# دور المصمم الداخلي في تطوير الهيئة البصرية للحيزات المعمارية المفتوحة بالمجتمعات السكنية الجديدة

# The Interior Designer's Role in Developing the Visual Appearance of Open Architectural Spaces in New Residential Communities

**م.د/ أحمد فتحي السيد**
**مدرس بقسم التصميم الداخلي والأثاث كلية الفنون التطبيقية- جامعة ٦ أكتوبر**
**Lecturer. Ahmed Fathy El-Sayed**
**Lecturer at The Faculty of Applied Arts - October 6th University**
intouch_a_fathy77@yahoo.com

## الملخص

بالمقارنة بين المباني السكنية المصرية، في بداية القرن السابق وبينها في بداية القرن الحالي، نجد أنها في السابق كانت تضم حدائق خاصة وأفنية داخلية وشرفات عليا ما جعلها تضم بيئة صالحة لقاطنيها. ومع مرور الزمن، زاد التكدس السكني والخدمي، كما تغيرت الأفكار والمتطلبات المعمارية، فبدأ قاطنوا تلك المباني في استغلال الحدائق لعمل امتداد أفقي ورأسي لتوفير المأوى لأفراد العائلة، مع تهيئة الشرفات لتكون حديقة داخلية، والتي ما لبثت أن تحولت بدورها إلى حجرات نظرا للتغيرات الاقتصادية وارتفاع أسعار المباني. من هنا بدأت تفقد المباني مقوماتها البيئية، كما بدأ قاطنيها يشكون من عدم وجود اتصال بالبيئة الطبيعية الخارجية .مع نهاية الحرب العالمية الأولى بدأ مهندسي اليابان الحديثة في تنفيذ حدائق الأسطح، وأطلق عليها الحدائق اليابانية المعلقة، كما أن الطبيعة الجبلية لليابان هي التي فرضت فكرة هذه الحدائق، بعدها انتقلت الفكرة من اليابان إلى ألمانيا، ومنها إلى باقي دول أوروبا والعالم. وتمتاز هذه الحدائق بأنها بعيدة عن الحشرات الأرضية والضوضاء، بالإضافة إلى نقاء الهواء مع رؤية المناظر الطبيعية من الأعلى وهذا ما لا يمكن توافره بالحدائق الأرضية بالمدن الكبيرة .من هنا كان دور المصمم الداخلي لإيجاد الحلول البديلة لتأدية الأنشطة الإنسانية بما يحقق توازنا بيئيا للمبنى ويخرج قاطنيه إلى البيئة الطبيعية، فظهرت فكرة الهندسة البيئية لتعني بكل ما من شأنه تأمين سلامة البيئة، والاهتمام بوسائل الحفاظ على تلك السلامة، والتناول الطبيعي لمعالجة المناخ الداخلي بالاعتماد كلية على أنواع الطاقة المتجددة، كذلك توفير المحيط الصحي للإنسان للحفاظ على إنسانيته، فكانت الدعوة إلى العمارة الصديقة للبيئة ومنها ظهرت العمارة الإيكولوجية والشمسية والخضراء والمستدامة والتفاعلية وغيرها.

**الكلمات المفتاحية**
حدائق الأسطح، العمارة البيئية، العمارة الذكية، العمارة المتحركة

## Abstract

When comparing Egyptian residential buildings during century, we find that they previously included private gardens, interior courtyards and upper balconies, which was a suitable environment for their residents. Eventually, residential and service congestion increased, and architectural requirements changed, so residents began to exploit creating a horizontal and vertical extension to provide shelter for family members, while preparing balconies to be internal gardens, which in turn were soon transformed into rooms due to economic changes. Hence, buildings began to lose their environmental components, and their residents complained lacking connection with the external natural environment.

With the end of World War One, modern Japanese engineers implemented rooftop gardens called The Japanese Hanging Gardens, and the mountainous nature of Japan was what imposed these gardens Idea. As such, Germany, Europe and the Whole world. These gardens are characterized by being far from ground insects and noise, in addition to the purity of the air and landscape view from above.

Therefore, the interior designer's role is to find alternative solutions to perform human activities to achieve environmental balance for buildings and brings their occupants into the natural environment. The idea of environmental engineering emerged to ensure and maintain the safety of the environment, and naturally approaching to the indoor climate by relying on types of renewable energy, as well as providing a healthy environment for humans to preserve their humanity. So, the call was for environmentally friendly architecture such as ecological, solar, green, sustainable, interactive and other architecture types.

## Keywords

Roof Gardens, Eco-Architecture, Smart Architecture, Kinetic Architecture

### تمهيد

تعتبر حدائق الأسطح أحد أبسط الطرق والأكثر فعالية من حيث التكلفة للحد من استهلاك الطاقة، فهي تساهم في التنوع البيولوجي الحضري، حيث توضع النباتات على السطح للمساعدة في الحفاظ على برودة المبنى صيفا ودفئه شتاءا، فالنباتات تساعد في منع أشعة الشمس من تسخين المبنى صيفا، وتساعد على الحفاظ على البناء معزولا شتاءا، كما تساعد الأسطح الخضراء في الحد من التلوث من خلال جريان مياه الأمطار التي تساعد في تنقية الهواء.

وتستخدم حدائق الأسطح بأنواع عدة من المباني كالتجارية والسكنية، حيث توفر لقاطني المبنى مكانا للاستراحة واستنشاق الهواء النقي، أما بالمباني الإدارية فأنها تعزز العافية والإنتاجية، كما تقلل بشكل كبير من التوتر وتحسن الصحة العقلية، كذلك فأنها تزيد حالة الرضا الوظيفي بشكل عام من خلال توفير ملاذ طبيعي يسهل الوصول إليه من بيئة المكتب التقليدية، ويستثمره المطور في رفاهية موظفيه، مما قد يؤدي بدوره إلى أداء أفضل ومعنويات أعلى.

### مشكلة البحث

- إهمال أسطح المباني واستخدامها من قبل قاطني تلك المباني كمناطق لتخزين الفائض عن حاجتهم.
- تعرض أسطح المباني لأشعة الشمس المباشرة ما يزيد الخزن الحراري للمبنى وخاصة بالطوابق أسفلها، بالتالي زيادة الطاقة المستنفذة في تهيئة جو إنساني يعيش فيه الإنسان بتلك الطوابق.

### أهمية البحث

- تطوير معرفة المصمم الداخلي بالدور البيئي لحدائق الأسطح واستغلالها في تصميم الحيزات المعمارية المفتوحة.
- توظيف تلك الامتدادات في تحقيق مطلب إنساني وفقا للمعايير الفنية والعلمية والتقنية المصرية منها والدولية.
- استخدام الخامات البيئية والمطورة والذكية في تصميم تلك الحيزات على النحو الأمثل.

### هدف البحث

- تهيئة الحيزات المعمارية المفتوحة والمتصلة بالبيئة الطبيعية لممارسة الأنشطة المختلفة.

- اكساب المباني المصرية شكلا حضاريا يساعد في تقليل الطاقة المستنفذة في تهيئة جو إنساني يعيش فيه الإنسان.
- تعويض قاطني تلك المباني عن البيئة الطبيعية الخارجية التي تم استخدامها في التوسعات المعمارية.

## حدود البحث

- حدود موضوعية: تتمثل في التأكيد على دور حدائق الأسطح في تطوير وظيفة الحيزات المعمارية المفتوحة.
- حدود مكانية: يتعرض البحث لعدد من النماذج المختارة بمختلف دول العالم.

## منهجية البحث

منهج وصفي تحليلي لمبادئ العمارة البيئية وتطبيقهما في تصميم الحيزات المعمارية المفتوحة.

