة مما يؤثر على الحوائط والاساسات
ا ل ن ظ ا م ك ل ه م ر ت ب ط ب ع ض ه ه ن ا ك ت د ا خ ل ب ي ن ا ل ن ب ا ت ا ت م	يسهل استبدال الجزء التالف فقط دون التأثير على باقي النظام	النظام مرتبط بالشبك المثبت عليه ولكن هذا لا يمنع حدو تداخل بين النباتات مما يصعب معه عمل إحلال وتبديل لجز منه		

تأثير نظام الري على جدران وأساسات المبني	إمكانية الإحلال والتبديل

				مع مراعاة عمل إحلال وتبديل لجزء من
يمكن الحصول على شكل جمالي منظم ويسهل التحكم في ألوان وحجم كل جزء في الجدار الأخضر	يمكن الحصول على شكل جمالي منظم الى حدا م		يصعب الحصول على شكل جمالي منظم	الشكل الجمالي
يكون النظام أكثر صموداً والتلفيات تكون جزئية	يكون النظام صامد نسبيا في مواجهة الطقس السيء لتماسك النباتات في الهيكل المثبت في المبني	يكون النظام صامد نسبيا في مواجهة الطقس السيء لتماسك النباتات في الهيكل المثبت في المبني	يتأثر النظام سريعا بالطقس السيء (كالرياح والأمطار الشديدة)	تأثير المناخ على النظام الأخضر
الظلال هنا تكون ناتجة عن الوحدات التي تحمل النباتات	جميع الأنواع السابقة توفر الظلال للواجهة بشكل متكافئ عن طرق النباتات نفسها وتتوقف درجة الإظلال على درجة كثافة النباتات			من حيث توفير الظلال للواجهة
يحتاج الى خبرات فنية عالية		يحتاج الى خبرات فنية	لا يحتاج الى خبرات فنية	الخبرات الفنية
تكلفة عالية		تكلفة متوسطة	تكلفة محدودة	التكلفة
مناسب لصنع المناظر الجمالية والشعارات	مناسب للمباني المرتفع حيث يمكن تكرار وضع الحوض رأسيا	مناسب للمباني العامة والإدارية محدودة الارتفاع	مناسب أكثر للمباني السكنية محدودة الارتفاع	استخداماته

من دراسة الجدول رقم (2) نجد إن إختيار النظام الأخضر الرأسي يتوقف على عدد من العوامل فكل نظام من الأنظمة السابقة له محددات لإستخدامه قد تتوافق مع ظروف مبني ولا تتوافق مع ظروف مبنى أخر في نفس الموقع؛ وتأتي أهمية الجدول السابق في تقديم دليل يساعد المصمم في أختيار النظام المناسب لظروف المبني والبيئة المحيطة. وقد يضطر المصمم الي دمج أكثر من نظام لنحصل على نتائج جيدة تناسب ظروف المبني. ويوضح شكل رقم (8) مثال على دمج النظام الثالث والرابع في مبنى واحد والذي تم تنفيذه في مبني متعدد الاستخدامات في مدينة سيدني بأستراليا؛ حيث استخدم المصمم النظام الرابع مع مساحة مصمتة محدودة من المبنى للحصول على شكل جمالي منظم، واستخدم النظام الثالث مع المساحات التي بها نوافذ؛ لسهولة تكرار الحوض لكل طابق أو عدة طوابق.



شكل رقم (8) دمج أكثر من نظام أخضر رأسي ليتلاءم مع ظروف المبنى في مبني متعدد الاستخدامات في مدينة سيدني بأستراليا

6-الخلاصة والتوصيات

تمثل الأنظمة الخضراء الرأسية حلا عمليا في المناطق الحارة من حيث تخفيض درجة الحرارة داخل المبنى لما تمثله من عملية عزل للحوائط الخارجية للمبنى إضافة إلى الظلال والتهوية الطبيعية وتنقية الهواء الداخل إلى الفراغ؛ كما إنها لها تأثير جيد على البيئة المحيطة من حيث تنقية الهواء المحيط وترطيبه والتقليل من إنعكاسات أشعة الشمس على المباني وعناصر الفرش الخارجي المحيط بالمبني؛ وهو ما يعزز دورها في المناطق الحارة، كما تعد عازل صوتي جيد، وتساهم بشكل عام في إعطاء شكل جمالي للمباني مما يوفر راحة نفسية للمُتلقي.

