Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

الحدائق الرأسية كأحد إستراتيجيات تقنين استهلاك المياه و المعالجة التصميمية للحيزات الداخلية.

Vertical Gardens as One of the Strategies for Rationing Water Consumption and Design Treatment of Internal Spaces.

Dr. Ayat Abdalla Fawaz
Lecturer in Decore Department, Interior Architecture branch, - Faculty of Fine Arts - Alexandria University
ayat.fawaz@alexu.edu.eg

Abstract:

Water is one of the most important renewable natural resources, and the extent of its renewal depends on the rate of its consumption compared to its depletion as a result of misuse - or exposure to pollution, and water conservation is one of the most important areas of sustainable development globally.

Egypt, like other countries, suffers in recent years from severe water scarcity and a decrease in its per capita share of it. 97% of the Nile River water, the lack of rainwater falling inside Egypt, and the rise in temperature, which leads to an increase in water consumption in all uses, and an increase in the severity and frequency of extreme climatic phenomena such as torrential rains, and a rise in sea level that threatens the Nile River Delta by affecting coastal areas and submerging low lands, as well as the intrusion of salt water, which affects the salinity of water. groundwater in the northern delta.

Vertical gardens are one of the solutions of contemporary interior architecture that has moved to the interior spaces to realize its multiple benefits, including rationing the use of irrigation water for indoor coordination plants, and it requires sufficient awareness of the structural and design method for it, drainage and feeding processes, taking into account the insulation system, and its construction loads.

The research studies vertical gardens as one of the methods of rationing water use in the interior architecture system, including the most important design considerations for it, to obtain its multiple benefits in contemporary interior spaces, which include the environmental aspect, and the design aspect, where it can be exploited as central points of attraction in the interior spaces.

Key words: Gray Water, Hydroponic Systems, Drip-Irrigation System.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

الملخص:

تُعد المياه أحد أهم الموارد الطبيعية المتجددة و التى يعتمد مدى تجددها على معدل استهلاكها مقارنة بنفاذها نتيجة لسوء الاستخدام - أو التعرض للتلوث ، كما يُعد الحفاظ على المياه أحد أهم مجالات التنمية المستدامة عالمياً .
تعانى مصر كغيرها من الدول فى السنوات الأخيرة من شح شديد في المياه و تناقص لحصة الفرد منها، و توجد تحديات عديدة يواجهها قطاع المياه فى مصر مثل النمو السكاني، والتحديات التى تقترن بتأثيرات تغير المناخ مثل التأثير غير المتوقع على منابع النيل خاصة أن مصر تعتمد بنسبة 97% على مياه نهر النيل، ونقص كميات مياه الأمطار المتساقطة داخل مصر، وإرتفاع درجة الحرارة مما يؤدى لزيادة إستهلاك المياه فى كافة الاستخدامات، وزيادة شدة وتواتر الظواهر المناخية المتطرفة مثل السيول، وإرتفاع مستوى سطح البحر الذى يهدد دلتا نهر النيل من خلال التأثير على المناطق الساحلية وغمر الأراضى المنخفضة، فضلاً عن تسرب المياه المالحة مما يؤثر على تملح المياه الجوفية بشمال الدلتا.
وتعد الحدائق الرأسية أحد حلول العمارة الداخلية المعاصرة التى إنتقلت إلى الحيزات الداخلية لإدراك فوائدها المتعددة و منها تقنين استخدام مياه الرى لنباتات التنسيق الداخلى، وهى تتطلب وعى كافى بالإسلوب الإنشائى و التصميمى لها، و عمليات الصرف و التغذية، و مراعاة نظام العزل، و الأحمال الإنشائية الخاصة بها .
ويقوم البحث بدراسة الحدائق الرأسية كأحد أساليب تقنين استخدام المياه فى منظومة العمارة الداخلية متضمنا أهم الإعتبارات التصميمية لها، للحصول على منافعها المتعددة فى الحيزات الداخلية المعاصرة، و التى تتضمن الجانب البيئى، و الجانب التصميمى حيث يمكن إستغلالها كنقاط جذب مركزية فى الحيزات الداخلية.

الكلمات الدالة:
المياه الرمادية، الأنظمة المائية، نظام الدى بالتنقيط.

مقدمة:

للتعامل مع تحديات إدارة المياه العذبة في الشرق الأوسط , لابد من إحداث توازن بين مخزون المياه الموجود و حجم الطلب عليها . وهذا التوازن ممكن أن يحقق من خلال توظيف إستراتيجيات تزيد من كفاءة استخدام المياه و الحفاظ عليها.

و تلك الاستراتيجيات تتضمن التقليل قدر الإمكان من إستخدام المخزون المائي القابل للنقل ، و إيجاد مصادر مياه بديلة للإستعمالات اليومية المتعددة، و زيادة كفاءة استخدام المياه من معدات و تجهيزات مناسبة .
تعد الحوائط الداخلية الخضراء أو ما يطلق عليه - الحدائق الرأسية - أحد حلول العمارة الداخلية البيئيه المعاصرة و التى تسهم بشكل كبير فى ترشيد استهلاك المياه فى منظومة العمارة الداخلية لاعتمادها بشكل اساسى على الرى بالتنقيط، و يسعى المصمم الداخلى من خلال توظيفها فى احيزات الداخلية إلى تحقيق تصميم داخلى متزن بيئياً و تصميمياً من خلال ربط الإنسان بالطبيعه و مكوناتها بشكل فعال بعدما قل نصيب الفرد من المساحة الأفقية و أثر على نسبة المساحات المزروعة حضريا و فى العمارة الداخلية.

فيسعى المصمم الداخلى من خلال استخدام الحدائق الرأسية الى تلبية الإحتياجات الإقتصاديه و البيئية للإنسان المعاصر - و من أهمها ترسيخ مبدأ عدم إهدار موارد البيئة، و الوصول إلى الإستقرار الحرارى و الصوتى فى الحيزات الداخلية.

و بعتبار كون الحدائق الرأسية أحد مكونات الحيزات الداخلية المعاصرة فقد أصبح دمجها فى التصميم الداخلى أمر هام لتحقيق غايات تصميمية هامة مثل الترابط و الجذب البصرى و تأكيد الهوية البصرية للحيزات الداخلية.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

مشكلة البحث :

تناقص فرصة الانسان فى التواصل مع العناصر الطبيعية البيئية وسط عالم متسارع تغلب عليه المادية و الاستهلاكية ، مما ادى الى ضرورة الترابط مع الحدائق الرأسية كعنصر نباتى من عناصر العمارة الداخلية والحاجة الى توظيفها فى البيئات الداخلية لتقلص المساحات الأفقية المزروعة ، وكذلك لمواجهة مشكلة زيادة خطر تناقص المياه عالميا ، و زيادة استهلاك مصادر الطاقة بشكل متسارع .

تساؤلات البحث :

ما هى المعايير التصميمية و الإنشاية للحدائق الرأسية فى الحيزات الداخلية ؟

1. ما هى أهم استراتيجيات العمارة الداخلية لتقنين استهلاك المياه فى الحيزات الداخلية ؟
2. كيف يتسنى للمصمم الداخلى أن يعزز تصميم البيئة الداخلية للحيزات الداخلية (حرارياً و صوتياً و جمالياً) و يقلل من الآثارالسلبية لظاهرة المبانى المريضة بدون اللجوء لحل يهدر الطاقة ؟
3. ما هى أفضل أنواع نباتات التنسيق الداخلى التى يمكن إستخدامها فى تنسيق الحدائق الرأسية بالحيزات الداخلية لتعزيز البيئة الداخلية بها؟
4. ما هى افضل السياسات للرى لتوفير استهلاك المياة عند استخدام الحدائق الرأسية ؟
5. كيف يمكن للمصمم الداخلى الإستعانة بالحوائط الخضراء لتحقيق التواصل البصرى المطلوب ، الى جانب المعالجات التصميمية الاخرى بالحيزات الداخلية ؟

هدف البحث :

ترسيخ أهمية الاتجاه الى الحلول التصميمية التى تساهم فى ترشيد استهلاك المياه و مصدار الطاقة فى العمارة الداخلية.

فروض البحث:

- الأهمية البيئية الكبيرة لتواجد الغطاء النباتى بداخل الحيز الداخلى عموماً.
- دور الغطاء النباتى فى خفض نسبة المركبات السامة و إنتشار حدوث متلازمة المبنى المريض فى الحيزات الداخلية .
- دور الحوائط الخضراء فى ترشيد استهلاك المياه و توفير مصادر الطاقة.

أهمية البحث :

الحاجة إلى تحقيق أعلى قدر من المنفعة البيئية و التصميمية و الإقتصادية فى الحيزات الداخلية بما يتطلب تحقيق أقصى توفيرالموارد المعرضة للشح و النضوب و التلوث و الاهدار و على رأسها المياه و مصادر الطاقة غير المتجددة ، فى ظل عدم إمكانية توفير مساحات أفقية للتجمعات النباتية ذات الوظائف البيئية و الجمالية و الصحية و الاجتماعية بشكل كافى فى الحيزات الداخلية .

حدود البحث:

دراسة أهمية و إمكانية تطبيق نظام الحدائق الرأسية لتحقيق أعلى قدر من كفاءة الاستهلاك فى الحيزات الداخلية.

منهج البحث:

المنهج الوصفى لوصف ماهية الحدائق الرأسية و متطلباتها فى العمارة الداخلية، و المنهج التحليلى للوصول الى امكانيات استخدام الحدائق الرأسية و توظيفها لحل العديد من المشكلات البيئية فى البيئات الداخلية.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

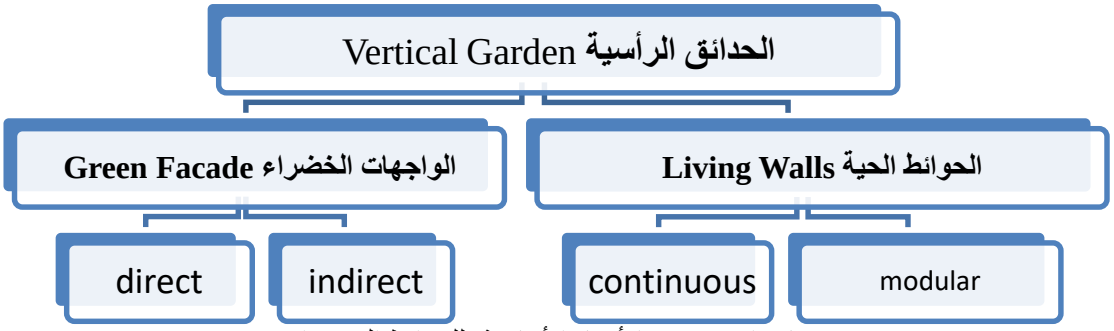
محاور البحث

1- خلفية تصميمية و تقنية عن الحدائق الرأسية.
أولا : تعريف الحدائق الرأسية.
ثانيا :الفرق بين الحوائط الحية Living Walls و الواجهات الخضراء Green Facades .
ثالثا :رواد التصميم و التنفيذ لنظام الحوائط الخضراء .
رابعا : نظم انشاء الحدائق الرأسية .
خامسا :وسائط نمو الحدائق الرأسية .
سادسا : إحتياجات خاصة للحوائط الخضراء بالحيزات الداخلية التجارية .
2- أهم إستراتيجيات العمارة الداخلية للاقتصاد فى استهلاك المياه.
3- دور الحدائق الرأسية فى ترشيد استهلاك المياة فى منظومة العمارة الداخلية.
4- دور الحدائق الرأسية فى تحسين البيئة الداخلية .