## الأسطح الخضراء (Green Roofs)

"هو سطح المبنى مغطى جزئيا أو كليا بالنباتات التي تزرع في غشاء لمنع تسرب المياه، ويشمل طبقات إضافية لصرف ومعالجة المياه ونظام الري، ويمثل حلا ممتازا لتحسين البيئة، فهو قادر على خلق أماكن جديدة يمكن استخدامها، إعادة تأهيل المناطق الحضرية، الحد من احتياجات الطاقة بالمبنى، التخفيف من آثار الملوثات وترويض العوامل المناخية". (٥٠)
"وتعتبر الأسقف من مصادر زيادة الحرارة داخل المباني بسبب امتصاصها للحرارة ونقلها للداخل، وقد وجد أن تغطية السقف الخرساني بطبقة من الطين تقلل درجة حرارة الحيز أسفل السقف، ويمكن زيادة هذا التأثير بزرع الطين بالعشب الأخضر ليعمل على تبريد الهواء وزيادة الرطوبة فوق سطح الخرسانة ما يزيد عمرها، كما يقلل استهلاك الطاقة حيث تقوم النباتات بعزل السقف، بالإضافة لتقليل تلوث الهواء والمساهمة في تنقيته، كذلك فأنها تمتص الضجيج وتوفر بيئة هادئة وتستفيد من مياه الأمطار في ري مكوناتها". (١٨) (٥٣)

**"وهناك أسباب عدة لإقامة حديقة السطح، منها:**

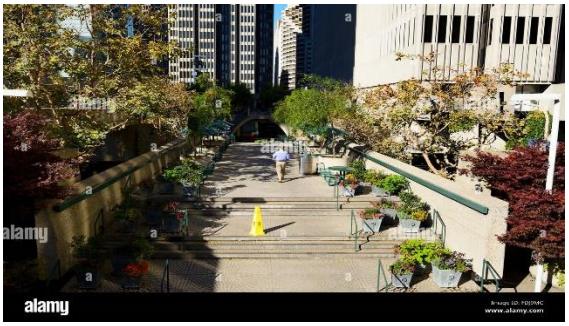
- ارتفاع قيمة الأرض التسويقية بالمدن.
- تجميل الأسطح وعدم تركها كمخازن مجمعة لما زاد عن حاجة السكان، وبالتالي الحد من الحرائق.
- توفير مساحات خضراء تشمل قدرا من الخصوصية يستفيد بها السكان لأداء العديد من الأنشطة خلال اليوم". (١٨)

"تتنوع حدائق الأسطح طبقا لاختلاف وظيفة المبنى:

- **المباني الإدارية:** يتم تخصيص مساحات للطعام والاستجمام بعيدا عن الحيزات الداخلية الخاصة بالعمل والاجتماعات، وهي تسهم في التقليل من رؤية المعدات والأنابيب الصحية الموجودة بأسطح هذه المباني.
- **الفنادق**: انتشرت بالولايات المتحدة الأمريكية بعد الحرب العالمية الثانية إدراكا لأهميتها في توفير مساحات خضراء للأنشطة والمناسبات المختلفة وعدم توافر المسطحات الخضراء الأرضية حول الفنادق داخل المدن بالشكل الكافي.
- **المساكن**: تستخدم كمتنزه لقاطني العمارات السكنية بوسط المدينة، ويمكن استخدامها كحديقة لزراعة الخضراوات والأعشاب.
- **الأسطح المتصلة**: يدمج فيها أسطح مجموعة من المباني المتقاربة من خلال كباري ليمتد التصميم بامتداد الشارع، وأول تصميم من ذلك النوع هو مركز روكفيلر (Rockefeller) بمدينة نيويورك الأمريكية، وهو أحد أوائل التجمعات السكنية

الضخمة، (صورة ١) ويتكون من أربع حدائق منفصلة كان من المخطط الربط بينها عن طريق كباري إلا أنه تم تركها منفصلة، يليها (Embarcadero Center) بمدينة سان فرانسيسكو". (١٠، ص. ١٥- ٢٣) (صورة ٢)

**صورة (١): "حديقة سطح مبنى (Rockefeller Center)، وهي أول حديقة سطح يتم تصميمها بشكل المتصل". (٤٣)**



**صورة (٢): "حديقة سطح مبنى (Embarcadero Center)، ممشى متدرج الارتفاع أعلى سطح المبنى للربط بين المباني". (٤٤)**

**"ويراعى في تصميم حدائق الأسطح الآتي:**

- أن يتوافق تصميمها مع خطوط المبنى. - أن يتم حساب الميول اللازم لانحدار المياه الزائدة عليه.
- أن تكون مسارات الحركة داخل الحديقة فوق كمرات الخرسانة المسلحة أو الجدران لتتحمل الأوزان.
- أن يتم عزل السطح جيدا لتفادي تسرب المياه للهيكل الخرساني للمبنى". (١) (شكل ١)

**شكل (١): "قطاع يوضح حساب الميول اللازمة لأرضية السطح لصرف الماء الزائد". (٨، ص. ٥٠)**

- "تقليل المسطحات الخضراء واختيار أنواع النباتات التي تحتاج لكمية ماء محدودة.
- الإكثار من الزهور في الأصص ويفضل اختيار أنواع النباتات المزهرة طوال العام.
- اختيار النباتات قصيرة الجذور. - اختيار عناصر خفيفة الوزن.
- إنشاء مظلات توفر الظل والخصوصية تتناسب مع زمن الاستخدام ومدته.
- احتياج النبات للشمس والظل واختيار النوع الذي يتلاءم مع درجة سطوع الشمس وكونها مباشرة أو غير مباشرة.

- استخدام الحواجز الزجاجية إن أمكن لتخفيف تأثير الرياح على الجالسين دون إعاقة الرؤية.
- توزيع العناصر النباتية خاصة النباتات المرتفعة على جوانب الحديقة حتى لا تشكل عائق للحركة او تحجب الرؤية.
- استخدام عناصر الفرش الثابتة ومراعاة اختيار أماكنها في الجوانب حتى لا تعيق الحركة.
- توافق تصميم السور مع المنظر الخارجي المطل عليه، أما إذا كانت المناظر غير مريحة أو إذا أريد حجب الحديقة عن أنظار المباني المجاورة- خاصة بالمباني السكنية- يمكن تعلية الأسوار المحيطة مع تغطيتها بالنباتات. (صورة ٣، ٤)
- تجهز أحواض النباتات بشكل بسيط فوق بلاط الأسطح ليسهل نقلها من مكان لآخر، أو تكون غاطسة أو تعلو مستوي سطح البلاط ويتم عمل أفريز لها لتحديد الشكل وحجز ماء الري حتى لا يسيل على السطح". (٤) (٥) (صورة ٥)

**صورة (٣): "استخدام السور المنخفض مع الأواني النباتية المتحركة خفيفة الوزن ووضع المظلة بجانب السور لتوفير المساحة الكافية". (٨، ص. ٥٥)**

**صورة (٤): "استخدام النباتات المرتفعة بجانب السور كي لا تعيق الرؤية والحركة بالمنتصف ولحجب المنظر الخارجي الغير مستحب". (٨، ص. ٥٨)**

**صورة (٥): "استخدام الفرش الثابت بجانب السور لعدم إعاقة الحركة". (٨، ص. ٥٨)**

## دور أنواع العمارة البيئية في وضع حلول مناخية مناسبة للحيزات المعمارية الداخلية المفتوحة

### أولا: العمارة البيئية (Ecological Architecture):

"أحد أنواع العمارة الخضراء والتي تهدف لخلق المزيد من المساحات الخضراء لتعزيز العلاقة التكاملية بين البيئة المبنية والطبيعية، (صورة ٦، ٧) وهي ترتكز على ثلاث محاور أساسية:

- الاستدامة البيئية: وترتبط عامة بالشكل والمواد والأنظمة المرتبطة بالمبنى والموقع، وتتضمن استعمال استراتيجيات التصميم السلبي للتوجيه السليم، التظليل والمواد الموفرة للطاقة والأنظمة الهجينة التي يمكن أن تقلل من تأثيرها على البيئة.
- الاستدامة الاقتصادية: وتعني موازنة التكلفة والقيمة الحقيقية للمبنى، فاستخدام المواد المعاد تدويرها أو المحلية لعملية البناء والتصميم باستخدام الأساليب التفاضلية يساعد في خفض تكاليف البناء والصيانة على المدى الطويل.
- الاستدامة الاجتماعية: وتشير إلى إنشاء مجتمعات شاملة وآمنة وصحية تشجع الثقافة والتقاليد المحلية.