عند الشروع في تنفيذ أحد الأنظمة الخضراء الرأسية؛ يجب إختيار النظام المناسب للبيئة المراد أنشاؤه بها مراعيا في ذلك جميع الظروف الخاصة بالمبني لما لذلك من تأثير جوهري في العمر الإفتراضي للنظام الأخضر الرأسي؛ كما يجب الإستعانة بالمتخصصين من معماريين أو مهندسين مؤهلين في هذا المجال، لضمان تنفيذ أنظمة ناجحة إلي حدٍ كبير؛ ولضمان نجاح وإستمرار فكرة الأنظمة الخضراء الرأسية في المباني يوصي البحث بالآتي:

- إعداد دراسات جيدة قبل الشروع في تنفيذ أحد هذه الأنظمة.
- تحديد الهدف الرئيسي من الجدار الأخضر إذا كان جمالي أم بيئي أم الاثنين معا.
- ضرورة إختيار النظام الأخضر الرأسي الذي يتلاءم والبيئة المراد إنشاؤه بها.
- مراعاة البعد البيئي عند الشروع في تطبيق أحد هذه الأنظمة.
- إمكانية دمج أكثر من نظام أخضر رأسي في المبني الواحد ليتلاءم مع ظروف بعض المبني.
- رصد ميزانية مناسبة لإنشاء نظام أخضر رأسي.
- ضرورة عمل صيانة دورية للأنظمة الخضراء الرأسية.
- اهتمام المراكز البحثية بإيجاد حلول للمشاكل التي تقابل الأنظمة الخضراء الرأسية سواء في مرحلة التصميم أو التنفيذ أو الصيانة.
- وضع قوانين وتشريعات تحكم التعامل مع الأنظمة الخضراء الرأسية مة حتى لا تتحول إلى عشوائية.
- التوسع في تطبيق فكرة الأنظمة الرأسية الخضراء على مستوى الأحياء والمدن الصغيرة.
- فتح مراكز تدريب لتخريج فنيين وكوادر لهم القدرة على التعامل مع الأنظمة الخضراء الرأسية.

المراجع

1-Manso Maria, Castro João –Gomes, 2015, Green wall systems: A review of their characteristics, Renewable and Sustainable Energy Reviews 41, pp 863–871.

2-Anonymous, 2012, Green wall, Wikipedia The Free Encyclopedia, Retrieved on 28-11- 2012, from, http://en.wikipedia.org/wiki/Green_wall
3-najla hariri, "green walls concept and its influence on building's environmental performance in hot climates", msc in environmental design of buildings, welsh school of architecture, cardiff university.
4-Tautvydas Maslauskas. 2015. Green Walls Vertical Planting Systems. Technical report. The VIA University College, Aarhus, Denmark
5-Growing Green Guide, 2014, "A guide to green roofs, walls and facades in Melbourne and Victoria, Australia" Department of Environment and Primary Industries, Victoria, Australia.
6-Anonymous, 2017, energy concept, retrieved on 2-1-2017, from, www.pinterest.com/noormike/energy-concept/
7-Anonymous, 2015, considerations For Advanced Green Facade Design CEU, retrieved on 8-1-2017, from, http://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen_Advanced%20Green%20Facade%20Design_White%20Paper.pdf
8-Anonymous, 2015, green roof, retrieved on 4-3-2015, from, http://www.greenroofs.org/index.php/about/green-wall-benefits
9-wood, a, bahrami, p.& safarik, d. 2014, "green walls in high - rise buildings: an output of the ctbuh sustainability working group, council on tall building and urbanhbitat, chicago.
10-Anonymous, 2017, green façade, retrieved on 5-2-2017, from, https://www.pinterest.com/explore/green-facade/
11-greame hopkins, 2010, "city climate change adaptation through living walls and green roofs" adelaide
12-Loh, Susan, 2008, living walls – away to green the built environment, council of Built Environment Design Profession Ltd (BEDP). The royal Australian institute of Architecture.
13-Anonymous, 2017, welcome to the growing green guide for Melbourne Project, retrieved on 2-1-2017, from, http://www.growinggreenguide.org/
14-chong zui ling, 2012, "the green building envelope: vertical greening toward sustainability in urban structure", architecture seminar, limkokwing university of creative technology