1- خلفية تصميمية و تقنية عن الحدائق الرأسية:

أولا : تعريف الحدائق الرأسية (Vertical Garden) :

يمكن تعريفها أيضا بالحوائط الحية(living wall) أوالحوائط الخضراء(Green Walls) و هى حوائط مغطاه بالنياتات بشكل كلى أو جزئى ، و تحتوى على وسيط للنمو كالتربة (Substrate)، مزودة بشكل أساسى بنظام للرى و الصرف ، وتنقسم الحدائق الرأسية إلى قسمين أساسيين وهى الحوائط الحية (living wall)، و الواجهات الخضراء(Green Facade) ، كما يوضح ديجرام رقم (1) .

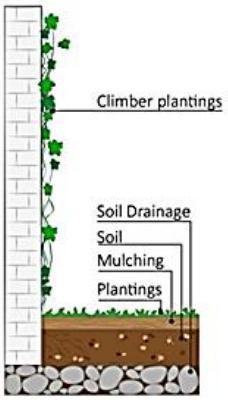


دياجرام رقم (1) الأقسام الأساسية للحوائط الخضراء

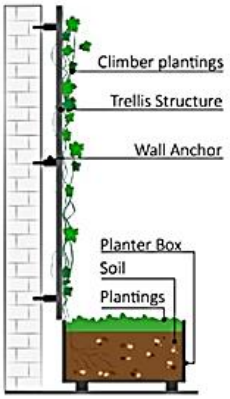
ثانيا :الفرق بين الحوائط الحية (Living Walls) و الواجهات الخضراء (Green Facades) :

إن الحوائط الحية (living Walls) لها وسيط للنمو"تربة " مثبت بشكل رأسى على الحوائط ، و تنمو الحدائق الرأسية (الحوائط الحية) إما بنظام الالواح النموذجية(Modular Panels) التى تمتلىء كل منها بالتربة ، أو مسطحات مستمرة (continuous Panels) لأحد وسائط النمو الأخرى مثل اللباد (Felt) أو الصخور الزجاجية (Perlite) أوالصوف المعدنى(Mineral Wool) على حسب الاسلوب الطبيعى لنمو النبات – و ذلك لتوصيل المغذيات للنبات بشكل مناسب .شكل (1) : (7) (J. Irga,2023)

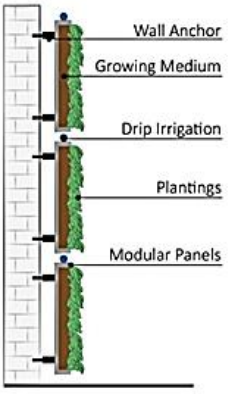
Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846



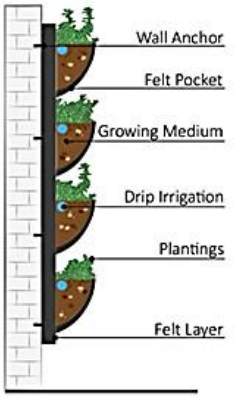
شكل (4)



شكل (3)



شكل (2)

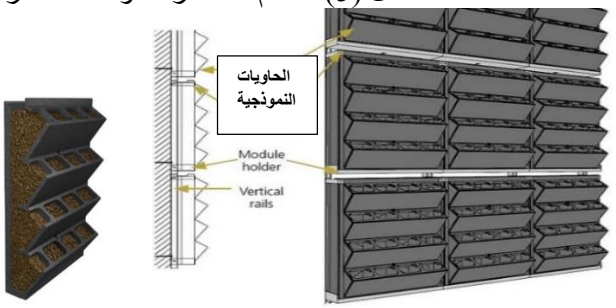


.
شكل(1)

شكل(1) النظام المستمر للحوائط الخضراء
شكل(2) النظام النموذجى للحوائط الخضراء
شكل(3) النظام المباشر للواجهات الخضراء
شكل (4) النظام الغيرمباشر للواجهات الخضراء

شكل (5) النظام المستمر للحوائط الخضراء بنسيج اللباد ذو الجيوب لاحتواء النباتات.

شكل (7) أحد نماذج الحاويات المرنة النظام النموذجى للحوائط الخضراء.



https://www.vertiss.net/vertiss-plus-le-module-vegetalise?lang=en
شكل (6) أحد نماذج الحاويات الصلبة النظام النموذجى للحوائط الخضراء.

بينما و الواجهات الخضراء(Green Facades)تكون تربتها فى المنطقة السفلية فقط من الحائط الرأسى "فى حاوية للتربة أو فى الأرض مباشرة و تكون فى تلك الحالة النباتات الخضراء من النوع المتسلق على الحائط الأخضرمباشرة (Direct) ، أو تكون متسلقة للحائط بشكل غير مباشر(Indirect) على هياكل مدعمة عن طريق الكابلات (Cables)او التعريشة (Trellis) و خامات الكابلات تتنوع من الصلب و الحديد المجلفن و الصلب غير القابل للصدأ و أنواع الأخشاب و البلاستيك و الألومنيوم.
و بذلك يوجد ثلاثة اشكال نموذجية للواجهات الخضراء: شكل (8)
الأول يتضمن ببساطة نباتات متسلقة تنمو من الأرض وتثبت نفسها في الجدار.
و الثاني يضيف إطارًا تمكينيًا متصلًا بالجدار الانشائى ليحمل ويدعم فروع النباتات ذات الجذور الأرضية.
والثالث يضيف حاويات للنباتات موزعة على مسافات رأسية (على سبيل المثال في كل طابق في مبنى متعدد الطوابق) مما يسمح بواجهات خضراء بارتفاعات أكبر بكثير من الأنظمة التي تستخدم نباتات متجذرة بشكل أساسى .

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

Lundegren,Mark, February 1, 2016, https://archanatura.com/2016/02/01/green-walls-versus-green-facades

شكل (8) الاشكال النموذجية للواجهات الخضراء (Green Facade)

ثالثا :رواد التصميم والتنفيذ لنظام الحوائط الخضراء :

- البروفيسور ستانلي هارت وايت (Stanley Hart White)من جامعة إلينوي (University Of Illinois) و قد حصل على براءة إختراع لأول حديقة عمودية معروفة عام 1938 وكان عنوان بحثة (Vegetation-Bearing Architectonic (Structure And System (Hindle,2013)

وتتعلق براءة الاختراع بالبنية والنظام المعماري القائم على الغطاء النباتي الرأسى بأي حجم أو شكل أو ارتفاع قابل للبناء، و لم يتم تطوير أفكار وايت بالشكل الكامل .

- باتريك بلانك (Patrick Blanc) ولد في 3 يونيو 1953، باريس، وهو عالم نبات يعمل في المركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي، عمل على استلهام تنسيقات النباتات الموجودة في تايلاند وهاواي لخلق أنماط من درجات اللون الاخضر الحى والذى يكسو الحوائط الخرسانية الخافتة، و قد تعاون مع كل من المعمارى أدريان فينسيلبر(Adrien Fainsilber) والمهندس بيتر رايز(Peter Rice)لتصميم و تنفيذ اول نموذج ناجح من الحوائط الخضراء الداخلية فى مدينة العلوم و الصناعة فى باريس(Cité des Sciences et de l'Industrie in Paris)عام 1986. شكل (9،10،11)

https://www.murvegetalpatrickblanc.com/realisations/paris-ile-de-france/cite-des-sciences-et-de-lindustrie-de-la-villette-paris

شكل (9) الحوائط الخضراء الداخلية فى مدينة العلوم و الصناعة فى باريس

Cité des Sciences et de l'Industrie in Paris

https://www.murvegetalpatrickblanc.com/realisations/taipei/green-symphony-taipeh-concert-hall

شكل (10) نظام الحائط الاخضر المائى المسمى "مور فيجيتال"

Mur Vegetal at the Taipeh Concert Hall, image © Patrick Blanc

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

- و قد بدأ باتريك بلانك فى الثمانينات تجربة نظامه المائي المسمى "مور فيجيتال" (Mur Vegetal).
- وقد اكتمل أول مشروع كبير له في عام 1996 ، ومنذ ذلك الحين بدأ العمل مع بعض المهندسين المعماريين المعترف بهم دوليًا في جميع أنحاء العالم.
- و تعتبر حدائق بلانك هي أكثر أنواع الحدائق العمودية إنتشارًا على نطاق واسع. و هو يعتمد فى نظامه على وسط للنمو تتكون من ورقتين صغيرتين من اللباد felt ، بسماكة إجمالية لا تتجاوز بضعة مليمترات. وهذا يعني أن النظام خفيف الوزن نسبياً وخالٍ من التربة ،و بذلك تكون الحوائط الخضراء المزروعة بدون تربة أقل عرضة لآفات .
- 80% من الحوائط الخضراء تم انشائها فى عام 2009 أو بعدة.

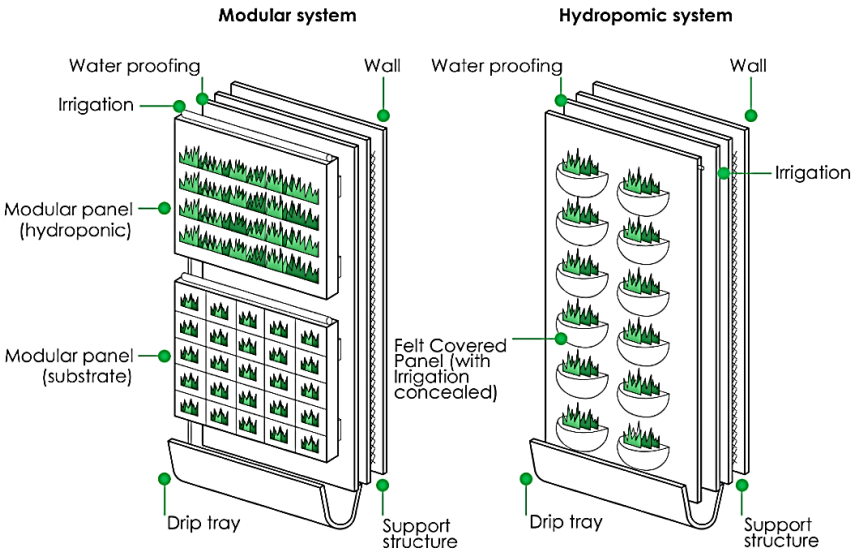
رابعا : نظم انشاء الحدائق الرأسية :

تختلف أنظمة الحدائق الرأسية في تصميمها وإنشائها، و يعد النظام المائى و نظام التربة هما أهم نظامين لها .

أ- الأنظمة المائية: Hydroponic green wall systems :

يمكن أن تكون الحدائق الرأسية المائية إما فى حاويات قياسية أو لوحات كبيرة. يتم تثبيت الأنظمة على هياكل مثبته على الجدار الأصلى ،أوتكون هيكل قائمه بذاتها و ذلك لإنشاء فجوة هوائية عازلة بين الجدار و نظام الأخضر .

