# أثر الطاقة الشمسية على التصميم الداخلي وصولا لابنية صفرية الطاقة

# The effect of solar energy on interior design leading to zero energy buildings

**أ.م.د/أسماء حامد عبد المقصود**

**أستاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان**

**Assist. Prof.Dr. Asmaa Hamed Abdel Maksoud**

**Assistant Professor, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts, Helwan University**

Asmaahamed262@yahoo.com

**المستخلص:**

تشكل الطاقة بأنواعها المختلفة عصب حياتنا وأساس استمرارنا، حيث لا يخلو جانب من جوانب الحياة من أحد هذه الأنواع إنّ 80% من الطاقة المستهلكة عالمياً تأتي من مصادر غير متجددة مثل النفط والغاز، وقد يأتي اليوم الذي تنفذ فيه، كما أنها المصدر الأساسي لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون المرتبط مباشرةً بالتغير المناخي، الذي يعد القضية الأبرز التي تواجه البشرية .تشير معظم الإحصاءات إلى أنّ استهلاك المباني السكنية يشكّل حوالي 30% إلى 40% من إجمالي موارد الطاقة في العالم، وتسهم في انبعاث 33% من ثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى فواتير الطاقة المرتفعة والمتزايدة باستمرار، كلها أسباب جعلت تحسين استهلاك الطاقة وإنتاجها الذاتي في هذه المباني أمراً بالغ الأهمية، فتوجهت غالبية الأبحاث إلى الأبنية المكتفية ذاتياً بالطاقة أو الأبنية صفرية الطاقة (Zero-energy buildings (ZEB

الزجاج الشمسي الشفاف المولد للكهرباء هو أحدث حلولنا سريعة النمو. وتتلخص في استخدام ألواح الطاقة الشمسية لتحل محل مواد البناء التقليدية في بعض أجزاء المبنى الخارجية مثل النوافذ والأسقف ،المناور وأسوار البلكونات أو الواجهات ومظلات مواقف السيارات وحتى الحوائط[1].كما يمكن دمجها كجزء لا يتجزأ من تصميم المبنى كمكون مقاوم للرياح والكسر . هذه المزايا تجعل واحدة من أسرع القطاعات نموا في الصناعة الكهروضوئية. وتستخدم تقنية بشكل متزايد في تشييد المباني الجديدة لتعطي المباني شكلا جماليا رائعا فضلا عن كونها عازلة للحرارة ومظللة بدرجات متعددة إلى جانب دورها الرئيسي كمصدر رئيسي أو اضافي لتوليد الطاقة الكهربائية للمبنى. من جهة أخرى يمكن تعديل بعض المباني القديمة باستبدال النوافذ او المناور او البلكونات وغيرها بمكونات. تعتبر هذه التقنية هي الحل الأمثل للأبراج ذات الواجهات الزجاجية وللمباني والهناجر للقطاعات التي تعمل في الصحراء كالقطاعات العسكرية والتي تحتاج الى الطاقة المدمجة لتشغيل المكيفات والاضاءة وغيرها.

**الكلمات المفتاحية:**

الطاقة الشمسية، المبني صفري الطاقة، معايير الواجهات

## Abstract:

Energy of all kinds forms the backbone of our lives and the basis for our continuation, as one aspect of life is not without one of these types. 80% of the energy consumed globally comes from non-renewable sources such as oil and gas, and the day may come when it is implemented, as it is the primary source of a second gas emission. Carbon dioxide is directly linked to climate change, which is the most prominent issue facing humanity. Most statistics indicate that the consumption of residential buildings constitutes about 30% to 40% of the total energy resources in the world, and contributes to the emission of 33% of carbon dioxide, in addition to bills. High and increasing energy ba They will continue, all of which made the improvement of energy

consumption and self-production in these buildings very important, so most research went to Zero-energy buildings (ZEB.(

Research problem: relying on non-renewable energy such as electric energy, and the consequent energy shortage and increased carbon dioxide emissions that negatively affect the clean environment.

