التكامل الوظيفي والعائد المتوقع لاستخدام المعالجات المستدامة من النباتات والخلايا الكهروضوئية بأسطح المباني الجديدة

Functional Integration and Expected Outcomes of Using The Sustainable Treatments of Plants and Photovoltaic Cells in New Building Roofs

Shahenda Ali Morsy
Architect- Engineering Studies ,Researches and Consultant Center
Faculty of Engineering Mansoura University

Sherif Ahmed Sheta
Associate prof. of Architecture
Faculty of Engineering
Mansoura University

Osama Mohammed Farag
prof. of Architecture
Faculty of Engineering
Mansoura University

Abstract

Within the past ten years, contemporary architecture worldwide has become more interested in the adoption of the concepts of integrated technology of plants and pv cells buildings in what is known "sustainable roofs". The application of building roofs has become widespread in some countries, such as Germany, Switzerland, Canada, America, Japan and others. Either individually or overlapping, attention has been drawn to the growing concerns about the deteriorating urban environment and indicators of lack of energy resources. These growing fears has been extended to the regional level all over the world, despite the lack of experience with most of the Arab countries, including Egypt, compared with the developed world equipped with high technical background. While reinforced with numerous basic criteria needed for the optimum use of building roofs, such as the mild climatic factors, a culturally shortfall in this field should be mitigated along with the calculation of economic returns and the long-term revenues.

Hence, the research focus is to study the expected return of the possible contribution of using sustainable treatments of plants and pv cells in new building roofs, while partially addressing the issues of environment and energy at the regional level. It discusses the global concept of integrating plants and pv cells in building roofs and the expected return, whether environmental or economic, through international experiences. This paper aims to analyze the link between the target of treatment and the successful achievement of these outcomes through the successful global experiences. The conclusion and recommendations shed the light on the great importance of facilitating the selection of the design methods for roof treatments and, therefore, reap the expected benefits to identify and achieve the desired goals of integrating plants and pv cells in building roofs' design and development. These environmental and economic outcomes represented a strong motivation to study ways to strongly apply at the local level in the future.

ملخص البحث

اهتمت العمارة المعاصرة عالميا في غضون العشر سنوات الماضية باعتماد مفاهيم تكنولوجيا دمج النباتات والخلايا الكهروضوئية بالمباني .بما يعرف بالأسطح المستدامة،التي قد انتشر تطبيقها بأسطح المباني في بلدان متفرقة مثل ألمانيا وسويسرا وكندا وأمريكا واليابان وغيرها وذلك إما بصورة منفردة أو متداخلة،ويعزي هذا الاهتمام إلي تزايد المخاوف بشأن تدهور البيئة الحضرية ، ومؤشرات نقص موارد الطاقة الرخيصة،وامتدت هذه المخاوف لتشمل الصعيد الإقليمى أيضا وبالرغم من قلة التجارب بالبلدان العربية مقارنة بالدول السابقة إلا ان البيئة الحضرية بمصر في

Accepted July 20, 2011.

احتياج لمثل هذه المعالجات وذلك لما تعانيه من مشاكل بيئية ولما تمتلكه من الأدوات الأساسية مثل المناخ ،وعلي الرغم من ذلك فإنها تواجه قصورا ثقافيا في هذا المجال الذي قد يترتب عليه احتساب العوائد الاقتصادية فقط دون الأخذ في الحسبان العوائد البيئية علي المدى الطويل، ويعزي الاهتمام البحثي هنا بدراسة العائد المتوقع إلي إمكانية المساهمة بمعالجة جزئية لقضايا البيئة والطاقة علي المستوي الإقليمي،وقد تناول البحث دراسة المفهوم العالمي لدمج (النباتات والخلايا)بأسطح المباني، ودراسة العائد المتوقع سواء البيئي أو الاقتصادي وغيرها من العوائد الخاصة وذلك من خلال التجارب العالمية ويهدف البحث إلى تحليل الربط بين الهدف من المعالجة و نجاح تحقيق هذه العوائد من خلال تجارب عالمية ناجحة ،وقد توصل البحث إلى أن تحديد الهدف المرجو من (دمج النباتات والخلايا)بسطح مبني ما له أهمية كبيرة في تسهيل اختيار الطريقة التصميمية وبالتالي جني العائد المرجو،وتوصل أيضا إلي أن العوائد البيئية والاقتصادية ل(دمج النباتات والخلايا الكهروضوئية) جنبا إلي جنب تمثل دافعا قويا لدراسة سبل تطبيقها المستقبلية علي الصعيد المحلي.

المقدمة

واكب زيادة الاهتمام العالمي بقضايا البيئة والطاقة أدراج العمارة المعاصرة العالمية في الآونة الأخيرة طرق تصميمية لدمج النباتات المعروفة دوليا بالأسطح الخضراء (green roofs) والخلايا الكهروضوئية المعرفة بالأسطح الفوتوفولتية (photo voltaic roofs) وتداخلهما معا المعرف ب(Solar Green Roof) بأسطح المباني بالمناطق الحضرية وذلك لما لها من عوائد بيئية واقتصادية قد تساهم بشكل كبير في حل هذه القضايا عالميا ومحليا مما قد يؤدي إلي التنمية الحضرية المستدامة.فكان لابد من توضيح مفهومها التطبيقي و توضيح العائد منها،ومن هنا يأتي البحث معرفا للعائد منها من خلال إطار نظري مرجعي محللا لتجارب عالمية ناجحة.