يتم توفير وسط لنموالنباتات مثل الفوم الزراعى (Horticultural Foam) أو الألياف المعدنية (Mineral Fibre) أوحصائر اللباد (Felt Mat)، وتعمل هذه المواد كإسفنجة تحتفظ بالماء ، وعلى الرغم من أن ذلك النظام يكون ثقيلا نسبيل إلا أنة يتميز بصلاحيته لمدة طويله بدون التعرض للتلف ، ولا يتراكم به أملاح الأسمدة والمواد المغذية. ومع مرور الوقت ، تنمو جذور النباتات وتتشعب من خلال النظام بأكمله لإنشاء شبكة قوية للغاية. شكل (12)

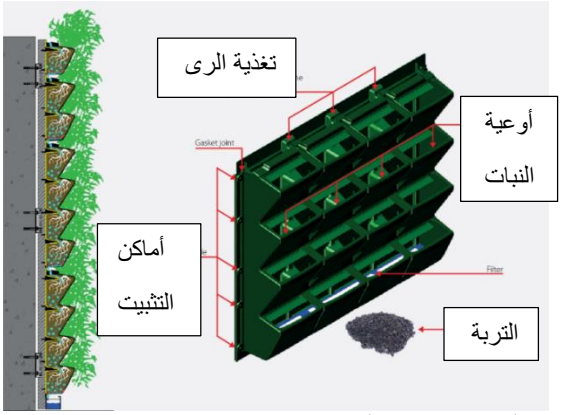


شكل (12) الأنظمة المائية Hydroponic green wall systems

ب- نظام التربة : Substrate-Based System :

تستخدم تلك الأنظمة حاويات مصنوعة من البلاستيك أو المعدن أو أكياس من الألياف الاصطناعية القابلة للنفاذ بالماء. يتم تعبئتها بالتربة مباشرة. ترتبط الحاويات ببعضها البعض وترتكز على الحائط الأساسى أو على حامل أو إطار معدني مستقل آمن من الناحية الهيكلية. يمكن إزالة حاويات النمو الفردية للصيانة أو إعادة الزراعه. تم تصميم معظم الأنظمة القائمة على الركيزة للري التلقائي automatic irrigation ، تماما مثل أنظمة الحوائط الخضراء المائية . شكل (13)

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846



شكل (13) نظام التربة Substrate-Based System

خامسا: وسائط نمو الحدائق الرأسية :

1. وسائل فضفاضة (Loose media):

(Soil-On-Ashelf)أو (soil-in-a-bag) و هو عبارة عن تربة منقولة لداخل البناء على هيئة ارفف أو حاويات للتربة ، ينبغى تغيير التربة كل عامين فى الحدائق الرأسية الداخلية

لا يزيد إرتفاع الحائط الرأسى لهذا النظام عن 240 سنتيمتر و لهذا يصلح هذا النظام للحيزات الداخلية المنزلية والموسمية حيث يتم تغيير نوعية النباتات المزروعة بشكل نصف سنوى تقريبا (لا يتحمل النظام التغيرات الحركية التى تحدث للتربة أثناء نمو النبات بشكل كامل لذلك يفضل الصيانة الدورية النصف سنوية) شكل (14)

2. نظام الحصائر (Mat media) :

بإستخدام نسيج معلق لنمو النبات (Coir Fiber Or Felt Mats) و هو ملائم للحيزات الداخلية و النباتات صغيرة و متوسطة الوزن شكل (15)

يتم استبدال النظام ككل كل 3-5 سنوات للتغلب على مشاكل النمو فى وسيط التربة ،و يحتاج لنظام رى مساعد للتربة لعدم إمكانيتاها بالاحتفاظ بالمياه بشكل كامل بالنظر لسمكها المحدود ، لا يزيد إرتفاع الحائط الرأسى لهذا النظام عن 240 سنتيمتر.

يحتاج النظامين الى نظام اعادة توجية مياه الرى للنباتات(Re-Circulation System)

3. نظام اللوحات (Sheet media) :

من خامة البولي يوريثان (Semi-open cell polyurethane)

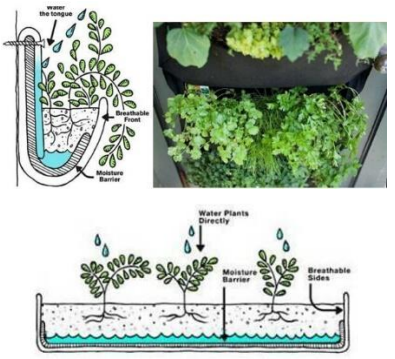
يتيح النظام تشبع لمياه الرى بشكل مناسب ، و تلك المادة لا تتحلل عضويا biodegrade و بالتالى قد تستمر لعشرين سنة للحوائط الخضراء (و تستخدم أيضا للأسطح الخضراء)

تستخدم الشيتات بشكل مذدوج (sandwich construction) لكل منهما نظام رى منفصل و يفصل بينهما طبقة عازلة ، ثم يطبق على الحائط بالكانات شكل (16)

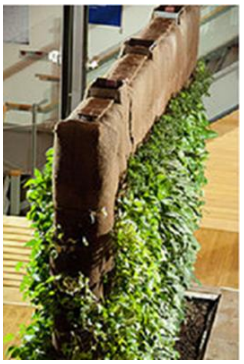
4. وسيط إنشائى(Structural media) :

يعد النظام الأفضل لتحقيق التنوع فى المساحات و الأشكال و التخانات و اختيارات كثافات المياه لتنوع النباتات المزروعة ، لا يتم إستبدال النظام لمدة تتراوح بين 10-15 عام شكل (17)

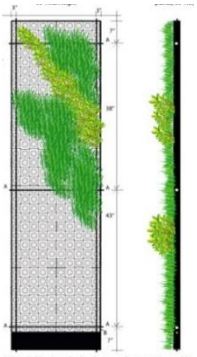
Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846



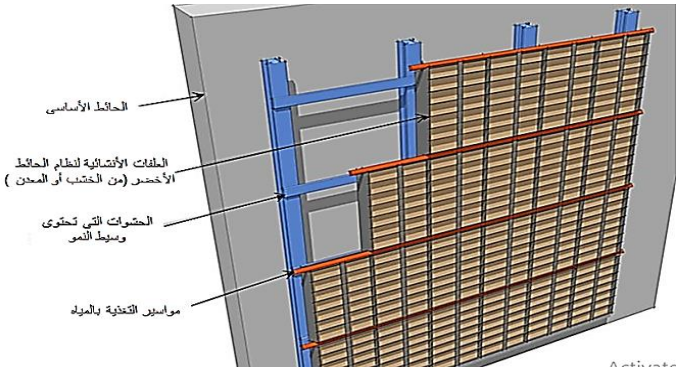
شكل (14) نظامLoose media الوسائل الفضفاضة



شكل (15) نظام الحصائرMat media



شكل (16) نظام اللوحات Sheet media

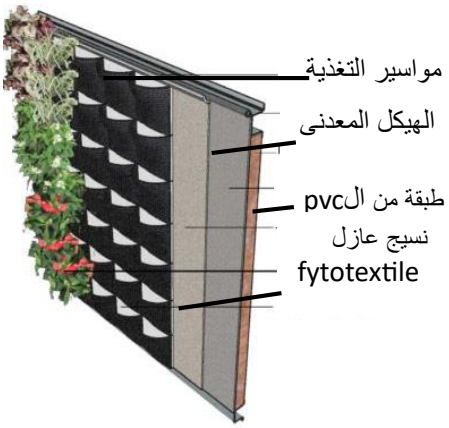


شكل (17) وسيط إنشائى Structural media

سادسا: إحتياجات خاصة للحوائط الخضراء بالحيزات الداخلية التجارية:

- **الأهتمام بنوعية و كمية الإضاءة المناسبة** للنباتات لضمان النمو الأزهار لأنواع النباتات المختلفة بشكل مناسب (النباتات الإستوائية و شبة الإستوائية تعتبر اكثر تحملا لنقص الضوء مقارنة بنباتات بيئة البحر المتوسط)
- **الإحتياج للتهوية الجيدة** حيث تحصل نباتات الحوائط الخارجية الخضراء على التهوية بشكل فعال، بينما فى الحيزات الداخلية يجب الإهتمام بوجود نظام فعال للتهوية لعدم تعرض النباتات لنمو الفطريات .(Carpenter,2014)
- **العزل المائي (Waterproofing) الجيد :**

و يمكن أن يتحقق بعمل فجوة هوائية كافية بين الجزء الخلفي من نظام الزراعة و الجدار ، حيث تعمل الفجوة الهوائية على التفاعل بين الجدارالداخلى والنباتات و جزورها فتقى الحوائط من الرطوبة و نمو العفن و التأثر بالأملاح الذائبة فى الأسمدة .
و فى حالة إنشاء الحوائط الخضراء بدون فجوة هوائية يمكن إسخدام أغشية العزل المائي waterproofing membranes شكل (18)



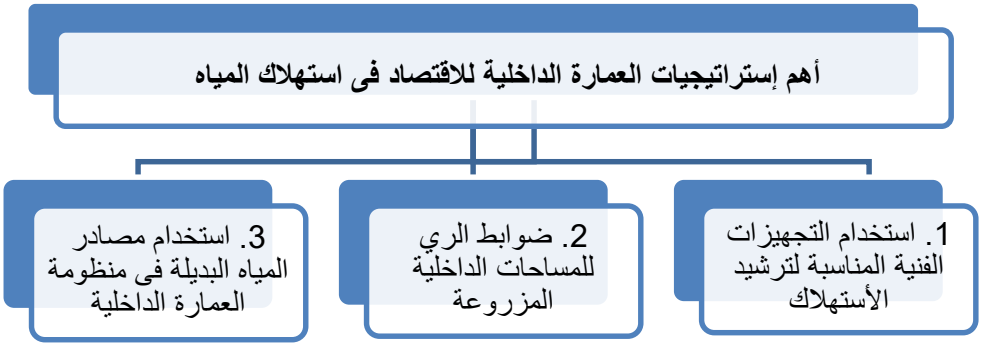
شكل (18) عزل الحوائط الخضراء بطبقة عازلة

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

2-أهم إستراتيجيات العمارة الداخلية للاقتصاد فى استهلاك المياه :

يوجد ثلاث استراتيجيات للاقتصاد فى استهلاك المياه يمكن تطبيقها فى منظومة العمارة الداخلية، يمكن تلخيصها فى ديجرام (2):

1. استخدام التجهيزات الفنية المناسبة لترشيد الأستهلاك مثل: (تجهيزات السباكة) منخفضة التدفق ، والتجهيزات ذاتية التحكم فى المياه (استخدام صنابير الاستشعار(Sensor Faucets)، أنظمة الماء الساخن الفوري (Instant hot water systems)، و استخدام غسالات الاطباق.
2. ضوابط الري للمساحات الداخلية المزروعة ،حيث يعد تغيير أنواع الزراعة لتقليل متطلبات المياه أو التخلص منها أيضًا استراتيجية فعالة لتقليل استهلاك المياه.
3. استخدام مصادر المياه البديلة فى منظومة العمارة الداخلية. مياه الأمطار المحصودة(Rainwater harvesting) مصدرًا بديلًا للمياه لاستخدامها فى ري المناظر الطبيعية).