**صورة (٦، ٧): "نماذج للعمارة الايكولوجية". (٤٥)**

وقد طور لويس دي جاريدو (Luis de Garrido) * بعض المؤشرات البيئية لتعزيز العمارة البيئية، هي:

- الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية والاصطناعية.
- خفض مستوى استهلاك الطاقة.
- تعزيز استخدام الموارد المتجددة.
- الحد من النفايات والانبعاثات.
- تحسين نوعية حياة شاغلي المباني.
- الحد من تكاليف الصيانة والبناء للمباني". (٣٩)

### ثانيا: العمارة الشمسية (Solar Architecture)

"تهدف العمارة الشمسية لتصميم مباني موفرة للطاقة تستفيد من طاقة الشمس من خلال الألواح الشمسية التي تقلل من نفقات الكهرباء الشهرية، ويمكن تطبيقها على الهياكل السكنية والتجارية على حد سواء". (٤٠) (صورة ٨)

"ويمكن استغلال الطاقة الشمسية عن طريق طريقتين أساسيتين للاكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي:

### - الأنظمة الشمسية الموجبة (Active Solar System)

تعتمد على تحويل الطاقة المكتسبة من أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية أو حرارية تستغل في التدفئة أو التبريد مع توفير حيز كبير لتخزين الطاقة المكتسبة.

### - الأنظمة الشمسية السالبة (Passive Solar System)

تعتمد على كتلة المبنى ذاته مع إضافة عناصر تساعد في التحكم الحراري للحيز نتيجة تعرضه لأشعة الشمس، فتتم تدفئة أو تبريد المبنى من خلال الأنظمة والظواهر الطبيعية للإشعاع الشمسي وخواصه المختلفة- الإشعاع والتوصيل والحمل...الخ-، مستغلا بعض عناصر المبنى المعمارية دون اللجوء لأية أنظمة أو معدات ميكانيكية". (٢١)

**صورة (٨): "نموذج للعمارة الشمسية". (٤٩)**

"وتتكون اللوحة الشمسية من طبقات من خلايا السيليكون، غطاء زجاجي، إطار معدني وسلك لنقل التيار الكهربائي الناتج عن السيليكون*، والتأثير الكهروضوئي هو أساس تكنولوجيا الألواح الشمسية، حيث تتحرك إلكترونات خلايا السيليكون عند تعرضها لضوء الشمس ليبدأ تدفق التيار الكهربائي". (٤٠)

## ثالثا: العمارة الخضراء (Green Architecture)

**"فلسفة بناء تراعي البيئة من خلال استخدام مصادر الطاقة المستدامة، وتحديث المباني القائمة بتقنيات جديدة". (٥٣)**

**"وللعمارة الخضراء ثلاث خصائص:**

- **النمو والتجدد:** فهي تنمو مع تقدم العمر. - **مخرجاتها هي مدخلاتها**: دورات التوازن الطبيعي.
- **الاستفادة الكاملة من المحيط**: للحصول على مواردها بقدر حاجتها فقط.

**ومن أهم مبادئ العمارة الخضراء:**

- الحفاظ على الطاقة. - التكيف مع المناخ. - التصميم الشامل.
- التقليل من استخدام الموارد الجديدة. - احترام الموقع. احترام المتعاملين والمستعملين". (٧) صورة (٩، ١٠)

**صورة (٩، ١٠): "نماذج للعمارة الخضراء". (٤٧) (٤٦)**

## رابعا: العمارة المستدامة (Sustainable Architecture)

"تُعرِّف اللجنة الدولية للبيئة والتنمية (The World Commission on Environment and Development- WCED) الاستدامة بأنها التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة، وعند تطبيق هذا المفهوم المعقد على الهندسة المعمارية، فإنه يشير إلى التصميم الذي يخلق بيئة معيشية صحية مع استهداف الحد من التأثيرات البيئية السلبية، استهلاك الطاقة واستخدام الموارد البشرية". (٤١) "وتنعكس العمارة المستدامة

في مواد وطرق البناء واستخدام الموارد والتصميم بشكل عام، حيث يجب أن يسهل التصميم التشغيل المستدام أثناء دورة حياة المبنى، كذلك أثناء التخلص منه في النهاية، كما يجب أن يكون وظيفيا ومتفوقا من الناحية الجمالية ويحقق كفاءة الطاقة والموارد على المدى الطويل، ذلك من خلال إنتاج تصميمات ذكية واستخدام التقنيات المتاحة لضمان ألا يؤثر المبنى بالضرر على النظام البيئي والمجتمعات. ويمكن رصد فوائد العمارة المستدامة في ثلاث محاور:

- **فوائد بيئية:** لحفظ الموارد الطبيعية، تقليل استهلاك الطاقة، إعادة تدوير النفايات وحماية التنوع البيولوجي البيئي.
- **فوائد اقتصادية**: لتقليل التكاليف طويلة الأجل والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، تحسين إنتاجية شاغلي المبنى، ترقية قيم الأصول والممتلكات والميزة التنافسية.
- **فوائد اجتماعية:** لتحسين الظروف المعيشية والصحة وراحة السكان وتقليل الطلب على البنية التحتية للمرافق المحلية". (٤١)

**"وتتلخص أهم مبادئ المستدام في:**

- قلة استهلاك المصادر غير المتجددة، واستخدام المصادر الطبيعية ذات الكفاءة العالية كالطاقة والماء والأرض.
- اختلاف بيئة صحية باختلاق الموارد قليلة السمية.
- قلة التجسيد للطاقة.
- تصميم المباني الأكثر تكيفاً مع البيئة مناخياً.
- التناسق مع البيئة وفهم العمليات الطبيعية.
- الاتجاه نحو إزالة الفضلات وإعادة تصنيعها واستخدامها.
- الاتصال مع الطبيعة". (٢٠) صورة (١١، ١٢)

**صورة (١١، ١٢): "نموذج للعمارة المستدامة- جناح اليابان بمعرض ألمانيا". (١٩)**

## خامسا: العمارة التفاعلية (Interactive Architecture)

"تُعرَّف العمارة التفاعلية بأنها المساحات والأشياء التي يمكنها إعادة تكوين نفسها ماديا لتلبية الاحتياجات المتغيرة. ويمثل البدء من الميكرو نهج تربوي لتصميم العمارة التفاعلية، أما بالعمارة الذكية فيكون من خلال دمج التقنيات الرقمية مع تقنيات البناء وذلك على عكس العمارة الثابتة الدائمة بالمعنى التقليدي، ويشير التفاعل (Interaction) في العمارة إلى ميزة الوقت الفعلي والطبيعة الديناميكية له، لتكون العمارة التفاعلية قادرة على إعادة الاتصال وتجديد العلاقات بين المستخدمين ومحيطهم لمساعدتهم على استكشاف دوافعهم وإلهامهم وقراراتهم ونتائجهم. ويمكن لهذا النوع من العمارة المتكاملة بين الإنسان والحاسب الآلي القائم على المستشعرات أن يحول الحياة اليومية للناس ويرفعها بطرق جديدة وذلك من خلال إطلاق العنان استراتيجيا لإمكانات الابتكارات التكنولوجية، فنظام التصميم التفاعلي هو عملية تتجاوز الحدود وتتضمن المعرفة ومهارات الهندسة الميكانيكية، التكنولوجيا الرقمية والعلوم الاجتماعية". (٤٢) "والاستجابة نوعان:

- "استجابة ساكنة": تكون في شكل درجة حرارة أو تغير في شدة الإضاءة.
- "استجابة حركية": تأتي على هيئة حركة، وهي إحدى القرارات المحتملة في استجابة نظام تحكم المبنى (BCS)". (١٣)

"من هنا ظهرت العمارة الحركية، والتي من خلالها، تتحرك أجزاء المبنى دون الإخلال بسلامته الهيكلية للاستجابة للظروف البيئية وأداء الوظائف المستحيلة على مبنى ثابت، بالإضافة إلى تعزيز الصفات الجمالية له". (١٦)

## سادسا: العمارة الحركية (Kinetic Architecture)

"هي مفهوم تصميمي يتم فيه تصميم أجزاء معينة من هيكل المبنى للسماح بالحركة دون التقليل من سلامة الهيكل بشكل عام.