وقد تدرج البحث في تناوله للموضوع وفق التتابع التالي :

١- مفهوم دمج النباتات والخلايا الكهروضوئية بالتصميم المعماري لأسطح المباني.

٢- العائد المتوقع من دمج النباتات والخلايا بالسطح

٣- دراسة مدي تحقيق العائد لأحد التجارب العالمية

١- مفهوم دمج النباتات والخلايا الكهروضوئية بالتصميم المعماري لأسطح المباني.

١-١- دمج النباتات بأسطح المباني

- هي تطوير تصميمي للسطح يتضمن خلق فضاء مزروع بالنباتات المدرجة ضمن الهيكل الإنشائي للسطح بغرض تحقيق أهداف بيئية أو اقتصادية أو اجتماعية أو جميعها معا ، وهي الصناعة المعترف بها في الساحة الدولية لتعريف الأسطح الخضراء (green roofs) بخلاف النباتات التي تزرع في أواني أو حاويات وتوضع بعد ذلك فوق سطح المبني ،ومع ذلك هناك حالات توفر لها الأخيرة حلا مقبولا وينقسم دمج النباتات بالأسطح إلي نظامين أساسيين هما:[١] [٢]

أ- نظام الأسطح الخضراء الممتدة أو الشاملة

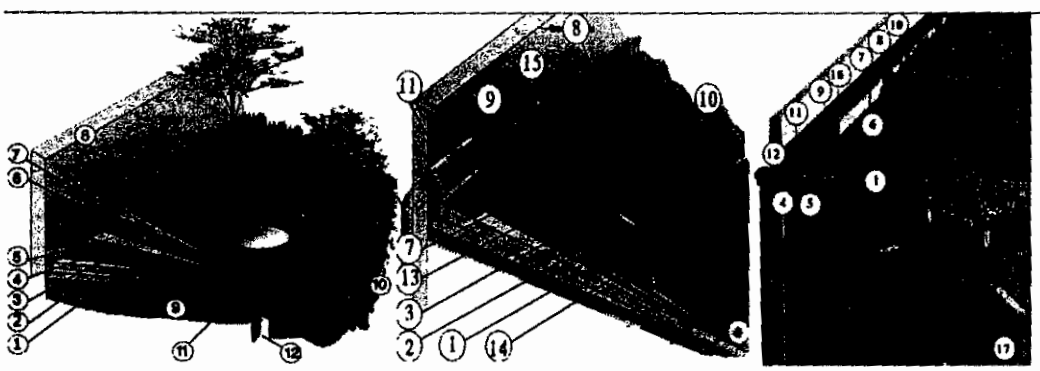
Extensive Green Roofs (Eco-roofs)

يقصد بها هنا هو إنتاج أسطح ذات غطاء نباتي (عشبيات معمرة، حشائش ،زهور برية) علي نطاق واسع من السطح وفي وسط نمو يتراوح عمقه من ٥ إلي ١٥ سم ،ويتراوح حملها المشبع من٨٠ كجم/م٢ إلي١٥٠كجم/م٢ ،أكثر النباتات استخداما النباتات العصارية مثل نبات (حي العالم) sedum،تحتاج إلي من ٢-٣ مرات زيارة للصيانة في السنة ،منها نوعان هما:

- النظام الذي تُنشئ مكوناته في مكانها بالسطح
شكل(١) built-in-place system

- نظام الصواني الموحدة القياس، شكل(٢)
Green roof tray system
تأتي الوحدات جاهزة بالنباتات وشبه مكتملة النمو وتوضع علي السطح، يمكن تطبيقه بالأسطح القائمة، ويسهل صيانته .[٢]

ب- ونظام الأسطح الخضراء المكثفة
Intensive Green Roofs (Podium Gardens & Sky Gardens)
- يقصد بها إنتاج أسطح ذات غطاء نباتي

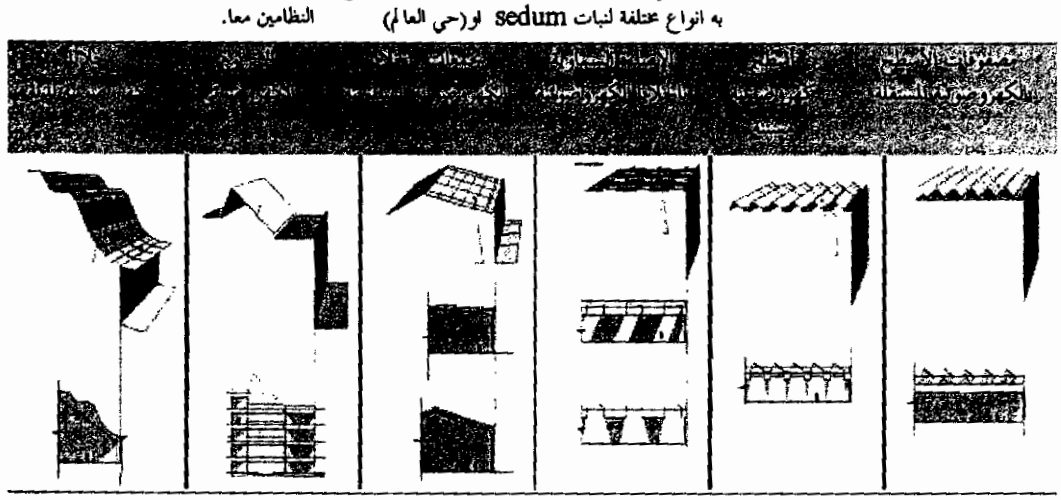


شكل(١)الأسطح الخضراء الممتدة [٣] شكل(٢) (نظام الصواني القياسية)[٣] شكل (٣) الأسطح المكثفة[٣]