ديجرام (2)
أهم إستراتيجيات العمارة الداخلية للاقتصاد فى استهلاك المياه.

و بذلك يمكن ان يسهم استخدام الحدائق الرأسية فى المساهمة فى الحد من استهلاك المياه من خلال كونها تستخدم نظما فعالة فى الرى، و كذلك مصادر بديلة للمياة فى منظومة العمارة الداخلية، و بذلك فأنها تحقق استراتيجيتين للاقتصاد فى استهلاك المياه بشكل مباشر .

3- دور الحدائق الرأسية فى ترشيد استهلاك المياة فى منظومة العمارة الداخلية:

يعد إستخدام الحدائق الرأسية أحد الأليات المستخدمة لتطبيق إستراتيجيات توفير المياه فى منظومة العمارة الداخلية و ذلك من خلال تحكم فى ضوابط الري للمساحات الرأسية المزروعة و امكانية تقنين متطلبات المياه و التخلص منها لتقليل استهلاك المياه، و كذلك من خلال استخدام مصادر المياه البديلة فى ريها .

و يمكن تفصيل ذلك فيما يلى:

أ- أنظمة و ضوابط الرى للحدائق الرأسية الداخلية :

يوجد نوعان أساسيان لانظمة الرى للحدائق الرأسية الداخلية و كل منهما يعتمد بشكل أساسى على نظام الرى بالتنقيط (Drip-Irrigation) مما يزيد من فاعلية استخدام المياه إلى أقصى حد .

<u>مميزات الرى بالتنقيط :</u>

1- يعمل على توفير المياة بنسبة تتراوح بين 45:68 % فى انواع المحاصيل المختلفة .
2 - يقلل من نمو الحشائش نظرًا لأن مياه الري بالتنقيط تقع مباشرة على جذور النباتات فى حاويات الحدائق الرأسية فإن التربة المحيطة بها لا تحصل على كمية كافية من الماء لنمو الحشائش.
3- امكانية ضبط توقيت و كمية المياه .

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

و تنقسم انظمة الرى لنوعين أساسيين :

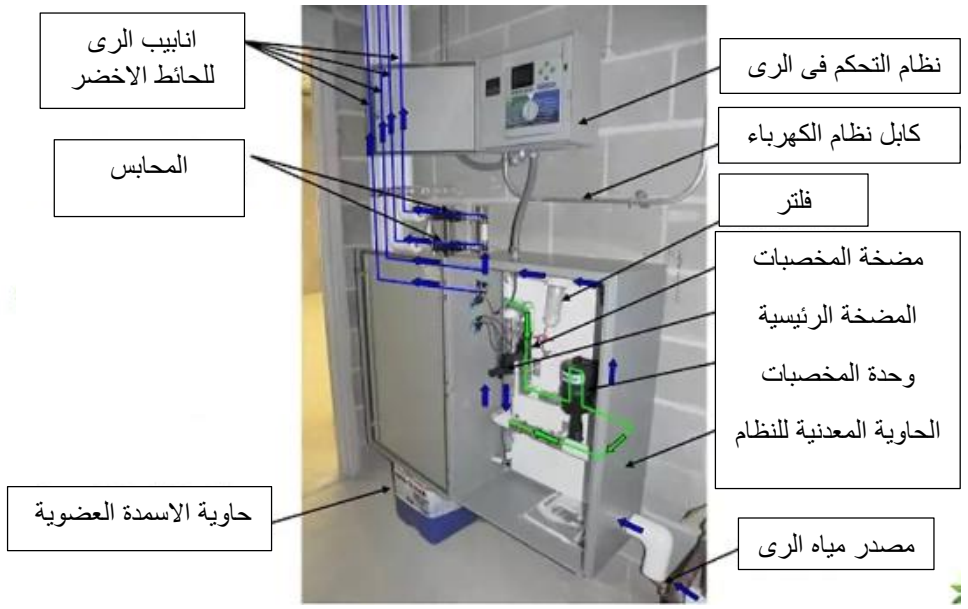
اولا : الرى المباشر .

ثانيا: الرى بالمياه المعادة التدوير .

اولا الرى المباشر:

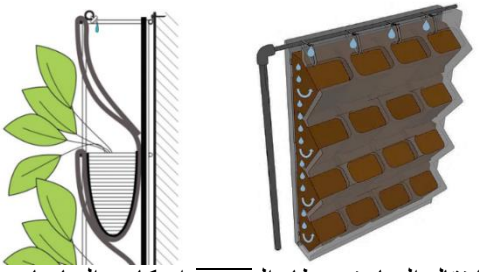
لا يحتوي نظام الري المباشر على خزان أو مضخة للمياه، حيث تأتي مياه الري مباشرة من مصدر خارجي للمياه ويتم حقنها أحيانًا بالأسمدة. و يتم توجيه المياه إلى الجدار الأخضر وتوزيعها على النباتات الموجودة على الحائط. و ينتشر الماء تلقائيا عبر نظام تعليق الوحدات (سواء كانت الحاويات صلبة او مسامية) شكل (18) ، (19).

و نظرا لقدرة الحاويات على الاحتفهظ بالمياه يظل استهلاك المياه منخفضًا، بمتوسط 5 إلى 15 لتر / أسبوع / متر مربع. حسب درجة الحرارة، أي حوالي 200 إلى 500 لتر / سنة / متر مربع. وعندما يتم تصريف المياه إلى أسفل عن طريق الجاذبية ، يتم جمع أي مياه ري زائدة و التخلص منها فى شبكة الصرف (لا يتم إعادة تدويرها).



https://vikaspedia.in/agriculture/agri-inputs/farm-machinary/drip-irrigation-system

شكل (18) نموذج لنظام الرى المباشر بالحدائق الرأسية.



شكل (19) انتقال المياة فى نظام الرى سواء كانت الحاويات صلبة او مسامية

ثانيا: نظام اعادة تدوير المياه لرى الحدائق الرأسية :

اعادة تدوير المياة من نظام الرى نفسة :

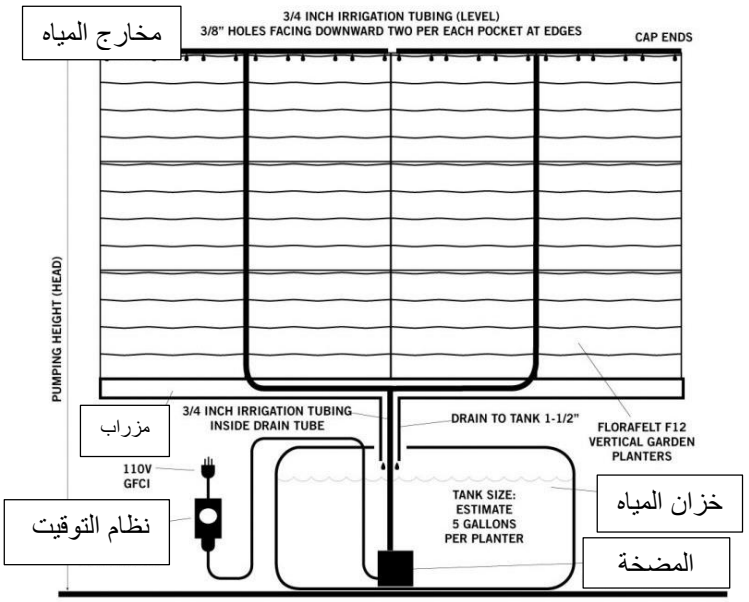
و يعتبر نظام إعادة تدويرالمياه من الحلول الأكثر كفاءة لرى الحوائط الخضراء .حيث يتم إعادة استخدام المياه بشكل متكرر فى منظومة الرى فيتم استخدام الماء المخزنة فى حاويات سفلية يتم فيها تخزين المياه الناتجة من صرف النباتات وإعادة استخدامها للرى.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

يعد هذا النظام هو الحل الامثل للحدائق الرأسية التى ليس لها مصدر ثابت لمياه التغذية او توصيلات للصرف كما انه نظام مثالى للتحكم فى استهلاك المياه، يكون مصدر المياه هو خزان الري الذي يقع مباشرة تحت الجدار الأخضر او يتصل به بشكل مباشر . يتم تعبئة خزان الري بشكل منتظم لتوفير إمدادات كافية من مياه الري. يتم ضخ المياه من الخزان إلى الجدار الأخضر ، حيث يتم توزيعها على النباتات الموجودة في الجدار. تسحب الجاذبية المياه الزائدة إلى أسفل وتتجمع مياه الصرف في أسفل الجدار لتتم إعادتها إلى الخزان مرة اخرى. ثم يتم استخدام هذه المياه مرارًا وتكرارًا.

عناصر نظام إعادة التدوير:شكل (20)

1- خزان لتخزين المياه.
2- مضخة لإعادة تدوير الماء.
3- نظام للتوقيت و / أو استشعار الرطوبة (Timer for timing and/or moisture sensing).
4- أنبوب لتوزيع المياه على قمة الحديقة الرأسية .
5- حاوية الصرف لتجميع الرطوبة وإعادتها إلى الخزان.



https://www.plantsonwalls.com/guides/recirculating-irrigation-living-walls
شكل (20) نظام اعادة تدوير المياه لرى الحدائق الرأسية

1 خزان المياه: Water Tank :

يعد استخدام الخزان في القاعدة أبسط طريقة لتصميم النظام، و يمكن تصنيع الخزانات من مواد مختلفة مثل الفولاذ المقاوم للصدأ أو البلاستيك أو الزجاج. و يجب تجنب المواد السامة للنباتات مثل الألمنيوم والمعادن المجلفنة. و يمكن تشكيل النظام بما يتلائم على التصميم الداخلى للحيز كما فى شكل (21)

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

https://www.vertiss.net/mur-vegetal-entretien-mise-en-oeuvr?lang=en
شكل (21) تصميم نظام الرى بإعادة التدوير ليتلائم مع التصميم الداخلى .