**(صورة ١٣) ويمكن تصنيف أنظمة التحكم لهذه الهياكل الحركية- طبقا لدراسات مايكل فوكس (Michael Fox) *- إلى:**

- **أنظمة ضبط داخلية**: وهي لا تضم أي تحكم مباشر أو آلية مثل المفصلات الميكانيكية.
- **أنظمة التحكم المباشر**: يتم تحريكها مباشرة بواسطة مصدر طاقة، كاستخدام النوافذ والمظلات القابلة للسحب في تنظيم ضوء النهار وفقا لمسار الشمس من خلال التحكم المباشر.
- **أنظمة التحكم غير المباشر:** هنا تعتمد الحركة على نظام ردود الفعل الاستشعارية.
- **أنظمة التحكم غير المباشر المستجيب**: تعتمد حركة هذه الأنظمة على تقنية استشعار ردود الفعل المتعددة.
- **أنظمة التحكم غير المباشر المستجيب في كل مكان**: تتمتع بالقدرة على التنبؤ باستخدام شبكة من عناصر التحكم ذات الخوارزميات التنبؤية.
- **أنظمة التحكم غير المباشر المستجيب الاستدلالي**: يعتمد على شبكات وسيطة خوارزمية تتمتع بقدرة على التعلم". (٥١)

"وتتمتع المباني الحركية بعدة مزايا تسمح للمهندسين المعماريين بتطوير حلول واقعية للظروف البشرية والبيئية الديناميكية، فيمكن إنتاج هياكل ذات تطبيقات فريدة تعالج الأنشطة الديناميكية، المرنة والمتغيرة باستمرار. ومن مزايا العمارة الحركية:

- **إنشاء مناخ داخلي مثالي:** يسمح استخدام الواجهة المتحركة لغلاف المبنى بالعمل كمعدل للمناخ، حيث تساعد في الاستجابة للظروف المناخية الخارجية حسب الحاجة، وبالتالي تقليل كمية الطاقة المطلوبة لتحقيق الراحة الداخلية.
- **إنشاء أغلفة المباني الذكية**: والتي تهدف لتطوير عناصر دوارة مثل الألواح والأشرعة للتفاعل مع البيئة الخارجية- تستجيب للمحيط من خلال الفتح والإغلاق تدريجيا اعتمادا على قيمة ضوء النهار أو درجة الحرارة أو الرياح أو نضارة الهواء-.
- **جعل المباني الثابتة عضوية:** مثال ملعب مرسيدس بنز بمدينة أتلانتا، وهو يحوي سقف قابل للسحب.
- **خفض التكاليف**: تساعد في تقليل استهلاك الطاقة بالمبنى". (١٦)

**صورة (١٣): "نموذج للعمارة الحركية، أبراج البحر (Al-Bahr Towers)، يضم المبنى واجهة نشطة تستجيب لمسار الشمس وبالتالي توفر الظل المناسب للمبنى في جميع الأوقات". (٥٢)**

## سابعا: العمارة الذكية (Intelligent Architecture)

"ظهرت بمنتصف الثمانينات وتستخدم أحدث الوسائل التكنولوجية الحالية، مع قدرتها على استيعاب التكنولوجيا المستقبلية والتوافق مع البيئة والتكيف عبر السنين طبقا للمتطلبات المتوقعة، ما جعلها أكثر الاتجاهات المعمارية فاعلية في خلق بيئة مستجيبة ومستدامة من خلال تحقيق التكامل بين النظم التكنولوجية والنظم البيئية. فالمبنى الذكي هو "المبنى القادر على استيعاب الوسائل التكنولوجية الحالية والمستقبلية والتي تمكنه من استشعار ما يحدث داخله وخارجه ومبرمج لاتخاذ قراراته لخلق بيئة مستجيبة ومستدامة ترفع من فاعلية شاغليه بأقل تكاليف طوال العمر الافتراضي للمبنى". (٢٩) (٢) (صورة ١٤)

**صورة (١٤): "نموذج للعمارة الذكية". (٣٨)**

"تمثل خامات التشطيب عاملا مهما فيما يتعلق بالطبيعة وكذلك صحة المستخدمين، لذا يجب اختيار المواد الطبيعية العضوية والمواد المعاد تدويرها، كذلك الخامات المطورة التي تحاكي الخامات الطبيعية في الشكل ومصنعة من معالجة الخامات الطبيعية بالمواد الكيمائية ودرجات الحرارة العالية للحصول على خامات ذات قدرة على تلافي مشاكل الخامات الطبيعية". (٣)

## الخامات الذكية (Smart Materials)

"هي خامات يمكنها التكييف كاستجابة للمتغيرات البيئة بطريقة تلقائية، حيث توزع مشغلات ومجسات إلكترونية بالمادة لينتج عنه تطور جذري في خصائصها ويعطيها القدرة على الاستجابة للمتغيرات حولها، فيتحول أداء المادة التقليدي لأداء غير تقليدي، ما يعني تحرر المصمم واعتماده على مواد يمكن تطويعها لخدمة وتحقيق أفكاره وآرائه الخاصة". (١٥،ص.٣٥)

**ومن سمات الخامات الذكية**

- **الفورية (Immediacy):** تستجيب للمحفز في الزمن الحقيقي.
- **القدرة على تعدد الاستجابة (Transience):** تستجيب لأكثر من حالة بيئية في نفس الوقت.
- **الفعل الذاتي (Self-Actuation)** الذكاء داخلي أكثر منه خارجي.
- **القدرة على التوجيه (Directness):** تتم الاستجابة في المكان الذي تعرض للمحفز.