1- بلاطة السقف.
2- طبقة عازلة للحرارة
3-عازل للرطوبة 20مم
4- حاجز الجذور.
5- طبقة حماية.
6 و 14 - طبقة صرف المياه الزائدة (السري والمطر) وتحفظ بجزء يستهلك عن طريق البخر عند جفاف التربة من 30مم الي 100مم في شكل (٣)
7- طبقة مرشحة للمياه.
8- وسط نمو (تربة صناعية).
9- حصى.
10- نباتات .
11- وحدة صرف خاصة للمياه (جاهزة).
12- عمود الصرف إلي خزان المياه.
13- طبقة حماية او حاجز الجذور 5مم
15- حاويات أو أواني قياسية من الالومنيوم أو البلاستيك .
16- حاجز أو طوق من الخشب او الخرسانة.
17- مسار تصريف المياه الزائدة .

شكل(٤) نماذج لأنواع الأسطح الخضراء الممتدة والكثيفة

سطح شركة فورد للسيارات بامريكا | سطح احد المباني بامريكا يظهر فيه الشكل التصميمي لنظام الحاويات القياسية الشبكية وقد زرع به انواع مختلفة لنباتات sedum او(حي العالم) | منظرالسطح الاخضرلاحد المباني بالمانيا بعد لمباني سنوات من انشاءه يتضمن النظامين معا.



شكل (٥) أشكال دمج الخلايا الكهروضوئية بأسطح المباني[٤]

كثيف(عشبيات معمرة، أشجار عالية وكثيفة) علي نطاق محدود من السطح وفي وسط نمو (تربة صناعية) عميق يتراوح من ٢٠ الي ٢٠٠ سم لغرس الأشجار ،ويتراوح حملها المشبع بالماء من ٣٠٠ كجم/م٢إلي ١٠٠٠ كجم/م٢حسب نوع الاستفادة منها(ترفيهي، زراعة محاصيل)،شكل(٣)،يزرع بها

- أنواع كثيرة من الخضر وأشجار الفاكهة والزينة والشجيرات ،تسمي بالحدائق السماوية وتشبه حدائق الأرض فيما عدا اعتبار الأحمال الخاصة بها،تتميز بارتفاع سقف متطلبات الصيانة المستمرة،وتحتاج لأنظمة ري وصرف تكنولوجية عالية التكلفة .

١-٢- دمج الخلايا بأسطح المباني

- يطلق عليها في الساحة العالمية (الأسطح الفوتوفولتية) ويقصد بها ادارج اعتباراتها التصميمية والإنشائية في أثناء المراحل الأولي لتصميم المبني، ومع ذلك يمكن أيضا دمجها في المباني القائمة التي تتوافر فيها شروط التركيب ، شكل(٦) ويتنوع طرق الدمج كما في شكل(٥).[٤]

١-٣- دمج النبات والخلايا معا بأسطح المباني

يقصد بها الوضع الذي تكون فيه الخلايا الكهروضوئية أعلي النباتات (الأسطح الخضراء الممتدة Extensive Green Roof) بسطح المبني، شكل (٧)، وتقدر حمولة النظام معا(نظام الأسطح الخضراء الممتدة المشبعة بالماء والخلايا ذو الحامل الالومنيوم) بـ ٨٢ كجم/م[٥]

شكل(٦)نظام دمج الخلايا الكهروضوئية بسطح المبني[١٤]

شكل (٧) نظام دمج النباتات والخلايا معا بسطح المبني

٢-العائد المتوقع من دمج النباتات والخلايا الكهروضوئية بسطح المبني.

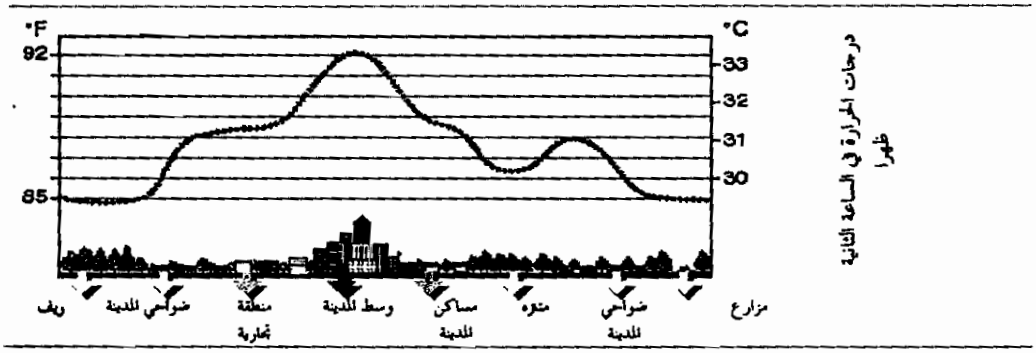
٢-١ :دمج النباتات بأسطح المباني

٢-١-١- تنظيم درجة الحرارة والحد من تأثير الجزيرة الحرارية الحضرية (Urban Heat Island)

■ الكثير من الطاقة الشمسية المشعة تنبعث بواسطة مواد البناء مثل الخرسانة والأسفلت الأمر الذي يرفع درجة الحرارة المحلية، ويمكن تقليل كمية الشمس بواسطة ورقة النبات كالأتي:

- ٢% تمتص وتستخدم في التمثيل الضوئي لكي تنتج الأوكسجين والكتلة الهوائية الحية.
- ٤٨ % تمر خلال الورقة وتحتجز في نظام النبات المائي.