2. مضخة مياه (Water Pump):

يجب التأكد من كون المضخة قادرة على توصيل المياه لأقصى ارتفاع فى الحائط الأخضر .شكل (22)

3- نظام التوقيت الرقمى(Timer for timing and/or moisture sensing):

يجب ضبط توقيت الرى وعدد مراته على حسب إحتاج النبات و فى المتوسط يكون الرى على فترات قصيرة ولكن متكررة ، من 2 إلى 5 دقائق ومن 1 إلى 5 مرات في اليوم ، حسب درجة الحرارة و نوع النبات . شكل (23)

https://www.vertiss.net/mur-vegetal-entretien-mise-en-oeuvr?lang=en
شكل (22) مضخة مياه

https://www.vertiss.net/mur-vegetal-entretien-mise-en-oeuvr?lang=en
شكل (23) نظام التوقيت الرقمى

4- أنابيب الرى :

يتم استخدام أنابيب 8/5 بوصة فى الجدران الداخلية متوسطة الارتفاع ، و يتم استخدام أنابيب 4/3 بوصة للجدران التى تزيد مساحتها عن 360x360 سنتيمتر .(يوصى فى هذة الحالة باستخدام أكثر من مضخة واحدة.) شكل (24)
لا تستخدم خط التنقيط أو بواعث التنقيط لإعادة تدوير الأنظمة.
تحتوى الانابيب على ثقوب يتم تقدير حجمها حسب النظام المستخدم للرى و فى حالة استخدام نظام اعادة التدوير يتم لاعتماد على ثقوب كبيرة حتى لا يتم سدها من المياة معادة التدوير بالنظام .
يتم عمل فتحتين فى أنبوبة الرى العلوية لكل جيب او حاوية نباتات، و تكون ثقوب الرى على حواف كل جيب، ومن المهم عدم إغراق النبات العلوي بالمياه، الجيوب عبارة عن نسيج يتم تثبيته فى هيكل النظام مصنوع بالكامل من مواد بلاستيكية غير سامة معاد تدويرها ، لذا فهي تدوم مدى الحياة. مصمم للاحتفاظ بالرطوبة وإطلاقها بسهوله .شكل (25)
و يوضع فى كل جيب المناديل المخصصة Root-Wrapsللاحتفاظ بتربة و جذور النبات وللتعامل بسهولة مع النباتات الموجودة في تربتها الحالية وامكانية تحريكها في الجيوب وإعادة ترتيب الحديقة الرأسية .شكل (26)
و تلك المناديل مصنوعة من لباد النايلون الصناعي الماص للماء. الحجم: 12 × 12 بوصة.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

5- حاوية الصرف:

يتم تركيب مزرابًا لتجميع المياه التي تتساقط من أسفل الجدارالاخضر، ثم توجيهها إلى حاوية الصرف، و هو مصنوع من PVC بمقاسات قياسية مع النظام المستخدم، و يمكن توجية الصرف الى حاوية تتلائم ع التصميم الداخلى مع تزويدها بنظام الضخ المناسب. شكل (27)

شكل(24) مواسير الرى و التى تغذى كل جيب من مخرجين

شكل (25) المناديل المخصصة Root-Wraps للاحتفاظ بتربة و جذور النبات

(26) الجيوب و هى عبارة عن نسيج يتم تثبيته فى هيكل النظام

https://www.plantsonwalls.com/guides/recirculating-irrigation-living-walls

شكل (27)نموذج لحيز تجميع مياه الصرف لاعادة تدويرها و يختلف حجمه حسب مساحة الحائط الأخضر.

و يمكن ان يتم عمل النظام بإمكانية التشغيل و الايقاف للأنبوب المغذى لكل صف من جيوب الحائط الاخضر على حدى فى حالة كون النباتات المتواجدة فى كل صف مختلفة فى الاحتياجات و التوقيت الذى يمكن ضبطة على حدى.

نظام المياه معادة التدوير من المبنى لرى الحدائق الرأسية :

يتم استخدام الماء المخزنة فى حاويات سفلية يتم فيها تخزين المياه الرمادية الناتجة من المبنى و إعادة استخدامها للرى بالاضافة الى المياه الناتجة عن صرف الحدائق الرأسية نفسها بعد تجميعها. شكل (28)، (29) (Özyavuz,2013)

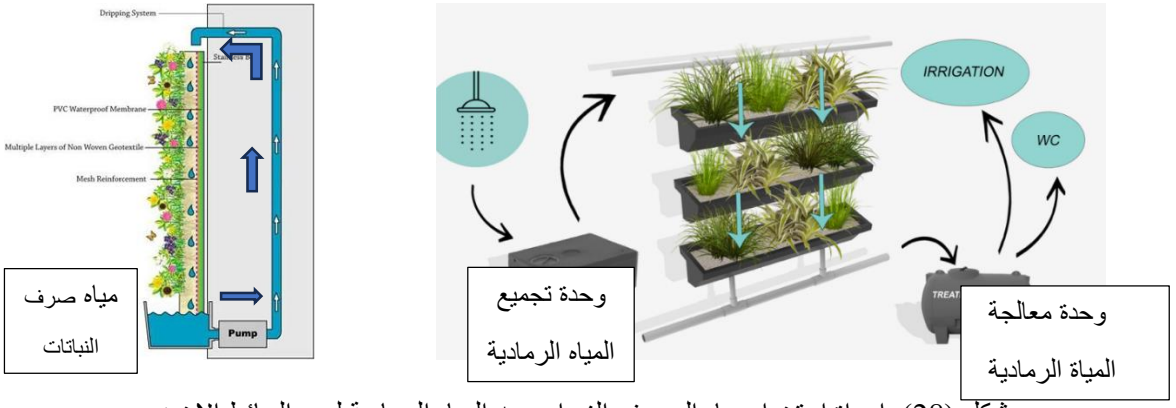
ويمكن تعريف المياة الرمادية (Gray Water)على انها :

المياه الخارجة من المغاسل وأحواض الاستحمام والغسالات، وتأخذ اسمها من اللون الرمادي الذي تؤول إليه بعد الركود، وتتميز هذه المياه بأنها لا تحتوي على مواد عضوية إلا بقدر ضئيل، وقد تحتوي المياه الرمادية آثار الأوساخ والمواد الغذائية، والشحوم، والشعر، وبعض منتجات التنظيف المنزلية (أما المياه الخارجة من المراحيض فهي مياه سوداء لا يمكن إعادة استخدامها إلا بعد معالجتها).

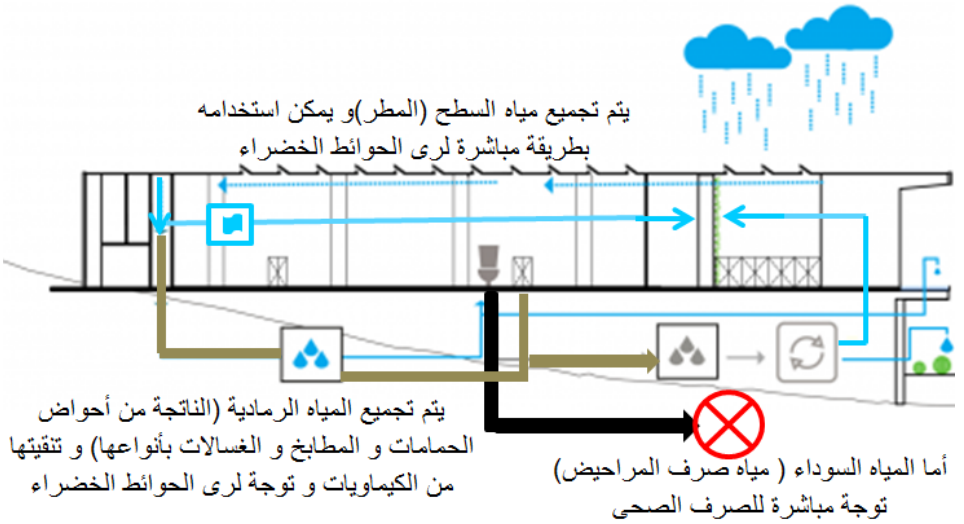
تشكل المياه الرمادية حوالي 55 -74 % من المياه الناتجة عن المنزل واذا ما تم استخدامها فإن الفائدة تكون في ناحيتين فمن جهة تقلل كمية المياه العادمة وبالتالي تقلل الضغط على شكبات المجاري ومحطات المعالجة، ومن جهة ثانية تزيد من

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

المياه المخصصة لري الحدائق دون الحاجة لشراء كميات اكبر من المياه وهو ما قد يكون صعبا في كثير من الدول التي تعاني شح في مصادر المياه العذبة .



شكل (28) اعداة استخدام مياه الصرف الزراعى + المياه الرمادية لرى الحائط الاخضر.



شكل (29) يوضح اعادة استخدام المياه الرمادية بمنظومة العمارة الداخلية لرى الحوائط الخضراء.

امكانية تنقية مياه الصرف الرمادية من خلال نظام الحدائق الرأسية :

أدى النمو المستمر للمناطق الحضرية في العقود الماضية إلى زيادة في استهلاك المياه، مما ساهم في زيادة كميات مياه الصرف في المناطق الحضرية والمنزلية. وبالتالي، يسعى الباحثين إلى إيجاد بدائل فعالة لإدارة مياه الصرف الصحي، أي البحث عن أشكال جديدة للمعالجة وإعادة الاستخدام.

و من الاطروحات المقدمة من الباحثين امكانية تطبيق جدار أخضر لمعالجة المياه الرمادية ، بهدف إعادة استخدام المياه. و ذلك من خلال اختبار نوعين من المواد المعاد تدويرها (البلاط المسحوق والألياف النسيجية crushed tiles and textile fibers) كوسائط تعبئة مع نوعين من النباتات فى الحدائق الرأسية .

تم خلط البلاط المسحوق مع ألياف جوز الهند بنسبة 70٪ -30٪ واستخدمت ألياف النسيج كوسائط مفردة.

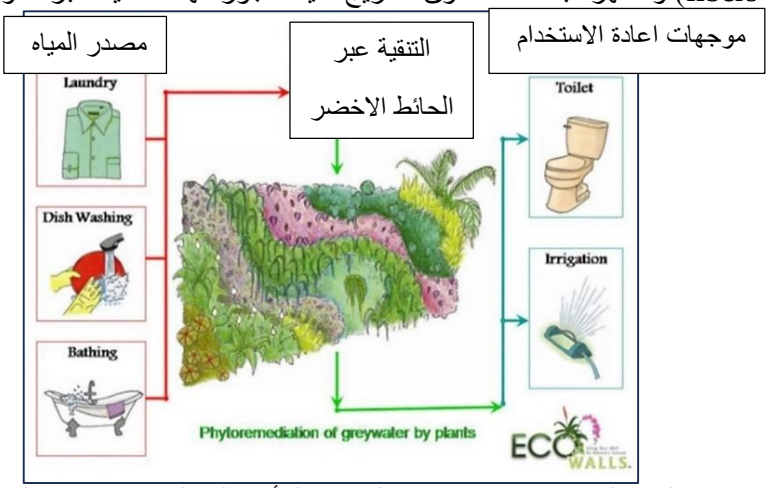
كان أداء البلاط + مزيج ألياف جوز الهند مع النباتات هو الأفضل ، حيث أظهر متوسط كفاءة إزالة > 70٪ من مركب الأكسجين الكيميائي (Chemical Oxygen Demand/COD) وما بين 59٪ - 70٪ لإجمالي المواد الصلبة العالقة

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

(TSS /Total Suspended Solids). أظهرت الدراسة بشكل عام أن استخدام الجدران الخضراء بحاويات من مواد معالجة امعاد تدويرها - يمكن ان يعالج المياه الرمادية بشكل فعال . شكل (30) (Galvão,2022)
و يمكن توجيه المياه الناتجة من اعادة تدوير الحدائق الرأسية لها الى استخدامات المراحيض و الرى الاخرى .شكل (31)

شكل (30) استخدام الحدائق الرأسية لمعالجة المياه الرمادية ، بهدف إعادة استخدام المياه.و تأثير اختلاف خامات الحاويات التى تستخدم كمرشحات على نمو النباتات فى الحدائق الرأسية .