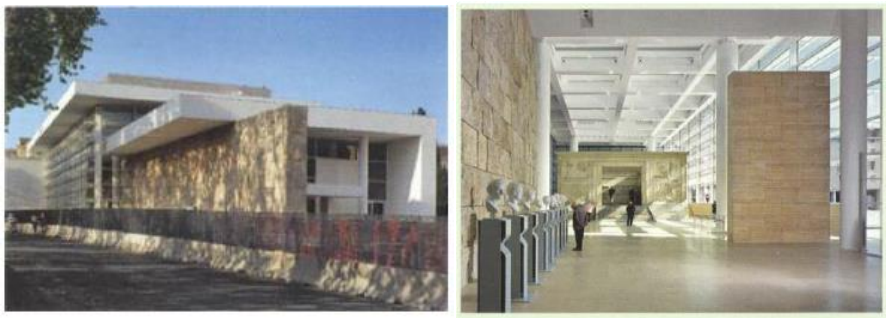
- **القدرة على الاختيار (Selectivity):** تتم الاستجابة بشكل منفصل ويمكن التنبؤ بها". (١١، ص. ١٠)

"وقد قام العلماء بتصنيف الخامات الذكية تبعا لنوع التغيير في خواصها أو نوع المؤثر المؤدي لتغيير خواص المادة إلى:

- **خامات ذكية طبقا لردود أفعالها:** متغيرة اللون، متغيرة الشكل أو خامات ذكية لمصدر الضوء.
- **خامات ذكية طبقا لخواصها:** متغيرة اللون، متغيرة الشكل أو متغيرة اللصوقية. (صورة ١٥، ١٦، ١٧، ١٨)
- **خامات ذكية طبقا لنوع المؤثر:** كالمواد الذكية الضوئية، الحرارية، الكهربية، الميكانيكية، الكيميائية والبيولوجية". (٩، ص. ٧)

**"وتتميز المواد والخامات الذكية:**

- القدرة على التحكم بها عن بعد. - القدرة على التنفيذ والتحول لتلائم الظروف المحيطة.
- القدرة على الإحساس بالطاقة وتخزينها وقت ارتفاع درجة الحرارة واطلاقها عند انخفاض درجة الحرارة.
- سهولة الإحلال والتبديل وسهولة الفك والتركيب.
- القدرة على الالتئام. - خفة الوزن وقوة الاحتمال". (٦)



صورة (١٥، ١٦): "لقطات منظورية لشركة (STO)، تم استخدم طلاء اللون الأبيض المطور بتقنية التنظيف الذاتي بمدينة روما عالية التلوث". (١٤)

صورة (١٧، ١٨): "استخدام حوائط زجاجية خارجية وداخلية معالجة بتقنية النانو للتنظيف الذاتي الضوئي بأحد المباني". (١٤)

## تكنولوجيا حدائق الأسطح

"أصبحت مواد حدائق الأسطح خفيفة الوزن هي بداية توسع التنمية والتوعية البيئية بتشجير المدن الجديدة، حيث تهدف حدائق الأسطح لمساعدة الجهود الرامية لتعزيز حملة التحول للأخضر (Go Green). أحد المواد المستخدمة في بنية وسائط النمو لحدائق الأسطح التقليدية هو الحجر التكنولوجي (Stone-Tech)، وهو مادة يتم وضعها مع حزمة من ألياف النخيل أعلى البلاطة الخرسانية وطبقة عزل الرطوبة، مهمتها تكوين تجاويف في طبقة الوسط الزراعي، وتعمل كمرشحات للحفاظ على وسائط نمو الحبوب، يصل سمكها إلى ٢٠ سم، إلا أنها تتسبب في حمل أثقل على البلاطة الخرسانية، لذا تم استبدالها بمادة

خلية الصرف (Drainage Cell Material) المصنعة من مادة الجيوكومبوسيت (Geocomposite) *مع طبقة من الشباك الدقيقة من الجيوتكستايل (Geotextile) * تعمل كمرشح محل ألياف النخيل.

تصنع خلية الصرف على شكل ألواح أو صفائح مسطحة بسمك ١ سم ووزن أقل من ١ كجم/ م2- مقارنة بألواح الحجر والتي سمكها ٣ سم ووزنها من ٢,٥ إلى ٣ كجم/ م2-، وتتميز بسهولة التركيب حيث تثبت فوق البلاطة الخرسانية ويتم ربط الألواح بألواح أخرى عن طريق ربط وقفل الخطافات المتوفرة بالفعل على كل لوح.

لا يقتصر عمل خلية الصرف على نقل المياه من سطح وسط النمو إلى القاع فحسب، بل يمكنها أيضا حفظ المياه بالجزء السفلي من الخلية للحفاظ على رطوبة الجذور." (٤٨) (صورة ١٩)

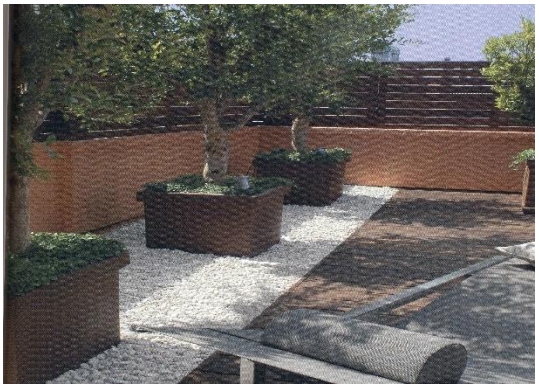
صورة (١٩): "ألواح خلايا الصرف". (٤٨)

مع زيادة التعداد السكاني وبالنظر للمباني السكنية بالعاصمة المصرية، نجد أن قاطني تلك المباني- ونظرا للظروف الاقتصادية- قد قاموا بتحويل الشرفات والأفنية لامتدادات أفقية مبنية لتوفير المأوى لأفراد العائلة، (صورة ١٩، ٢٠) ما أدى لعدم وجود اتصال بالبيئة الطبيعية الخارجية، من هنا كان لابد على المصمم التحرك لإيجاد حلول بديلة لتأدية الأنشطة الإنسانية بما يحقق توازنا بيئيا للمبنى، ومع ظهور فكرة حدائق الأسطح- والتي تعتبر فكرة معمارية أصيلة بمجتمعنا ولكن تم اهمالها- ودورها البالغ في تأمين سلامة البيئة، كان من الضروري أن يعمل المصمم على استغلال المساحات المهملة، وهي أسطح المباني، لتوفير ملاذ صحي للإنسان للحفاظ على انسانيته وتجديد علاقته بالبيئة الطبيعية الخارجية، ذلك من خلال استغلال توجهات العمارة البيئة وتكنولوجيا الخامات للتأكيد على أهمية حدائق السطح ودورها البيئي الإيجابي في خدمة قاطني المبنى. (شكل ٢) (صورة ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤)

صورة (٢٠، ٢١) *: اهمال أسطح منازل القاهرة".

شكل (٢) *: "المسقط والقطاع الأفقي لأحد أسطح المنازل والشرفة الجانبية بعد إعادة تأهيلهما".

صورة (٢٢، ٢٣): "لقطات منظورية لسطح المنزل قبل وبعد إعادة التأهيل".



صورة (٢٤): "لقطة منظورية لسطح المنزل بعد إعادة التأهيل".

## نماذج لأنظمة وتقنيات يمكن استخدامها بأسطح المباني

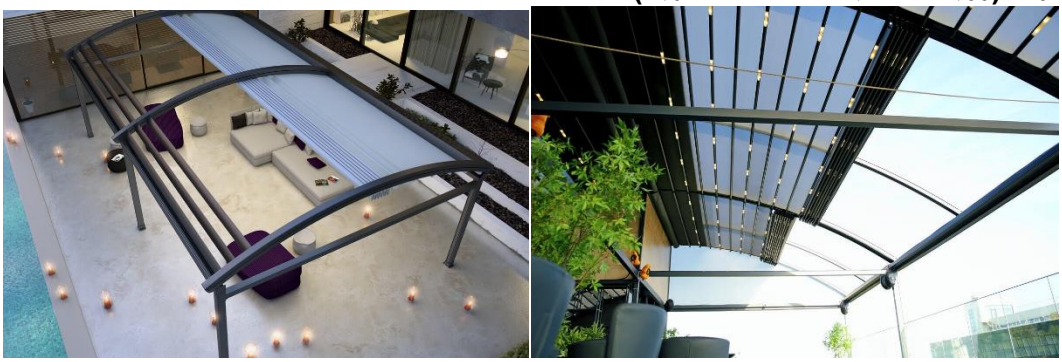
**- أنظمة الأسقف القابلة للسحب (Retractable Roofs):**