٣٠% تستخدم كحرارة في عملية النتح ويـنعكس منها ٢٠ %.،وحيث ان طاقة شمسية اقل تـنعكس



شكل (٨) شكل توضيحي لشكل جزيرة الحرارة الحضرية في لوس انجلوس(وسط المدينة أكثر دفئا من المناطق المحيطة بها نظرا لتأثير الجزيرة الحرارية الحضرية)[٦]

عائدة الى الهواء في وجود النباتات فـان الأسـطح الخضراء تقلل من درجات حرارة الهواء المحيطة بها. ويصف التأثير الناتج عن (الجزيرة الحرارية الحضرية Urban Heat Island) بأنه الدفء الزائد للهواء بالمناطق الحضرية مقارنة بغيرها من المنـاطق الغـير حضرية أو الريف ،وخصوصا فى الليل نظرا للكـم الهائل من أسطح المباني والأرصفة وقلة المسـاحات الخضراء بعكس الريف ويظهر شكلها كما هو مبين في الشكل (٨).[٦،٧]

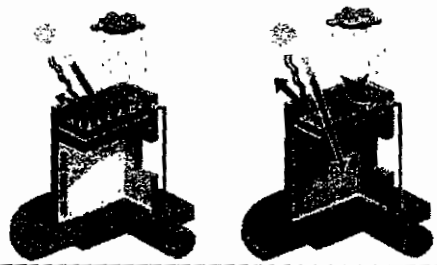
■ يقدر الباحثون انـه يمكـن لأسـطح المبـاني الخضراء على مساحة من ٥٠ حـتى ٦٠ ٪ مـن مساحة أسطح المنازل في المدن المكتظـة بالسـكان أن تخفـض درجـات حـرارة الهـواء في فصـل الصـيف بنسـبة تصـل إلى (٥ درجـات مئوية)علي الأقل.[٢]

٢-١-٢- تحسين نوعية الهواء

■ تساهم درجات الحرارة المرتفعة في رداءة نوعية الهواء وترفع مستويات تلوثه، وخلصت دراسة أجرها مختبر بيركلي الوطني بجزيرة لورانس ،إن إضافة الغطاء النباتي إلي ما يزيد قليلا على ١٥% مـن المسـاحة القابلة للتحويل الي أسطح خضراء في لوس انجلوس، من شأنه أن يقلل من ٣-٥ درجة مئوية في الصيف ، ونظرا لاعتماد الضباب الدخاني في تشـكيله علـي درجة الحرارة ، والأوزون (المكون الرئيسي للضباب الدخاني) سينخفض بنسبة ١٠ ٪.كماأظهرت بعض الدراسات أن الأسطح الخضراء يمكنها تصفية الهواء من الجسيمات وامتصاص الغازات الدفيئة .[٨]

٢-١-٣-الحد من جريان مياه الأمطار (إدارة المياه)

■ احتجاز العاصفة المائية بواسطة السطح الأخضر، ينتج عنه صب تدريجي، مع حمل أقل على مواسـير الصرف، شكل (٩)ويمكن تدوير ميـاه الأمطـار الفائضة ،شكل (١٠)،[٢]كما توصـلت احـدي الدراسات الى أن السطح الأخضر الممتد ذو وسـط نمو يتراوح سمكه من ١٠ إلى ١٢ سـم يمكـن أن يحتجز ٦٩ % من القدر الاجمالى للأمطار[٧]



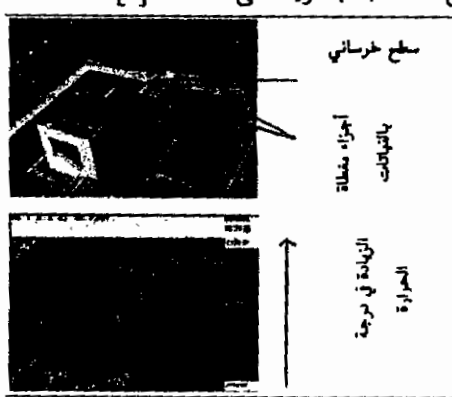
شكل (٩) مقارنة بين السطح التقليدي والسطح الأخضر في القدرة علي الحد من جريان مياه الأمطار خلال مواسير الصرف[٦].

٢-١-٤-تحسين الأداء الحراري وكفاءة الطاقة.

■ كشفت الأبحاث العملية عن أن درجة حـرارة السطح الأخضر اقل من درجـة حـرارة السـطح التقليدي ويزداد الانخفاض بزيادة نمو النباتـات، وان التدفق الحراري للسطح الأخضر اقل بكثير من التدفق الحراري للسطح التقليدي ،شكل(١٠).[١]

■ قد وجدت بعض الدراسات أن الأسطح الخضراء الممتدة هي الأفضل في مواد عزلها عـن مثيلاتهـا المكثفة وينسب ذلك إلى حقيقة ارتفاع قيمة العـزل للحشائش المختلطة والتي توجد بشـكل شـائع في الأسطح الخضراء الممتدة التي يكون اغلبها من نبات (حي العالم) أو sedum.[١]

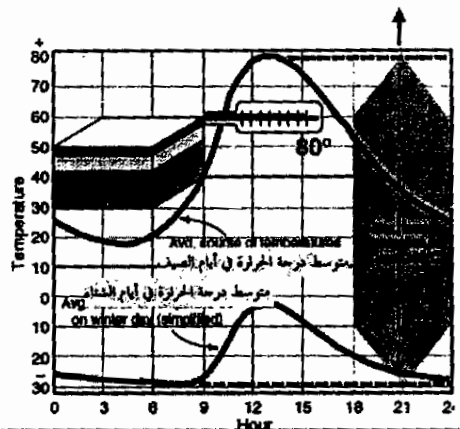
■ أسطح المباني الخضراء تساعد على تقليل الطلب على الطاقة بنسبة تزيد على ٥٠ %.[٩]