تم استخدام نوعين من المواد المعاد تدويرها (البلاط المسحوق والألياف النسيجية crushed tiles and textile fibers) و أظهر البلاط المسحوق+ مزيج ألياف جوز الهند فاعلية اكبر لنمو النباتات .



شكل (31) مكن توجيه المياه الناتجة من اعادة تدوير الحدائق الرأسية لها الى استخدامات المراحيض و الرى الاخرى .

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

4- دور الحدائق الرأسية فى تحسين البيئة الداخلية:

أ- نباتات التنسيق الداخلى للحد من الآثار الشاملة للبيئة المبنية على صحة الإنسان والبيئة الطبيعية من خلال تحسين البيئة الداخلية لتجنب متلازمة المباني المريضة :

متلازمة المباني المريضة وأسباب حدوثها: (يس،2009)

إن نوعية الهواء بداخل المباني أمر في غاية الأهمية حيث تكون وظيفته الاساسية هي إعطاء جو مناسب وصحي للمستخدمين حيث أن حدوث أي خلل في هذا الهواء يؤدي إلى إضطراب في المبنى ووظيفته وإضرار في صحة المستخدمين له ، ويطلق على المباني التي يحدث بها إضطراب يمثل مزيجاً من الأمراض التي ترتبط بمكان عمل الإنسان أو مكان اقامته - بالمباني المريضة -

يعد إستخدام النباتات فى البيئة الداخلية أحد أهم الأسباب التى تعمل على التقليل من مشكلة المبانى المريضة والأعراض التي تسببها من خلال تحقيق جودة البيئة الداخلية بتحقيق المعايير البيئية التى تضعها (LEED) (Leadership in Energy and Environmental Design) و التى تشمل الجودة الحرارية، وجودة الإضاءة الداخلية و نوعية الهواء الداخلي(IAQ) .تسعى المعايير الخاصة بنوعية الهواء الداخلي" للحد من المركبات العضوية المتطايرة، والشوائب الجوية الأخرى مثل الملوثات الميكروبية. حيث ان معظم مواد البناء والتنظيف تنبعث منها غازات البعض منها سامة، مثل المركبات العضوية المتطايرة و الفورمالديهايد ، ويمكن لهذه الغازات ان يكون لها تأثير ضار على صحة المستخدمين، وراحتهم، وإنتاجيتهم.

و يعد إستخدام نباتات التنسيق الداخلى أحد أهم الوسائل لتحقيق جودة الهواء الداخلي (IAQ) حيث أنها تقلل من عناصر تلوث الهواء والمركبات العضوية المتطايرة فى الحيزات الداخلية و تحد من تركيز غاز ثاني اكسيد الكربونCO2 الذي يرتبط بشكل مباشرمع انخفاض أداء العمل فى المناطق المغلقة.

و قد قدمت وكاله ناسا منذ عام 1989بحثاً لدراسة البيئات الداخلية لمستعمرات الفضاء تم فيها تحديد أهم أنواع النباتات الداخلية لرفع جودة الهواء الداخلي و الحد من الجراثيم والسموم المحمولة جواً، لقدرتها على إمتصاص المركبات العضويَّة المتطايرة.

و قد أشار الباحثون إلى أنه من أجل تنقية الهواء بكفاءة، يجب توفّر ما لا يقل عن نبتة واحدة على الأقل لكل 100قدم مربع من مساحة الحيز الداخلى للتّحسين من جودة الهواء الداخلي .(Pottorff,2022)

من أهم أنواع نباتات التنسيق الداخلى التى حددتها وكالة ناسا و التى أجريت عليها الابحاث العلمية لمعرفة نوع المركات السامة التى تمتصها و يمكن توظيفها فى الحدائق الرأسية بشكل ناجح كما يوضح أشكال (32) : (37) بالجدول رقم (1) ، و يمكن عمل تنسيق بين أنواع مختلفة من نباتات التنسيق الداخلى فى الحدائق الرأسية لتحقيق النواحى التشكيلية المطلوبة بالحيز حسب مواصفات كل نبات كما فى شكل (38).

الجدول رقم (1)

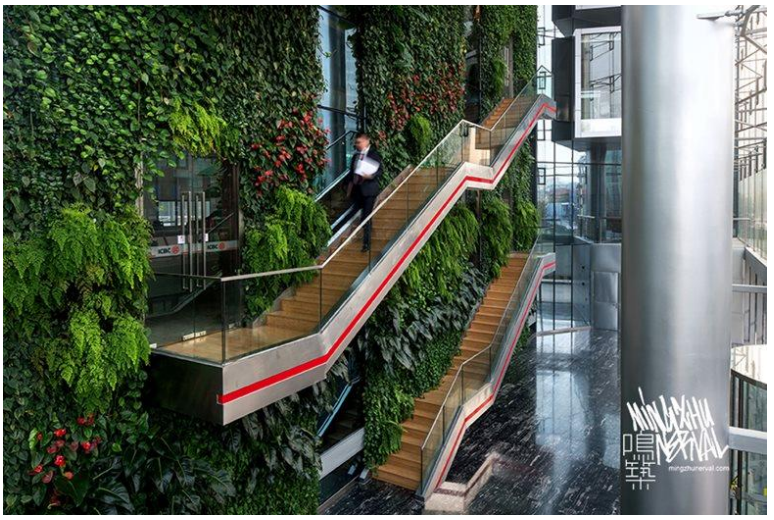
يوضح أهم أنواع نبات التنسيق الداخلى التى حددتها و وكالة ناسا لمعرفة نوع المركات السامة التى تمتصها.

اسم النبات	المركات السامة التى تمتصها	صورة النبات
Dieffenbachia أنواع الدفنباخية	زيلين& تولوين	شكل (32) نبات الدفنباخية

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

Chlorophytum Comosum (Spider Plant) نبات العنكبوت	فورمالدهيد ، زيلين& تولوين	شكل (33) نبات العنكبوت
Hedera helix اللبلاب	البنزين، فورمالدهيد، ثلاثي كلورو الإيثيلين، زيلين& تولوين	شكل (34)نبات اللبلاب
Epipremnum aureum بوتس	،فورمالدهيد،زيلين& تولوين ،أمونياك	شكل (35) نبات بوتس
Nephrolepis Obliterata (Fern) سرخس	فورمالدهيد ، زيلين& تولوين	شكل (36) نبات سرخس
Dracaena الدراسينيا	مركب البنزين ،فورمالدهيد ،ثلاثي كلورو الإيثيلين ،زيلين& تولوين	شكل (37) نبات الدراسينيا

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846



https://www.archilovers.com/projects/228273/icbc.html

شكل(38) حائط أخضر مكون من نباتات البوتس + السبايدر بلانت + السراخس لتكوين تصميم متنوع و ديناميكى بمنطقة السلالم الداخلية بالبنك الصناعى التجارى بالصين ICBC Industrial & Commercial Bank of China مما عمل على التخفيف من برودة العناصر الصلبة ذات الالوان المعدنية المحايدة للعناصر الانشائية بجانب الحائط الاخضر .

ب – توظيف الحدائق الرأسية لمعالجة بعض المشكلات التصميمية للحيزات الداخلية :

1. عدم توفر الراحة الحرارية والحاجة إلى توفير نظام فعال للتبريد و التدفئة ومن ثم إهدار موارد الطاقة للوصول اليها.
2. عدم جودة الهواء الداخلى فى الاماكن المغلقة.
3. شدة الضوضاء بسبب ضعف العزل الصوتى للجدران.
4. ضعف الإتصال بالطبيعة فى معظم الحيزات الداخلية.
5. ضعف التواصل البصرى ، و عدم وجود نقاط جذب بصرى فعالة.

1- عدم توفر الراحة الحرارية والحاجة إلى توفير نظام فعال للتبريد و التدفئة و من ثم إهدار موارد الطاقة للوصول اليها :

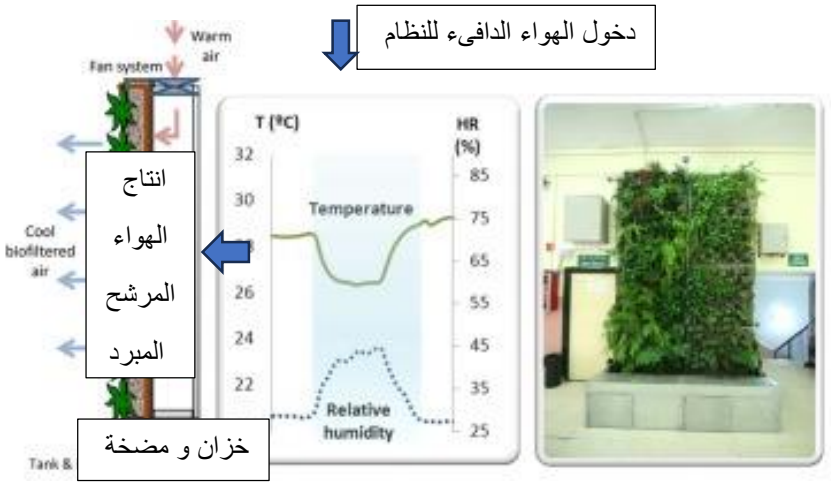
كانت الحوائط الخضراء تستخدم تقليديا عن طريق تقليل كسب أو خسارة الحرارة عبر الحوائط حيث أن الإشعاع الشمسي يتم إمتصاص القليل منه فقط ، لكن الأساليب والتقنيات الجديدة تتجه نحو تكاملها داخل أنظمة تكييف الهواء والتهوية في المبنى.

حيث يُجبر الهواء على المرور عبر الجدار النباتي (مشتملا نظام الركائز او الوسيط المسامى الذى ينمو فيه الجذور ونظام تجذير النبات نفسة وهو ما يطلق عليه الجدار الحى النشط (active living wall (ALW) للاستفادة من إمكانات التبريد التبخيري وكذلك قدرة هذه الأنظمة البيولوجية على تنقية الهواء. يتم تبريد الهواء وتصفيته حيوياً وترطيبه وبالتالي تقليل متطلبات التهوية. و تسمى تلك العملية الترشيح البيولوجى النشط (active biofiltration).

و قد تم عمل نموذجًا أوليًا لطلاب أحد المدارس الثانوية الداخلية في جامعة إشبيلية (إسبانيا). حيث كانت النتائج الأولية لتأثير الحوائط الخضراء على الهواء الداخلي (درجة الحرارة والرطوبة). هى انخفاض في درجة الحرارة بين 0.8 و 4.8 درجة مئوية على مسافات مختلفة من الحائط الأخضر. شكل (39).