"تسمح بتغطية مساحات متوسطة إلى كبيرة من الأسطح، وتتوافر بتصميمات معاصرة يمكن دمجها مع أحدث التقنيات لإنشاء مظلة قابلة للسحب تناسب أي نمط حياة وبيئة معمارية، وتتميز بتركيباتها ذات الجودة العالية وجاذبيتها الجمالية، يمكن تركيبها بالمباني التجارية، الفنادق، المجمعات الصحية والترفيهية، المطاعم، المقاهي والعقارات المنزلية". (٥٤) (صورة ٢٥، ٢٦)

**صورة (٢٥، ٢٦): "نماذج مظلات قابلة للسحب تناسب أي نمط حياة وبيئة معمارية". (٥٤)**

**"وتتوافر مجموعة واسعة من الملحقات لكل أنظمة الأسقف القابلة للسحب، وتشمل:**

- أنظمة إغلاق جانبية- من القماش المعتم- للتظليل والحجب، مقاومة للمياه من مادة (PVC)، أو مواد شفافة.
- ألواح زجاجية بانورامية آلية مبتكرة توفر الحماية الخارجية دون العزل عن الطبيعة.
- نوافذ وأبواب زجاجية منزلقة أوتوماتيكية بتشطيبات متنوعة تضم نظام معالج دقيق لتحقيق أعلى مستويات الأمان والأداء.
- توفير مظلات جانبية عمودية للحماية من أشعة الشمس من جميع الجوانب ذات مرونة عالية ومدمجة بشكل أنيق.
- تعديل آلي للظل والمأوى عن طريق جهاز التحكم عن بعد.
- أضواء كاشفة (LED) مدمجة أو خطية داخل إطار.
- محاط بالكامل بخيارات الزجاج مثل النوافذ الزجاجية الثابتة أو المنزلقة.
- مزراب مخفي لمياه الأمطار مدمج ضمن الإطار للحصول على مظهر جمالي أنيق ومشتت بعيداً عن المنطقة.
- يمكن تركيب سخانات مدمجة لتحقيق أقصى قدر من الاستخدام على مدار العام.
- لا يوجد دعم أمامي يتم تركيبه عبر أذرع ناتئة أو دعامة.
- تقنية قفل القماش لزيادة شد القماش.
- زاوية ميل السقف قابلة للتعديل من ٨° إلى ٢٥°.
- تظليل جانبي اختياري و/أو زجاج جانبي وأمامي.
- الاختيار من بين أكثر من ٣٠٠ لون وتصميم أكريليك، مع حماية من الأشعة فوق البنفسجية، ومقاوم للماء والبقع.
- تقنية مظهر القماش للحصول على شد عالي للنسيج". (٥٤) (صورة ٢٧، ٢٨)



صورة (٢٧، ٢٨): "نماذج لمظلات منزلقة أوتوماتيكية". (٥٤)

## - الحوائط المتحركة (Kinetic Walls):

"هي حوائط ذات تقنيات تكنولوجية عالية ومرونة في تصميم الخامة لتتفاعل مع المستخدم، فهي تتفاعل مع الصوت، الضوء، الحرارة وحركة مستخدم الحيز حين تستشعر الوجود الإنساني. وهنا لا يعتمد تصميم تلك الحوائط على مبدأ الحركة فقط فهي ذات قدرة تفاعلية كالتوسع والانكماش، ما يعني إمكانية إعادة تشكيل الحيز باستمرار طبقا لاحتياجات المستخدم.

والحوائط المتحركة عبارة عن مجموعة من الشرائح المرنة (Flexible Strips) مكسوة بأغشية رقيقة تعمل كمرشحات صوتية تحول دون تسرب الضوضاء من خارج الحيز إلى داخله، ويتم التحكم في حركة الشرائح من خلال اتصالها بمجسات متصلة بأجهزة تحكم صغيرة (Micro Processors)، فتظهر قنوات تسمح للحزم الضوئية والتيارات الهوائية بالتدفق داخل الحيز الداخلي ليتكيف مع المتغيرات البينية المحيطة ويتجاوب مع المتطلبات الإنسانية لمستخدمي الحيز". (٢٧) (صورة ٢٩)

صورة (٢٩): "حائط من تصميم شركة فيليبس (Philips) يتفاعل مع حركة المستخدم". (٥٠)

## - تقنية واقيات الشمس (Vorgelagerten Putzstegen)

"وحدات قابلة للطي تعمل بالكهرباء من الألومنيوم المثقب والزجاج تستخدم في العزل، (٣٠) يتغير شكلها باستمرار خلال اليوم لتوفير الإضاءة الطبيعية داخل المبنى طبقا لاحتياجات شاغلي الحيز". (٢٤) (صورة ٣٠، ٣١)

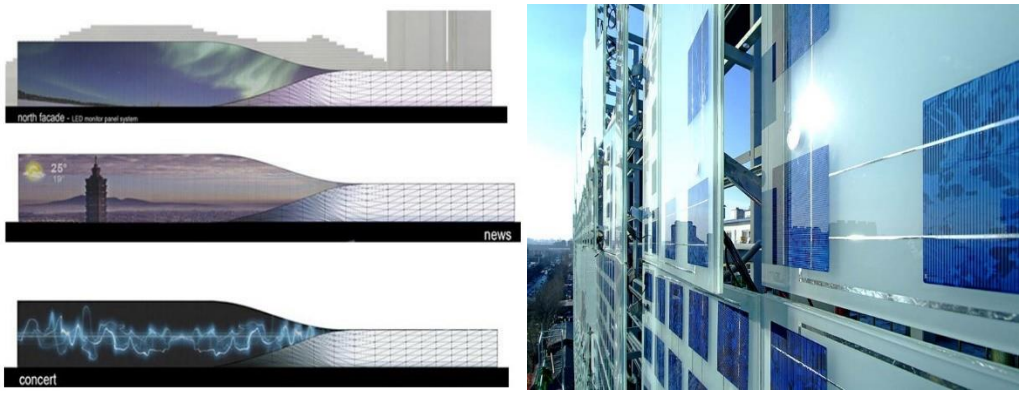
صورة (٣٠، ٣١): "استخدام تقنية واقيات الشمس بواجهة مبنى (Kiefer Technic Showroom) في أستراليا". (١٧) (٢٦)

## - تقنية الحوائط الستائرية/ الزجاجية (Curtain Walls Technology)

"نظام جداري خارجي لواجهات المبنى، عبارة عن إطار معدني يحمل الزجاج مثبت بالأعمدة وبلاطة السقف- تعتمد طريقة تركيبه على النوع المستخدم من الزجاج والمعدن الداعم- وتتنوع تقنيات الحوائط الستائرية طبقا للهدف الوظيفي، الوقت الزمني للإنشاء، التصميم، الاحتياطات الإنشائية والسعر". (١٢، ص. ٢٧) (صورة ٣٢، ٣٣)

صورة (٣٢، ٣٣): "مكتبة فاوينتن دالي العامة (Fountain Dale Public Library)، يظهر استخدام تقنية الحوائط الستائرية بكامل واجهة المبنى، وهي من الألومنيوم مع الزجاج، تقوم بنشر ضوء النهار لتحسين البيئات الداخلية والتحكم في استهلاك الطاقة". (٣٧)

"تطورت تلك التقنية لتتحول لشاشة عرض، حيث زودت ألواح الزجاج بخلايا ضوئية تقوم بتخزين الطاقة الشمسية نهارا لتستخدم ليلا لعرض الميديا، وتستخدم بمسطحات واسعة لزيادة نسبة الكهرباء المتولدة". (٣١) (٢٨) (صورة ٣٤، ٣٥)



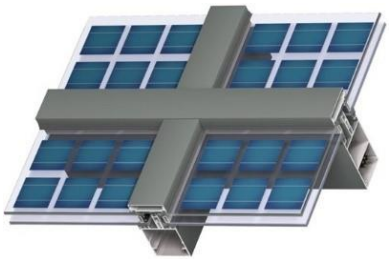

صورة (٣٤): "واجهة زجاجية توضح تقنية تركيب الحوائط الستائرية ذات الخلايا الضوئية". (٢٣)