Electricity generation transparent glass is our latest fast growing solution. It boils down to using solar panels to replace traditional building materials in some parts of the building such as windows and ceilings, skylights, balcony fences or facades, car park awnings and even walls. It can also be combined as an integral part of the building design as a component against wind and breakage. These advantages make it one of the fastest growing sectors in the photovoltaic industry. Technology is increasingly used in the construction of new buildings to give the buildings a wonderful aesthetic shape as well as being heat-insulated and shaded to various degrees along with its main role as a main or additional source of electricity for the building. On the other hand, some old buildings can be modified by replacing windows, skylights, or balconies, etc. with components. This technique is the ideal solution for towers with glass fronts and for buildings and hangars for sectors that operate in the desert, such as the military sectors, which need combined energy to operate air-conditioners and lighting, etc

**Keywords:**

Solar energy, zero energy building, façade standards

### مشكلة البحث:

الاعتمادعلي الطاقة غير المتجددة مثل الطاقة الكهربية وما يترتب علية من نقص الطاقة وزيادة انبعاثات ثاني اكسيد الكربون الذي يؤثر بالسلب علي البيئة النظيفة.

### أهمية البحث:

تحول العالم إلى 100% من الطاقة النظيفة المتجددة لأن معظم التكنولوجيا اللازمة لتحول العالم من الوقود إلى الطاقة النظيفة والمتجددة موجود بالفعل ولتنفيذ هذه التكنولوجيا يتطلب التغلب على العقبات في مجال التخطيط. استخدام طاقة الشمسية سوف ينعكس بنتائج ايجابية تسهم في الحفاظ على نظافة البيئة. إن الاستخدام الكفوء للطاقة متمثلا بالاختيار الدقيق للنوافذ، والزجاج العازل الذي يقلل من تسريب الحرارة واستخدام المواد العازلة للجدران والسقوف للاستفادة منها من ناحية التكييف و التدفئة

### هدف البحث:

احلال الطاقة الشمسية عوضاً عن الطاقة الكهربية لتوليد الطاقة المتجددة مما يناسب مناخ البيئة المصرية وبأساليب تكنولوجية حديثة تفي باحتياجات مصر من الطاقة|; كما انها طاقة نظيفة تحافظ علي سلامة البيئة من زيادة المدي الحراري

### منهجية البحث:

المنهج الوصفي:الذي يشمل جميع المعلومات والبيانات الخاصة الطاقة الشمسية

المنهج التحليلي:الذي يشمل تحليل وتفسير الحقائق والمعلومات عن الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية.

**يتناول البحث:**

- تعريف الطاقة الشمسية –فوائد وسلبيات استخدام الطاقة الشمسية-استخدامات الطاقة الشمسية في التدفئة والتبريد-الاقمشة الشمسية المرنة-المبني صفري الطاقة (تعريفه-عناصره الاساسية –تخطيط المدن صفرية الطاقة) –معايير التصميم الداخلي لواجهات المباني صفرية الطاقة.

**المقدمة:**

تستقبل الأرض 174 بيتا وات من الإشعاعات الشمسية القادمة إلى الأرض عن طبقة الغلاف الجوي، حيث تعتمد الطاقة الشمسية بأنها إما أن تكون طاقة سلبية أو إيجابية وفقا للطريقة التي يتم استغلالها بها، وبدأ العالم المتقدم في استغلال تلك الطاقة، بعدما زادت أسعار الطاقة بشكل كبير.وحازت الطاقة الشمسية واستخدامها واستغلالها بمصر، خاصة وأنها أحد أهم البلاد في العالم التي تستقبل الطاقة الشمسية، أن الطاقة الشمسية مصدر هام لمصر، حيث نمتلك أكثر المناطق في العالم سطوعا للشمس في جنوب غرب الصحراء.و درجة الحرارة تؤثر بشكل كبير وسلبي على محطات الكهرباء التي تتأثر بنسبة 1% مع زيادة كل درجة الحرارة أعلى من الـ30 درجة".حيث تملك مصر أكبر قطاع للطاقة المتجددة في المنطقة، وتضم مشاريع مثل محطة الطاقة الشمسية البالغة قدرتها 140 ميجاواط في الكريمات والتي تشكل جزءًا من خطة تصدير كهرباء منطقة شمال إفريقيا إلى أوروبا من خلال مشروع صحراوي. كما أن مصر تبني أكبر محطة لتوليد الكهرباء بالطاقة الشمسية في العالم يقع مجمع "بنبان" لإنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية على بعد 30 كلم شمال مدينة أسوان في صعيد مصر. ويضم المشروع 32 محطة بقدرة إنتاج 1465 ميغاوات، أي ما يعادل 90 بالمئة من إنتاج السد العالي. ويقام المشروع على مساحة قدرها 37 كلم مربع، في موقع قوة سطوع الشمس فيه تستمر طيلة أيام السنة، ما أهله لإقامة المحطة فيه. وقدرت تكلفة المشروع الذي تشارك فيه 39 شركة متخصصة ويعد الأكبر في العالم على الإطلاق، ثلاثة مليارات وأربعة مئة مليون يورو.2 الاستفادة من الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية وتطوير الصناعة المحلية لمعداتها بما يسهم في إحداث تنمية اقتصادية.و توفير فرص عمل وإكساب خبرة في عمليات التصنيع والتشغيل والصيانة والتسويق وخلق مجتمعات عمرانية جديدة بالإضافة إلى تقليل الغازات الملوثة للبيئة[3].