كما أثبتت الأبحاث بجامعة إيوف Università IUAV di Venezia, Venezia, Italy قدرة الحوائط الخضراء على تقليل النفقات المرتبطة بنظام التبريد و التدفئة تقل النفقات بنسبة 40:60% فى مناخ البحر المتوسط "يندرج الساحل الشمالى المصرى ضمن إقليم البحر المتوسط ".(Urrestarazu,2016)

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846



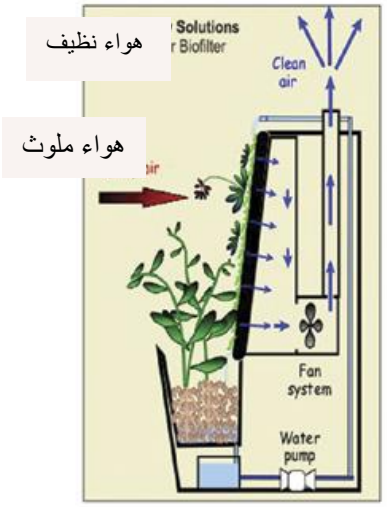
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857416300507#:~:text=This%20work%20describes%20a%20prototypic,different%20distances%20from%20the%20ALW
شكل الجدار الحى النشط (39)

يتكون النظام active living wall (ALW) من هيكل معدني من الصلب المجلفن بعرض 1.7 متر وارتفاع 3.5 متر وسمك 0.3 متر مع سطح ترشيح للهواء النباتي بمساحة 8 متر مربع. يتم تثبيته على الحائط بالوسائل الانشائية التقليدية و تم تغطية الهيكل بنسيج قماشى مسامى .

2- عدم جودة الهواء الداخلى فى الاماكن المغلقة :

للحوائط الخضراء دور هام فى إصلاح جودة الهواء السيئة، سواء في المناطق الداخلية أو الخارجية شكل رقم (40)

و يتم ذلك عن طريق سحب الهواء الداخلى الملوث عبر الجدار المغطى بالنبات وإعادته نظيفًا إلى الحيز الداخلى. و يكون النظام مدمجًا في نظام تهوية المبنى ، ويزيل الجدار الحي ما يصل إلى 90٪ من الملوثات الشائعة ، مما يحسن بشكل كبير جودة الهواء الداخلي ويحسن مستويات الأوكسجين بطريقة مستدامة بيئياً.



http://www.spabodyworkmarket.com/livingwall_10.html
شكل (40) إصلاح جودة الهواء السيئة عن طريق الحوائط الخضراء

3- شدة الضوضاء بسبب ضعف العزل الصوتى للجدران :

تصدر الضوضاء من الأجسام المهتزة بسبب حركتها أو الطرق عليها أو احتكاكها أو مقاومتها مع أجسام أخرى ،حيث يتحول جانب من طاقتها إلى صوت ، فكلما كانت الطاقة المتحولة إلى صوت كبيرة كلما كانت شدة الصوت عالية.

وكما أن موجات الصوت الصادرة من أكثر من مصدر يمكنها أن تتداخل فيظهر الصوت فى بعض الأماكن بشدة اكبر من مجموع شدة الأصوات الصادرة من كل المصادر فيما يعرف بالتداخل البناء لموجات الصوت، وعندما تكون الموجات دورية ومنتظمة تقريباً فان ذلك يؤدى إلى الأحساس بالسرور والارتياح كما فى حالة الموسيقى، أما الغير منتظمة التى تتكون من عدد كبير من المركبات الدورية فإنها تسمع **ضوضاء.**

و بهذا فإن مشكلة الضوضاء من أهم مشكلات الحيزات و من مصادرها : شكل (41) أ،ب،ج

- الأصوات الصادرة عن العشرات أو المئات من السيارات التى تقع فى نطاق المبنى.
- الأصوات الصادرة عن أجهزة الكمبيوتر وآلات النسخ والمحادثات الهاتفية فى المبنى.
- أصوات تجهيزات المبانى الميكانيكية مثل المصاعد و أجهزة التكييف.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

شكل (41) أ ازدحام المواطنين فى أحد فروع البنوك .

شكل (41) ب أزدحام الاداريين فى بيئة العمل .

شكل (41) ج الازدحام بالمقاهى و المطاعم .

شكل (41) أ،ب،ج أشهر مسببات الضوضاء فى الحيزات الداخلية .

وقد أثبتت الدراسات فى جامعة (Pontificia Universidad Católica of Ecuador (PUCE قدرة النباتات على مكافحة الضجيج، لأن النباتات يمكن أن تمتص الموجات الصوتية وتعكس كميات صغيرة منها و يتوقف ذلك على شدة و توتر و إتجاه الصوت، و على موقع و إرتفاع و عرض و كثافة الغطاء النباتى و طبيعة الأنواع المكونة له و طريقة ترتيبها فى الحاجز النباتى (الغطاء النباتى بعرض 7.5 : 15 متر يخفض الضجيج بمقدار 10: 20 ديسيبل أى أكثرمن 50% من مستوى الضجيج) .(بيلونة 2008).

و من أهم الأنواع النباتية ذات التأير القوى لمكافحة الضجيج الأنواع دائمة الخضرة و الأنواع ذات الكثافة العالية ، و من أهم النواع النباتية للحدائق العمودية و التى حققت إمتصاصا للضوضاء بالحيزات الداخلية هى السراخس ferns ، و حوائط الطحالب (moss walls) التى تساعد على انكسار الموجات الصوتية.

و كذلك فإن من العوامل التى تحجم الضجيج بإستخدام الحوائط الخضراء عامل الوسيط المعلق الذى تنمو عليه النباتات و يمكن للحدائق الرأسية أن تقلل من مستويات الصوت بثلاث طرق: (Z. Azkorra ,2015).

1- يمكن أن ينعكس الصوت ويشتت بواسطة عناصر النبات ، مثل الجذوع والفروع والأغصان والأوراق.

2- امتصاص الغطاء النباتي للصوت و يعود ذلك إلى الاهتزازات الميكانيكية لعناصر النبات التي تسببها الموجات الصوتية، مما يؤدي إلى التبديد .

3- تقليل مستويات الصوت عن طريق التداخل للموجات الصوتية الذى يؤدى الى توهينها من خلال وجود التربة المسامية.

4. ضعف الإتصال بالطبيعة فى معظم الحيزات الداخلية:

فى ظل إرتفاع أسعار الأراضى بشكل كبير يصبح من المتعذر جدا تواجد حيزات مناسبة لنباتات التنسيق الداخلى و التى تنتشر بشكل أفقى فى مسطحات الحيزات السكنية والتجارية فى مصر ، تقوم الحوائط الخضراء لحيزات بصرية طبيعية مريحة و ملهمة للإنسان و توفير إمكانية للتفاعل الاجتماعي فى جو من الراحة النفسية و البدنية للتخلص من الضغوط النفسية والتعامل مع التوتر ، وتوليد الأفكار الإبداعية عن طريق ارتباط الانسان بالطبيعة الخضراء كأحد أسس البايوفيليا (Bio philia)، و التى تعنى حب و إرتباط الإنسان بالطبيعة و ما يتبعة من الشعور بالارتياح أو الرضا عن الحياة . (Townsend,2010).
شكل (42)

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

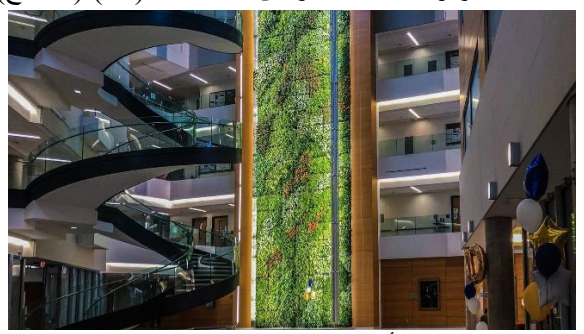
شكل (42) أحد الحوائط الخضراء فى ميامى Vertical Garden In Miami و كيفية تحول الحيز الذى يحتويها من الجمود و البرودة و التسطيح و الإفتقار لحس الطبيعة الذى يعطى جوا من السلام و الهدوء النفسى بالحيز إلى تنوع الألوان و الملامس و الترابط مع الطبيعة مما يشجع على الشعور بالارتياح و الرضا.

5- ضعف التواصل البصرى، و عدم وجود نقاط جذب بصرى فعالة :

تعمل الحوائط الداخلية الخضراء على تحقيق التتابع و الترابط البصرى فى الحيزالداخلى بشكل فعال كمال تعمل كنقاط جذب مركزية فى الحيزات الداخلية **مثال :**

الجزء المركزي الجديد من مبنى باباداكيس للعلوم المتكاملة بجامعة دريكسيل فيلادلفيا - (Drexel University's new Integrated Sciences Building Philadelphia,Papadakis) و الذى قد حصل على شهادة LEED الذهبية من مجلس المباني الخضراء في الولايات المتحدة ، والذى يحتوى على الحائط الاخضر الذى يبلغ إرتفاعة 80 قدم و عرضة 22 قدم و هو من تصميم Nedlaw Living Walls، و يتكون من 161 إطارمائى (hydroponic panels) و يحتوى كل اطار على 42 حاوية نباتات، تضم 6762 نباتًا من 26 نوعًا مختلفاً. تشمل هذه النباتات الاستوائية و دائمة الخضرة و الصينية وزهور الفلامنغو وأنواع مختلفة من الفيلوديندرون (philodendrons) والسراخس و يتم الرى بنظام التنقيط للوصول الى كفاءة الاستهلاك للمياه.

و قد أضاف ذلك الحائط بعداً جديداً للفناء الداخلى حيث أثرى التواصل البصرى الرأسى فى فراغ الفناء و عمل على تخفيف برودة الألوان و الخامات المستخدمة فى التصميم و تخفيف التكرار فى العناصر المعمارية المكونة لشرفات الستة طوابق المطلة على الفناء، كما أضاف التنوع فى الملامس باتصميم الداخلى عن طريق تنوع أحجام و أشكال و أنماط نمو النباتات المستخدمة فى الحائط الأخضر سواءاً كانت مزهرة أم لا، و يتضح هذا عند مقارنة تصميم جانبى الفناء الداخلى المحتوى على الحائط الأخضر و الجانب الأخر من الفناء شكل(43) (أ،ب،ج) .

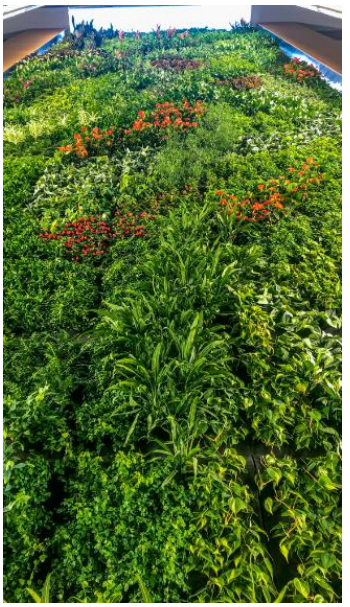


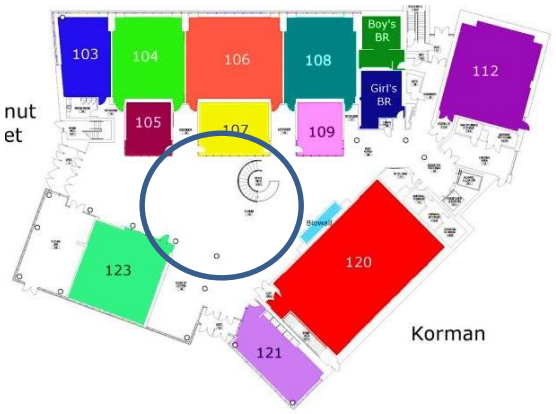
شكل (43) أ الفناء الداخلى بمبنى باباداكيس (Papadakis) للعلوم.