صورة (٣٥): "مركز موسيقى البوب- إدماج الخلايا الضوئية بنظام الحوائط الستائرية ليجمع الطاقة الشمسية نهارا ويستخدمها لإنارة الشاشة ليلا". (٢٣)

### - وحدات سقفية زجاجية ذات خلايا ضوئية (Solar Photo Voltaic Skylight- SPVS):

"وحدات سقفية مزودة بخلايا شمسية بين لوحين من الزجاج لتعديل الضوء النافذ إلى المبنى، وهي تولد الطاقة الكهربائية، تقدم الإضاءة الطبيعية وتتحكم في الطاقة الشمسية من خلال تصفية تأثيرها". (٣٦) (٣٤) (صورة ٣٦، ٣٧)، (شكل ٣)

**صورة (٣٦، ٣٧): "وحدة الـ(SPVS) من الداخل والخارج". (٢٥)**



**(شكل ٣): "لقطة منظورية تفصيلية لشكل العوارض وطريقة تثبيت طبقتي الزجاج بالعوارض". (٣٥)**

### - الزجاج الشمسي الذكي (Solar Smart Glass)

"هو زجاج يوفر سيطرة لا مثيل لها على وهج الشمس، فعند مرور التيار الكهربائي بالزجاج، تتغير حالته من مصمت إلى شفاف، والعكس عند إيقاف التيار الكهربائي، وقد ثبت أنه يحد من نفاذية الحرارة خلال الواجهة الزجاجية وبالتالي خفض الطاقة المستنفذة لتهيئة الجو بالحيز، كما يمكن ضبطه يدويا أو أوتوماتيكيا لمستويات مختلفة من الظلمة". (٣٣) (صورة ٣٨، ٣٩).

**صورة (٣٨، ٣٩): "يوفر الزجاج الشمسي الذكي السيطرة على وهج الشمس ويحد من نفاذية الحرارة لخفض الطاقة المستنفذة لتهيئة الجو بالحيز". (٣٢)**

### - ألواح شمسية شفافة تحول زجاج الواجهات إلى مجمع للطاقة:
### (Transparent Luminescent Solar Concentrator- TLSC):

تمكن فريق باحثين بجامعة ميشيغان (Michigan State University- MSU) من تطوير ألواح شمسية شفافة، فقد قاموا بتطوير مكثف إضاءة شفاف يعمل بالطاقة الشمسية (TLSC) يمكن وضعه على النافذة ليقوم بتجميع الطاقة الشمسية دون

التأثير على نفاذية الضوء، فيتم نقل الضوء المجمع على حدود اللوح ليتم تحويله إلى كهرباء بمساعدة شرائط رقيقة من الخلايا الشمسية الضوئية. (٢٢) (صورة ٤٠)

**صورة (٤٠) (*): "الألواح الشمسية الشفافة تولد طاقة كهربائية عبر زجاج الواجهات أو غيره من الأسطح الشفافة". (٢٢)**

## نتائج البحث

**١.** حدائق الأسطح هي أحد أبسط الطرق والأكثر فعالية في المساهمة في التنوع البيولوجي الحضري، كما تساعد في الحد من التلوث وتنقية الهواء.

**٢.** تعتبر أسطح المباني أحد مصادر زيادة الحمل الحرارة داخل المباني، وزراعتها يقوم بعزل السقف، وبالتالي تنخفض درجة حرارة الدور أسفله ما بين ٥٧° إلى ١٠° درجات مئوية.

**٣.** توفر حدائق الأسطح لقاطني المبنى مكانا للاستراحة واستنشاق الهواء النقي، كما أنها تعزز العافية والإنتاجية وتقلل من التوتر وتحسن الصحة العقلية، كذلك فأنها تزيد حالة الرضا الوظيفي ما يؤدي لأداء أفضل ومعنويات أعلى.

**٤.** للمصمم الداخلي دور كبير في إمكانية تأهيل، تشطيب وتأثيث الحيزات المعمارية المفتوحة، وذلك عن طريق استغلال أسطح المباني الاستغلال الأمثل، كذلك اختيار التكنولوجيات والخامات المثلى بما يتوافق مع البيئة.

## توصيات البحث

**١.** ضرورة تطوير معرفة المصمم الداخلي بالدور البيئي لحدائق الأسطح، واستغلالها لتحقيق المطالب الإنسانية وفقا للمعايير الفنية والعلمية والتقنية المصرية منها والدولية.

**٢.** على الدولة تشجيع المواطنين على حسن استغلال أسطح المباني لإكساب المباني المصرية شكلا حضاريا يساعد في تقليل الطاقة المستنفذة في تهيئة جو إنساني يعيش فيه الإنسان.

**٣.** ضرورة تفعيل مفاهيم ومبادئ الاستدامة لإيجاد الحلول البيئية الملائمة والقادرة على توفير بيئة انسانية آمنة.

## المراجع

١- الدجوي، علي: "موسوعة زراعة وإنتاج نباتات الزينة وتنسيق الحدائق والزهور"، مكتبة مدبولي، القاهرة، ٢٠٠٤، ص، ٩٠٨.

AlDegwy, Ali, "Mausueat Ziraeat wa Entaj Nabatat AlZiyna wa Tansiq AlHadayiq wa AlZuhur", Maktabat Madbuli, AlQahira

٢- المنشاوي، أحمد نبيه، تأثير تكنولوجيا البناء والبيئة على الفراغ المعماري ودورها في تحقيق الراحة الحرارية- دراسة تطبيقية لمشروع أبراج البحر في أبو ظبي، بحث منشور، مجلة قطاع الهندسة بجامعة الأزهر ( Journal of Al-Azhar University Engineering Sector- JAUES)، ٢٠١٦، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، مصر.

AlMenshawy, Ahmed Nabeih, Tatheir Technologya AlBenaa Wa AlBeyaa Ala AlFaragh AlMemary Wa Dawraha fi Tahkeik AlRaha AlHarareya- Derasa Tatbekeia lMashroo Abrag AlBahr fi Abu Zabii, Bahth Manshor, Magllet Ketaa AlHandasa, 2016, Koleyet AlHandasa, Gameat AlAzhar, Misr.

٣- جودة، دعاء عبد الرحمن محمد، "المعايير القياسية المستخدمة في التصميم الداخلي والأثاث للمسكن بما يتوافق مع البيئة في مصر"، دكتوراه، الفنون التطبيقية.

Gouda, Doaa Abd AlRahman Muhamad, "AlMaeayir AlEqiasia AlMustakhdama fi AlTasmim AlDakhily wAlAthath lilMaskan bima Yatawafaq Maa AlByaa fi Misr", Dukturah, AlFunun AlTatbiqiati.

٤- حماد، محمد: "عمارة حديقة المسكن من نعم الله علينا"، الرياض، الطبعة الأولي، ١٩٨٣، ص ٢١٤- ٢١٥.

Hamad, Muhamad, "Eimarat Hadiqat AlMaskan min Nieam Allah alayna", AlReyad, Tabeat Owla

٥- عبد الواحد، عبد الحميد: "تخطيط وتصميم المناطق الخضراء"، دار الغريب، القاهرة، ص ١١١.

Abd AlWahid, Abd AlHamid, "Takhtit wa Tasmim AlManatiq AlKhadraa", Dar AlGhirib, AlQahira

٦- محمد، محمد عبد الحميد، "المواصفات الفنية للمواد والمركبات والنظم الذكية وتطبيقاتها في مجال التصميم الصناعي"، بحث منشور، مجلة العلوم والفنون، المجلد الثامن عشر- العدد الرابع، أكتوبر ٢٠٠٦.