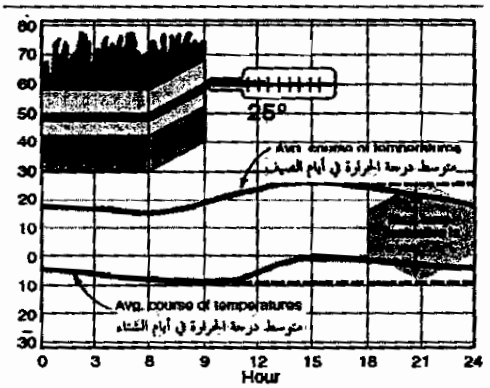
شكل (١٠) صورة بالاشعة تحت الحمراء لسطح مبني وقد دبحت النباتات ببعض اجزاءه.[١]

٢-١-٥-زيادة العمر الافتراضي للسقف.

■ توفر أنظمة الأسطح الخضراء، الحماية لغشاء السقف من الأشعة فوق البنفسجية وتبطأ من تآكل مواد السطح وتحمي السقف من الشروخ والتصدعات وأنواع الدمار الأخرى التي تلحق بالسطح بسبب العوامل الجوية والمناخ،حيث أن النباتات تمتص نسبة كبيرة من الحرارة وتستخدم جزء منها في عمليات التمثيل الضوئي،[٨]كما أن دورة حياة السطح الأخضر يمكن أن تصل إلي ضعفين أو ثلاثة أضعاف حياة السطح التقليدي كما وصلت بعض الأسطح الخضراء في ألمانيا ٩٠ عاما .[١١]



شكل (١٢-١) ◄—► الحد الاقصي لتذبذب درجة حرارة السقف التقليدي وتصل الي اكثر من ٦٠ درجة مئوية خلال اليوم والي اكثر من ١٠٠درجة خلال العام .[١٠]



شكل :(١٢-٢) ◄—► تذبذب درجة حرارة السطح الاخضر اقل بكثير من السطح التقليدي،والذي يؤدي الي حماية السقف من الشيخوخة المبكرة .[١٠]

٢-١-٦-التنوع البيولوجي

■ يمكن أن توفر الأسطح الخضراء فرصة لتقديم سكن طبيعي للطيور والحشرات المقيمة والمهاجرة(وبصفة خاصة إذا كانت الأسطح توفر احتياجاتها الأساسية بأكثر ما يمكن من الطعام والمأوى والمياه ومكان التربية).[١]

٢-١-٧-امتصاص الصوت

■ أظهرت الأبحاث بسطح مطار فرانكفورت بألمانيا المدمج به النباتات أن سمك ١٠ سم من التربة قد خفض من تردد الصوت ٥ ديسبل علي الأقل، ويمكن توفير عزل الضجيج في المباني القريبة من مسارات تحليق هذه الطائرات. [١]

٢-١-٨-تعويض التدخل في الطبيعة والنقص في المسطحات الخضراء بالمدن المكتظة بالسكان.[٩]

عندما يكون موقع المبني المراد تشيده عبارة عن مسطح اخضر حينها تستخدم الأسطح لذلك الهدف

٢-١-٩-إنتاج الطعام بالأسطح التي يسهل الوصول إليها[١]

■ تظهر جلية بأسطح الفنادق.شكل (١٣)

■ تساهم الأسطح الخضراء في بعض الأماكن في توفير جزئي للمنتج الطازج الذي يصعب نقله لمسافات طويلة للاماكن السكنية البعيدة.[١٢]

٢-١-١٠-القيمة الجمالية والاجتماعية والترويحية.

■ يمكن للسطح الأخضر تعزيز الرؤية البصرية مابين المباني وبعضها ،شكل (١٤) ويوفر مساحة اجتماعية ترفيهية مثلا بأسطح المساكن الخاصة.[٢، ٣]

شكل (١٣)سطح فندق Fairmont Waterfront [١٢]

شكل (١٤)سطح حراج يعزز المنظر بين المباني.[١]

٢-١-١١-القيمة العلاجية

■ الفوائد الحرارية التي توفرها أسطح المباني الخضراء قد يكون لها أيضا فوائد غير مباشره للأفراد الذين يعيشون أو يعملون داخل تلك المباني ففي بحث في ألمانيا في أواخر ١٩٩٠ في مسح للغياب المرضي للموظفين في احدي المكاتب في شتوتغارت ، تبين أن نسبة غياب الموظفين في مبنى واحد أدق بكثير من تلك في أجزاء أخرى من المبني، وكان التغيير الوحيد أن هذا الجزء من المبني قدتم تخضير سطحه من أربع سنوات ، وهذا يؤيد خفض مستويات مرض الموظفين.[٧]

٢-١-١٢-مقاومة الحريق

■ قد توفر الأسطح الخضراء حماية المباني ضد الحريق، ففي برلين وجدت أن الأسطح الخضراء هي الأكثر مقاومة من أسطح الحصى وأن النباتات العصارية مثل نبات الsedum (حي العالم) تقدم عرض جيد لمقاومة الحريق . [٩]