شكل (43) ب الحائط الاخضر و قد خفف من برودة و حدة الشرفات المعمارية المتكررة.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

الجدار الاخضر الذى يحتوي على أكثر من 6762 نباتًا من 26 نوعًا مختلفاً من النباتات الاستوائية و الصينية و دائمة الخضرة، المختارة خصيصًا للموقع بإستخدام التقنية المائية و تعد جذور النباتات التى تنمو بين طبقتين من الركيزة المنسوجة، من أهم العوامل التى تنقى الجو من 60:90% من ملوثات الهواء، كما يتم إعادة تدوير المياه أسفل الجدار بين هاتين الطبقتين، و ادى وجود ذلك الحائط الأخضر إلى تحسين جودة الهواء بنسبة 80٪ وانخفاض استهلاك الطاقة بنسبة 30٪.





https://drexel.edu/news/archive/2022/March/Drexel-Biowall-is-Back-and-Greener-Than-Ever
شكل (43)ج موقع الجدار الأخضر من المسقط الأفقى الفناء الداخلى .

أهم النتائج

1. تعد الحلول الرأسية لتوظيف نباتات التنسيق الداخلى من أهم الحلول المناسبة للحيزات الداخلية فى ظل إرتفاع أسعار الأراضى ، وضيق المناطق العمرانية على ساكنيها .
2. توظيف الحدائق الرأسية ذو أثر ايجابى على البيئة حيث انه يسهم فى تقيل استهلاك المياه المستخدمة للرى عموما الى جانب كفائته فى اعادة تدوير مياه صرفه و استخدامها للرى.
3. استخدام الحدائق الرأسية فى تنقية المياه الرمادية بالمبانى لتوجيهها للاستخدامات المناسبة يعد قيمة بيئية كبيرة .
4. العودة إلى التواصل مع الطبيعة من أهم المقومات التى تدعم صحة الإنسان البدنية و النفسية، وطموحه و آداؤه فى العمل – لذلك فلا بد أن لا نتجاهله.
5. تمثل الحوائط الرأسية نقاط جذب مركزية focal points ناجحة، لتقسيم و توجيه مسارات الحركة فى الحيزات الداخلية.
6. تعمل الحوائط الخضراء على رفع القيمة البيئية والمادية للمبانى التى تحتويها بشكل كبير مما يشكل نواحى إقتصادية لا يمكن إهمالها لملاك تلك المبانى.

اهم التوصيات

1. ضرورة قيام المؤسسات البيئية المصرية بنشر الوعى عن أهمية إستخدام الحدائق الرأسية بشكل موسع فى الابنية الادارية و التعليمية .
2. ضرورة قيام المؤسسات التعليمية المعنية بالتصميم الداخلى بنشر الوعى لدى الطلاب عن أهمية توظيف الحدائق الرأسية فى الحيزات الداخلية.
3. ضرورة إستغلال الحوائط الخضراء فى الحيزات الداخلية لزراعة بعض النباتات المثمرة و إستخدامها (مثل البازلاء و السبانخ التى تتم بالفعل زراعتهم كنباتات للحائط الأخضر) و الطبية و ذلك الأستغلال للحوائط الخضراء يحمل فى طياته قيمة إقتصادية للحائط الأخضر ، و يربط شاغرى الحيزات الداخلية ببيئتهم و مجتمعهم.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

4. دعم التنوع الحيوى فى بيئة الحوائط الخضراء من أهم الأولويات التى نشجع عليها فى عصر أنقراض العديد من الأنواع النباتية النادرة حيث يوجد42 نوعاً من النباتات البرية المحلية مهددة ومعرضة للانقراض فى المجتمعات العربية من أصل أكثر من 800 نوع من النباتات تمّ تسجيلها بمعرفة وزارة الدولة لشئون البيئة (نموذج لتقرير بيئة بدولة الأمارات العربية المتحدة).
5. تشجيع المؤسسات المهنية و النقابية المعنية بالتصميم الداخلى مهندسى العمارة الداخلية على العمل بنظام الحوائط الخضراء فى الحيزات الداخلية المصرية لحل المشكلات البيئية بدلاً من الاتجاه الى الإسراف فى الطاقة – فى عصر التحديات بالنسبة لمجال الطاقة.
6. ضرورة زيادة التواصل بين شركات البستنة الداخلية القائمة على أنظمة الحدائق الخضراء و بين مصممى العمارة الداخلية للوقوف بشكل دائم على أهم التقنيات المعروضة بالاسواق و توظيفها فى العمارة الداخلية .
7. ضرورة إستخدام مصممى العمارة الداخلية لنظام أعادة تدوير و إستخدام المياه الرمادية Gray Water وتوظيفة لرى الحوائط الخضراء – لدعم خطة المحافظة على المياه فى مصر فى الظروف البيئية و الإقتصادية الحالية.
8. أهمية تشجيع الدولة لصغار ومتوسطى المستثمرين المصريين على الإستثمار فى مجال الحوائط الخضراء لخواصها البيئية و الأقتصادية و التصميمية الكبيرة.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

المراجع

أولا: الأجنبية :

1. Pottorff, L. Plants "Clean" Air Inside Our Homes.Colorado State.7. University & Denver County Extension Master Gardener. 2010
2. Carpenter, Sidonie, Growing Green Gide : A guide to green roofs, walls and facades in Melbourne and Victoria, Australia, National Library of Australia Cataloguing-in-Publication data ,© State of Victoria through the Department of Environment and Primary Industries 2014
3. M.J.M.Davis, More than just a Green Facade: The sound absorption properties of a vertical garden with and without plants, Building and Environment ,Volume 116, 1 May 2017, Pages 64-72
4. Townsend M, Weerasuriya R (2010) Beyond Blue to Green: the benefits of contact with nature for mental health and well-being, Beyond Blue Limited: Melbourne
5. Özyavuz, Murat,Advances in Landscape Architecture, July 01, 2013

ثانياً: العربيه:

1. يس، عادل ، العمارة الخضراء ،المجلس الاعلى للثقافة، 2009

ثالثًا: الدوريات العلمية المنشورة:

2. J. Irga, Peter; R. Torpy Fraser; Griffin, Daniel; J. Wilkinson, Sara. 2023, “Vertical Greening Systems: A Perspective on Existing Technologies and New Design Recommendation”. sustainability journal, (https://www.mdpi.com/2071-1050/15/7/6014,10/8/2023)

https://www.sciencealert.com/the-right-houseplants-could-improve-indoor-air-quality-researchers-say

3. Galvão,panelAna; Martins,David; Rodrigues,Andreia; Manso,Maria; Ferreira,Joana, 10 October 2022, Green walls with recycled filling media to treat greywater, Science of The Total Environment ,Volume 842, 10 October 2022, (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722038451)
4. https://www.sciencealert.com/the-right-houseplants-could-improve-indoor-air-quality-researchers-say
5. Urrestarazu ,L. Pérez; R. Cañero, Fernández; A. Franco; G. Egea,2016, Influence of an active living wall on indoor temperature and humidity conditions, Ecological Engineering, Volume 90, May 2016, Pages 120-124(https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857416300507#:~:text=This%20work%20describes%20a%20prototypic,different%20distances%20from%20the%20ALW.)

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

6. Z. Azkorra; G. Pérez; J. Coma; L.F. Cabeza; S. Bures; J.E. Álvaro; A. Erkoreka;M. Urrestarazu,2015, Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings, Applied Acoustics, Volume 89, March 2015, Pages 46-56,
(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X14002333)
7. Hindle, Richard L."Reconstructing the 'V egetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938) ' " (http://www. grahamfoundation.org/grantees/4834-reconstructing-the-vegetation-bearing-architectonic-structure- and-system-1938) . Graham Foundation. Retrieved February 20, 2013
8. https://www.learningwithexperts.com/gardening/blog/green-walls-designer-dream-or-ecologists-nightmare
9. "Vertical gardens a green solution for urban s etting" (http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2013-02-14/pune/37099689_1_vertical-gardens-private-garden-conventional-garden) . The Times of India. Bennett, Coleman & Co., Ltd. Feb 14, 2013. Retrieved February 20, 2013
10. Dunnet N, Kingsbury N. Planting green roofs and living walls. Oregon: Timber Press; 2008
11. greenroofs.com. Greenroofs.com, LLC. Retrieved 17 October 2013. "select 'green wall' as type and 'living wall' under'greenroof type"'

ثالثاً: مواقع الانترنت :

1. https://schnackel.com/blogs/5-ways-building-owners-can-reduce-water-usage-in-commercial-and-residential-buildings, SCHNACKEL ENGINEERS, MARCH 11, 2022.
2. Lundegren,Mark, February 1, 2016, https://archanatura.com/2016/02/01/green-walls-versus-green-facades
3. ENGINEERS, SCHNACKEL, MARCH 11, 2022, https://schnackel.com/blogs/5-ways-building-owners-can-reduce-water-usage-in-commercial-and-residential-buildings
4. https://www.ambius.com/plant-design/green-walls/irrigation
5. 3/10/2020, Drip Irrigation System,1/8/2023,https://vikaspedia.in/agriculture/agri-inputs/farm-machinary/drip-irrigation-system
6. 2021,RECIRCULATING IRRIGATION FOR LIVING WALLS,1/5/2023,https://www.plantsonwalls.com/guides/recirculating-irrigation-living-walls/
7. 2019,Living Wall maintenance and set-up MOUNTING, WATERING, AND MAINTENANCE,2/5/2023, https://www.vertiss.net/mur-vegetal-entretien-mise-en-oeuvr?lang=en
8. 2021,RECIRCULATING IRRIGATION FOR LIVING WALLS,2/6/2022, https://www.plantsonwalls.com/guides/recirculating-irrigation-living-walls
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Green_wall

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 106 - 132
Print ISSN 2805 -2838
Online ISSN 2805 -2846

10. http://www.diyncrafts.com/4457/home/top-10-nasa-approved-houseplants-improving-indoor-air-quality
11. https://www.murvegetalpatrickblanc.com/realisations/paris-ile-de-france/cite-des-sciences-et-de-lindustrie-de-la-villette-paris
12. https://www.murvegetalpatrickblanc.com/realisations/taipei/green-symphony-taipeh-concert-hall
13. حنان ، بيلونة،2008 ، *تأثير النبات فى مكافحة الضجيج*، http://f.zira3a.net/t8911
14. https://en.wikipedia.org/wiki/Biophilia_hypothesis
15. http://drexel.edu/coas/academics/departments-centers/biology/Papadakis-Integrated-Sciences-Building/Biowall/
16. https://www.florafelt.com/pro-system-drip-irrigation/
17. http://www.galleria40.com/TheComplex/Location.aspx
18. http://www.galleria40.com/Portals/0/RLI%20Interview%20with%20GALLERIA40.pdf
19. http://www.urbangardensweb.com/2014/02/20/living-walls-of-medicinal-plants-in-paris-pharmacy/
20. https://aliqtisadi.com