Muhamad, Muhamad Abd AlHamid, "AlMuasafat AlFaneyaa lilMawad wa AlMarkabat wa AlNuzum AlZakiaa wa Tatbeqatiha fi Majal AlTasmim AlSenaay", Bahath Manshur, Majalat Aloulum wa alFunun, AlMujalad AlThaamin ashar- Aladad alrabie, October, 2006.

٧- وزيري، يحيى، "التصميم المعماري الصديق للبيئة- نحو عمارة خضراء"، ٢٠٠٣، مكتبة مدبولي، العربية للطباعة والنشر، القاهرة، مصر.

Wazery, Yahia, AlTasmeim AlMemary AlSadeik llBeiaa- Naho Emara Khadraa, 2003, Maktabet Madbooly, AlArabeya llTebaa wa AlNashr, AlKahera, Misr.

**8-** Lee, Yun-jung, "Landscape Design Residence", Archiworld, 2006, P.50.

**9-** Kamel, Ahmed Samir, "The Effect of New Material on Improving The Designing Ideology of Interior Space", P. 7.

**10-** Asmundson, Theodore: "Roof gardens", Singapore, first edition, 1999, P.15- 23.

**11-** Ismaail, Magdy Hosny, "Sustainable Design for New, nonrenewable energies &Smart Materials in The Field of Industrial Design", P. 10.

**12-** Murray, Scott Charles, "Contemporary Curtain Wall Architect", Princeton Architectural Press, New York, USA, 2009, P. 27.

**13-** Fox, Michael A., "Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems", Retrieved 14 March 2007.

**14-** Leydecker, Sylvia, "Nano Materials in Architecture, Interior Architecture & Design".

**15-** "Time Out Budapest", March 2009, p. 35.

**16-** Zuk, William, "Kinetic architecture", Reinhold. ASIN B0006CF8OU.

**17-** http://design-office.appspot.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom.html

**18-** http://hortweb.cas.psu.edu/research/greenroofcenter/history.html

**19-** http://marcie26.blogspot.com/2011/03/japan-pavillion-by-shigeru-ban.html

**20-** http://rebaldesign.com/blog/?currentPage=3

**21-** http://rebaldesign.com/blog/?currentPage=3

**22-** http://www.arch2o.com/transparent-solar-panels-will-turn-windows-into-green-energy-collectors
**23-** http://www.archdaily.com/245/greenpix-zero-energy-media-wall/
**24-** http://www.architectureexposed.com/project/459/showroom-kiefer-technic
**25-** http://www.buildings.com/article-details/articleid/6510/title/shades-of-solar.aspx
**26-** http://www.dbz.de/artikel/dbz_Die_Fassade_tanzt_Showroom_Kiefer_Technic_Office_Graz_A_html
**27-** http://www.designboom.com/design/philips-design-metamorphosis/
**28-** http://www.dezeen.com/2008/05/07/greenpix-media-wall-by-simone-giostra-partners/
**29-** http://www.dononl.com/ article/id18364& search term= intelligent%20 buildings
**30-** http://www.e-architect.co.uk/austria/kiefer-technic-showroom
**31-** http://www.onyxsolar.com/photovoltaic-curtain-wall.html
**32-** http://www.smartglassinternational.com/embrace-the-sunlight/
**33-** http://www.smartglassinternational.com/project-focus-solar-switchable-glass-itv-studios/
**34-** http://www.solarchoice.net.au/blog/bipv-building-integrated-photovoltaics-the-future-of-pv/
**35-** http://www.solar-constructions.com/wordpress/transparent-solar-panels/
**36-** http://www.supersky.com/SkylightGlazingSystems/Solar
**37-** http://www.tgpamerica.com/leed-projects.aspx
**38-** https://amazingarchitecture.com/news/intelligent-buildings-and-dsp-design-announce-partnership-for-leading-edge-smart-building-and-facility-public-health-design-services
**39-** https://archestudy.com/ecological-architecture/
**40-** https://injarch.com/everything-you-need-to-know-about-solar-architecture/
**41-** https://injarch.com/sustainable-architecture-2/
**42-** https://knepublishing.com/index.php/KnE-Social/article/view/5540/10837
**43-** https://untappedcities.com/2014/05/01/daily-what-the-hidden-rooftop-gardens-of-rockefeller-center/
**44-** https://www.alamy.com/stock-photo-elevated-walkway-at-embarcadero-center-san-francisco-california-usa-94445132.html
**45-** https://www.archdaily.com/908932/semaphore-an-ecological-utopia-proposed-by-vincent-callebaut
**46-** https://www.architectureanddesign.com.au/features/features-articles/is-it-time-to-finally-start-putting-a-price-on-gre
**47-** https://www.conserve-energy-future.com/green-building.php
**48-** http://www.deworld.org/lightweight-materials-for-roof-garden-design-idea-and-structure.html
**49-** https://www.energysage.com/project/6244/passive-solar-home/
**50-** https://www.greenroofs.com/2024/07/15/why-do-a-green-roof-121-east-jackson-project-feature/
**51-** https://www.novatr.com/blog/kinetic-architecture-guide
**52-** https://www.re-thinkingthefuture.com/architectural-styles/a2710-10-examples-of-kinetic-architecture-around-the-world/#google_vignette

53- https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778813007652
54- https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029617300658
55- https://www.zappoutdoor.co.uk/products/retractable-roofs/

---

i

* لويس دي جاريدو تالافيرا (Luis de Garrido Talavera): مهندس معماري إسباني يعمل بمجال العمارة المستدامة في إسبانيا، درس العمارة في جامعة بوليتكنيك في فالنسيا حيث تخرج بدرجة الدكتوراه، كما أكمل درجة الماجستير في التصميم الحضري. حاليا يدير شركة "Luis De Garrido Architects"، المعمارية في فالنسيا– إسبانيا، والتي تعمل في مجال العمارة الخضراء.

* السيليكون: مادة غير معدنية لها خصائص موصلة يمكنها امتصاص ضوء الشمس وتحويله إلى طاقة كهربائية.

*مايكل فوكس (Michael Fox): مهندس معماري ومؤسس ومدير (FoxLin)، وأستاذ العمارة بجامعة كاليفورنيا، وأستاذ زائر بالعديد من الجامعات التي تقدم ورش عمل دولية، قام بتأليف الكتابين (Interactive Architecture) و(AI: Adaptive World)، وهو رئيس رابطة التصميم بمساعدة الكمبيوتر في الهندسة المعمارية (ACADIA). تركز ممارساته وتدريسه وأبحاثه على العمارة التفاعلية مع التركيز الثانوي على عمارة الفضاء الخارجي، وهو المؤسس السابق ومدير مجموعة التصميم الحركي في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ألقى محاضرات دولية حول العمارة التفاعلية والسلوكية والحركية، وقد فاز بالعديد من الجوائز في مسابقات الأفكار المعمارية. ظهرت أعماله في العديد من الدوريات والكتب الدولية، وتم عرضها بمتحف سان فرانسيسكو للفن الحديث، بينالي البندقية، متحف سميثسونيان للطيران والفضاء ( The Smithsonian Air and Space Museum) وغيرها.

* الجيوكومبوسيت (Geocomposite): مادة مصنعة من مواد بلاستيكية من البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE) تتميز بخصائص مرنة ولكنها قوية.

* الجيوتكستايل (Geotextile): أحد أنواع المواد النسيجية الصناعية المصممة خصيصا للاستخدام في الهندسة المدنية والتطبيقات البيئية، مصنعة من ألياف البولي بروبيلين أو البوليستر بأوزان وأسماك مختلفة لتناسب متطلبات المشاريع المختلفة، وتستخدم في المقام الأول لتثبيت التربة والترشيح والصرف والتحكم في التآكل.

* الصور من تصوير الباحث.

* الشكل من إعداد الباحث.

(*) الصور بتصريح من جامعة ولاية "ميشيغان"، تصوير: ج. ل. كوس (G. L. Kohuth)