٢-١-١٣-العزل الكهرومغناطيسي

■ وجدت الأبحاث في ميونيخ وكاسل أن السطح الأخضر يقلل من اختراق الأشعة الكهرومغناطيسية عبر السطح بنسبة٩٩,٤٪ وذلك عندما كان وسط النمو بعمق١٠ سم،و قد يكون هذا وضع غيرمقبول لاستقبال الهاتف الخلوي، ولكن من ناحية أخرى قد يكون من المرغوب فيه لما يشكله الإشعاع من مخاطر على الصحة.[٩]

٢-١-١٤-الريادة في التصميم البيئي والطاقة

■ الأسطح الخضراء وحدها يمكن أن تكسب ما يصل من ١٤ إلى ٢٣ من النقاط المطلوبة للحصول علي اعتماد شهادة (LEED)وتكون العلاقة بين الأسطح الخضراء والـ(LEED) كالتالي:[١٣]

- حماية أو استعادة المساحات المفتوحة التي يستهلكها إنشاء مبنى، وتوفير السطح موئلا للطيور والحشرات،(تشجيع التنوع البيولوجي ـــــ١نقطة.

-إدارة المياه و معالجة مياه الأمطار ـــــ١-٢ نقاط.

-تخفيف حدة الجزيرة الحرارية ـــــــــ ١ نقطة.

-تصميم نباتي مقتصد في استهلاك المياه ١-٢نقطة.

- تحسين أداء الطاقة ـــــــــ ١ - ٨ نقطة.

٢-٢ -دمج الخلايا الكهروضوئية بأسطح المباني

■ دمج الخلايا الكهروضوئية بالسطح يمكن أن يقدم فوائد أكثر من كونها توصل الطاقة أو الكهرباء.

٢-٢-١-التركيب الموفر للمساحة

■ يمكن استخدام هذه الأجهزة كجزء من تغطية المبنى وفي نفس الوقت واقي من الرياح ومن المطر وأيضا مصدر للإضاءة في بعض الأحيان.

■ ويمكن أيضا استخدام الأجهزة كموانع للصوت كما في المباني التي تطل على طرق رئيسية.[١٤]

٢-٢-٢-تحسين شبكة الكهرباء

■ إنتاج الطاقة بجوار مناطق الاستهلاك تقلل من خطر النقل وتحسين الخدمة للعملاء والوفاء بالطلب.

٢-٢-٣- حماية البيئة

■ استبدال مولدات الديزل بالخلايا الكهروضوئية تحقق منع انبعاث حوالي ١كجم من ثاني أكسيد الكربون لكل كيلووات / ساعة.

■ إعادة تصنيع الأجهزة الضوئية متاح ومن الممكن ان يتم إعادة تدوير المخلفات بدون انبعاثات مضرة للبيئة ولهذا فان الطاقة المستخدمة في الإنتاج تكون اقل.[١٤]

٢-٢-٤- التوظيف

■ وفق المعلومات القادمة من مراكز صناعة الخلايا الكهروضوئية فان كل ميجا وات يتم صنعها توفر ١٠ فرص عمل أثناء عملية التصنيع و٣٣ فرصة عمل أثناء عملية التركيب.[١٤]

٢-٢-٥- المستقبل الاقتصادي لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية

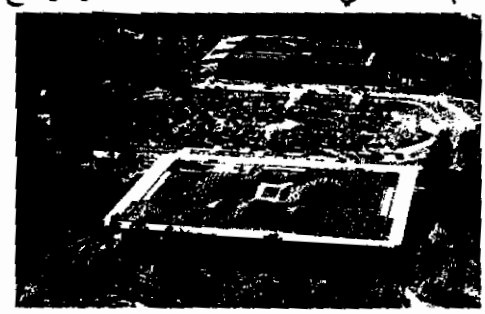
إن تكلفة تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية الكهروضوئية مرتفعة، ولكن لا يوجد سبب لأن يفترض أن لا تقل التكلفة عن طريق الكم من الإنتاج بجانب استخدام التقنيات الجديدة وأيضا وضع طول العمر الافتراضي لها وهو من٢٠الي ٢٥ سنة في الحسبان، ويقدر زمن استرداد رأس المال من ٥ - ٨ سنوات من بداية التشغيل .[١٤]

٢-٣ -:دمج النباتات والخلايا الكهروضوئية معا

- وجدت احدي الدراسات أن الأسطح الخضراء الممتدة أسفل الخلايا تزيد كفاءة الخلايا الكهروضوئية بمعدل ٦%وتتسبب في خفض درجة حرارة الهواء المحيط بالخلايا ١٦ درجة مئوية مقارنة بالأسطح التقليدية[١٥]
- تعمل الخلايا الكهروضوئية علي تظليل السطح الأخضر ،وبالتالي تحسن نمو النباتات.[١٦]
- يعمل السطح الأخضر والخلايا الكهروضوئية معا كنظام تبريد طبيعي للسطح.شكل (٦) [٦]

٣-تحليل العائد المتوقع من دمج (النباتات والخلايا الكهروضوئية)بسطح مبني أكاديمية العلوم الجديدة.