**مشروع الكريمات لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية:**

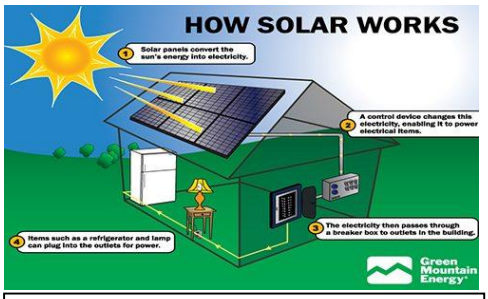
أكد البنك الدولي نجاح مشروع الكريمات لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، والذي بدأ تنفيذه منذ 2008، أشار إلى نجاح المشروع في إثبات السلامة الفنية لنظام الدورة المركبة المتكاملة لتوليد الكهرباء وقدرتها على الاستمرار في مصر وخارجها .وزاد هذا المشروع من نسبة توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية في مصر، كما ساهم في تحقيق هدف الحكومة المتمثل في تنويع مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية .ويشير البنك الى أن الاقتصاد المصري يتوسع بسرعة، لذا فهو بحاجة إلى مصدر موثوق ومنخفض التكاليف للطاقة الكهربائية، حيث إنه على مدى السنوات العشر الماضية، تجاوز متوسط الزيادة في الطلب على الكهرباء نحو .6,5% ويتمثل الهدف الإنمائي العام للمشروع في تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من المصادر البشرية بزيادة نصيب السوق من التكنولوجيات ذات الانبعاثات الغازية المنخفضة[4] .يأتى هذا المشروع فى إطار الجهود العالمية الرامية إلى تسريع وتيرة خفض التكاليف، والاعتماد التجاري لتكنولوجيات توليد الكهرباء منخفضة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من خلال التجربة والتعلم ونشر الخبرات بدأ قطاع الكهرباء والطاقة اليوم، ولأول مرة فى مصر والمنطقة العربية إضاءة مدينة الكريمات وشوارعها ومرافقها بالخلايا الفوتوفولتية التى تعتمد على الطاقة الشمسية.أن تطبيق هذه التكنولوجيا بدأ اليوم بمدينة الكريمات فى إطار برامج الترشيد التى وضعها قطاع الكهرباء مع بداية فصل الصيف/ ويأتى هذا الإجراء مواكبا لتكنولوجيا محطة الكريمات لتوليد الكهرباء، والتى تعتبر أكبر

وأول محطة تعمل بالطاقة الشمسية فى الوطن العربى ويعتمد هذا النظام التكنولوجى الجديد على الخلايا الشمسية فى توليد الكهرباء.ومحطة الطاقة الشمسية بالكريمات، هي أولى محطات للطاقة الشمسية الحرارية بمصر تقع على بعد 90 كم جنوب القاهرة، وتنتج 150 ميجاوات بنظام الدورة المركبة للطاقة الشمسية – (Integrated Solar Combined Cycle ISCC)لإنتاجا الطاقة.