٣-١- المبني متحف تاريخ طبيعي ومجمع للبحوث بحديقة البوابة الذهبية-كاليفورنيا-سان فرانسيسكو، للمصمم المعماري ريتزوبيانو Renzo Pianoشكل (١) ،من الخرسانة والصلب المقاوم للصدأ، ٠٠افتتح عام٢٠٠٨ علي مساحة ٣٨,٠٠٠ ألف متر مربع



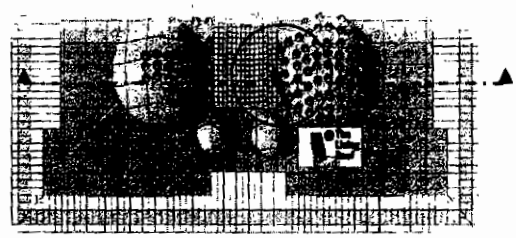
شكل (١٦) مبني الأكاديمية بحديقة البوابة الذهبية[١٧]

بتكلفة تقدرب٤٨٤ مليون دولار،بداية دمج النباتات كان عام ٢٠٠٧علي مساحة ٢,٥ فدان،وتقدر تكلفته بـ١٨٢,٥دولار /م٢، أما عن شكل السطح فهو أفقي يعلو أوسطه سبع أشكال منحنية تشبه التلال بارتفاع ٤,٦م من السطح وبزاوية انحدار ٦٠ درجة تقريبا، والنظام المستخدم في دمج النباتات بالسطح هو الأسطح الخضراء الممتدة ،نظام الصواني ذات الخامات الطبيعية Bio trays تحوي نبات من العشبيات المعمرة والزهور البرية،تروي بتكنولوجيا التحكم عن بعد، وقد نمت قبل وضعها بالسطح بتربه صناعية سمك ١٥ سم ، يقدر وزن السطح الأخضر أي النظام كله (النباتات والتربة)تقريبا ١,٢ مليون كيلوجرام ،يبرز الجزء المدمج به الخلايا الكهروضوئية من السطح ٢,٤ م من حافة المبني ويطوق كامل مساحة المبني من الأربع جهات ،والخلايا الكهروضوئية الشفافة تزود المبني بطاقة توليد قدرها ٢٢٠ كيلووات.

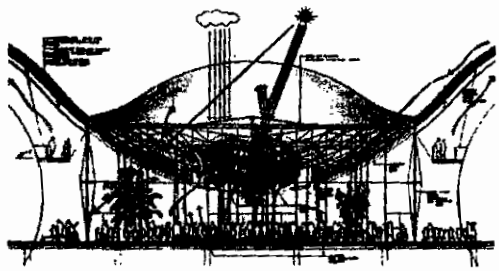
٣-٢- الهدف من المشروع :"بناء بناية ذات عرض علمي خلاب تخدم نفسها بنفسها تلهم الزائرين بالحفاظ علي الموارد الطبيعية وتساعد علي بقاء مختلف أنواع الحياة علي الأرض".وقد انتهج مصممي و مؤسسي الأكاديمية ا النظرة البعيدة المدى بالنسبة لعائد الاستثمار. [١٧]

٣-٣-العائد من دمج النباتات والخلايا بسطح المبني:

- يقدم السطح الأخضر بمساعدة الجدران المعزولة العزل الحراري الجيد للمبني فدرجة حرارة الهواء أسفل السطح داخل المبني اقل بـ ١٠ درجات مئوية من الهواء الخارجي ،يقدر مساهمة السطح الأخضر فيها بـ٥ درجات مئوية .
- السطح الأخضر يساهم في الحد من جريان مياه الأمطار (استيعاب حوالي ٥٠% من جملة مياه الأمطار).

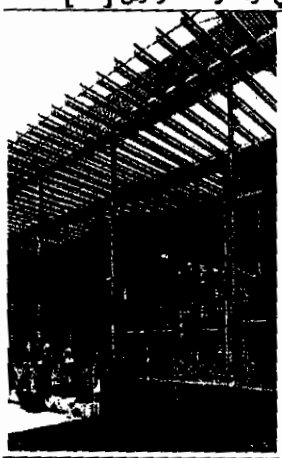


شكل(١٧) المسقط الافقي لسطح مبني الاكاديمية[١٧]

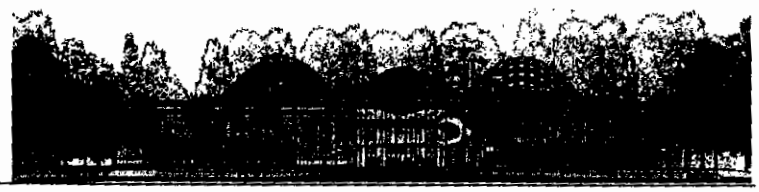


شكل (١٨)قطاع راسي في الجزء (أ)من المبني يوضح التكامل الوظيفي بين السطح بمكوناته وتشكيله والمكون الطبيعي بداخل الفراغ في الحفاظ علي البيئة الداخلية للمبني مريحة وممتعة للزائرين.[١٧]

شكل (١٩) قطاع راسي في المبني يوضح تكامل السطح مع الفراغ الداخلي للمبني. [١٧]



شكل(٢١)المظلة الكهروضوئية[١٧]



شكل (٢٠) الواجهه الرئيسيه للمبني ويظهر السطح فيها كانه جزء من الطبيعة المحيطة بالمبني[١٧]

■ يوفر السطح الأخضر خفض لمستوي الضوضاء الي ٤٠ ديسبل.

■يعد السطح اكبر سطح بيولوجي في العالم يحوي ١,٧ مليون نبات لستة أنواع أصلية علي مساحة ٢,٥ فدان.

■كفاءة استخدام المياه (استخدام تكنولوجيا التحكم عن بعد في الري بالرشاش ودمج أجهزة استشعار نسبة الرطوبة بالتربة، بالإضافة إلي قاعدة بيانات الطقس،وتدوير المياه الفائضة .

■توفر طريقة دمج الخلايا الكهروضوئية بسطح الأكاديمية استغلال الفراغ أسفلها (نظام المظلة).

■كفاءة الطاقة ،توفر المظلة المكونة من الخلايا الكهروضوئية ٥٥% من الطاقة اللازمة للمبني.شكل (٢١)

■ تستهلك الأكاديمية طاقة اقل من ٣٠%من الطاقة المخصصة فيدراليا وذلك بفضل التصميم المستدام للمبني.

■حصل المبني علي أعلي شهادات ال(LEED) وهي الشهادة البلاتينية في ستة تصنيفات وهي كفاءة المياه، الطاقة والطقس،جودة البيئة الداخلية، عمليات التحديد والتصميم ليكون حاصل نقاطه ٥٤ نقطة. [١٧]

الاستنتاجات النظرية

- يعرف دمج النباتات عموما في الساحة الدولية بالأسطح الخضراء (Green Roofs)و لها متطلبات تقنية عالية، والخلايا الكهروضوئية (photo voltaic roofs)والاثنان معا بالأسطح الخضراء/الشمسية(Solar Green Roof).

- الكثير من الأرباح البيئية لدمج النباتات بأسطح المباني لا تأخذ صورة أرباح نقدية مباشرة حيث تظهر جليا في التحسن البيئي ونوعية الحياة الحضرية

بينما تتمثل الأرباح الاقتصادية في زيادة العمر الافتراضي لمكونات سطح المبني إلي أكثر من الضعف، وكفاءة العزل صيفا وشتاءا الذي يؤدي إلي ترشيد استهلاك الطاقة وبالتالي خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

- تشير تجارب الأسطح الخضراء الممتدة بأنها أكثر اقتصادية من غيرها علي المدى الطويل .
- يمثل دمج الخلايا بأسطح المباني بخلاف إنتاجها للطاقة النظيفة استثمارا جيدا علي المدى البعيد.
- دمج الخلايا والنباتات معا بأسطح المباني تزيد من كفاءة إنتاج الطاقة بعكس دمجها منفردة بالأسطح التقليدية.
- تحديد هدف المشروع من دمج تلك المعالجات بأسطح المباني يسهل من اختيار الطريقة التصميمية وبالتالي النجاح في تحقيق العائد المرجو.

التوصيات

حيث أن الأبحاث بهذا المجال وخصوصا دمج النباتات حديثة عهدها بالدول العربية فغالبية الأبحاث التي وجدت واعتمد عليها البحث هي للدول المتقدمة صناعيا والتي تدعمها وتتبناها مؤسسات حكومية، فيوصي البحث بما يلي:

-دعم الأبحاث العلمية من هذا النوع لأنها تحتاج إلي أسطح مخصصة للبحث العلمي مدعومة حكوميا ،يتم بها التجربة علي ارض الواقع وتكون مزارا لطلاب العلم لنشر الوعي وذلك حتى ينال البحث العلمي المصداقية من المجتمع.

أما بخصوص التوصية في موضوع البحث:

-عمل دراسات لمحددات ومقومات تطبيق (دمج النباتات والخلايا الكهروضوئية) بأسطح المباني الجديدة والمراد تطويرها) بمصر.

-عمل دراسة جدوى للعائد الاقتصادي من دمج النباتات بنظام الأسطح الخضراء الممتدة حيث أن كثير من العائد البيئي ما يصعب قياسه كميا مثل تحسن نوعية الهواء والتنوع البيولوجي.

المراجع

1. Townshend, D. "Study On Green Roof Application In Hong Kong" ,Architectural Services Department ,Urbis Limited,16 February 2007.
2. Luckett, K."Green Roof Construc- tion And Maintenance" ,The McGraw-HillCompanies,2009.
3. http://www.jrsmith.com/products/roof/pm/spm0526.pdf
4. نشوي عبد الحافظ, "العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الفوتوفولطية", المؤتمر الدولي الثاني ," الهندسة البيئية" , "جامعة عين شمس ١٠-١٢ ابريل٢٠٠٧ .
5. http://www.optigreen-greenroof.com
6. http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/environment/documents/GreenRoofResourceManualSummaryVersion.pdf
7. Dinsdale ,S., Pearen ,B., Wilson ,C., "Feasibility Study for Green Roof Application on Queen's University Campus, for"Queen's Physical Plant , April 2006.
8. Environmental Affairs Department " Green Roofs-Cooling Los Angeles" A Resource Guide, Los Angeles,2006.
9. Ngan, G. "Green Roof Policies: Tools for Encouraging Sustainable Design", Landscape Architecture Canada Foundation ,Dec 2004.
10. www.eere.energy.gov/femp
11. Köhler, M., Porsche, U.,"Life Cycle Costs OF Green Roofs- A Comparison of Germany, USA, and Brazil " RIO 03 - World Climate & Energy Event, 1-5 December 2003, Rio de Janeiro, Brazil.
12. Roeh ,D."Rooftop Agriculture: Green roofs as Productive Envelopes" ,October 20, 2009.
13. Hitesh, D, and others ." the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto",Ryerson university , 2005.
14. EPIA ,"Solar Generation: Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020",2008.
15. Bay Localize" Tapping The Potential Of Urban Rooftops: Rooftop Resources Neighborhood Assessment", October 31, 2007 .
16. Köhler ,M and others "Photovoltai c-Panels on Greened Roofs" ,"Positive Interaction Between Two Elements Of Sustainable Architecture. "RIO 02 - World Climate & Energy Event, January 6-11, 2002.
17. Robert, L." Under One Green Roof " ,civil engineering magazine, march 2009.