## الطاقة الشمسية:

تعتبر الطاقة الشمسية الطاقة الأم فوق كوكب الأرض حيث تنبعث من أشعتها كل الطاقات فوقه. وهذه الطاقة يمكن تحويلها مباشرة أو بطرق غير مباشرة لحرارة وبرودة وكهرباء وقوة محركة. والطاقة الشمسية تختلف حسب حركتها وبعدها من الأرض. والطاقة الشمسية تصل إلى المنازل عبر الألواح الشمسية وتختلف كثافة أشعة الشمس وشدتها فوق خريطة الأرض حسب فصول السنة فوق نصفي الكرة الأرضية وبعدها عن الأرض وميولها ووضعها فوق المواقع الجغرافية طوال النهار أو خلال السنة

[5] **تعريف** الطاقة الشمسية هي الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عن الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته باستخدام مجموعة من الوسائل التكنولوجية التي تتطور باستمرار .و يتم توليد الطاقة الكهربية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات فولتوضوئية، ومن التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظام التسخين والتبريد خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، والماء الصالح للشرب خلال التقطير والتطهير،




**صورة ( 1) توضح كيفية الاستفادة من الطاقة الشمسية لتوليد طاقة كهربائية**

واستغلال ضوء النهار، والماء الساخن، والطاقة الحرارية في الطهو، ودرجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية، كما تتسم الوسائل التكنولوجية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون نظم طاقة شمسية سلبية أو نظم طاقة شمسية إيجابية وفقًا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها وتشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمجمع الحراري الشمسي، مع المعدات الميكانيكية والكهربية، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة، هذا في حين تتضمن التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية السلبية توجيه أحد المباني ناحية الشمس واختيار المواد ذات الكتلة الحرارية المناسبة أو خصائص تشتيت الأشعة الضوئية، وتصميم المساحات التي تعمل على تدوير الهواء بصورة طبيعية.

## فوائد الطاقة الشمسية:

الطاقة الشمسية طاقة مستدامة كما انها متجددة أي أنها طاقة لا تنفذ، فهي مصدر طاقة طبيعي ويمكن استخدامها في توليد اشكال أخرى من الطاقة، لا تتسبب ألواح الخلايا الشمسية بأية ضوضاء عندما تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية قابلة للاستخدام محطات توليد الطاقة الشمسية والألواح الشمسية في المنازل لا تسبب أي انبعاثات ولا تسبب أي أثر ضار على البيئة

## سلبيات استخدام الطاقة الشمسية

المشكلة الاولى: هي وجود الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من 50 % من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة

شهر[6] .

إن أفضل طريقة للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمر أي على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة وتختلف هذه الطرق من بلد إلي آخر معتمدة على طبيعة الغبار وطبيعة الطقس في ذلك البلد.
أما المشكلة الثانية فهي خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أو الأيام الغائمة أو الأيام المغبرة ويعتمد خزن الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، و نوع الاستخدام وفترة الاستخدام . ويعتبر تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر. أما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة ( بطاريات الحامض والرصاص ) وتوجد حالياً أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل الطوري للمادة وطرق المزج الثنائي و غيرها .
والمشكلة الثالثة في استخدامات الطاقة الشمسية هي حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين وتعتبر الدورات المغلقة واستخدام ماء خال من الأملاح فيها أحسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية .

**الواح MAD المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية المستدامة**

يقدم المهندسون المعماريون MAD نموذجها لـ "موطن المستقبل" وهم يتطلعون إلى الفراغ البيني "الهواء المنعزل" الذي يهدف إلى تحطيم الحدود بين الداخل والخارج، مما يمنح السكان الشعور بأنهم يعيشون في الطبيعة. بدلاً من منزل تقليدي - حيث تشكل الجدران والسقوف حدودًا - ينحدر سقف عائم منحني لأسفل فوق هيكل شبكي مفتوح. مع طبقة شفافة من الزجاج المقاوم للماء، يحمي الجزء المتموج "الداخل" من المطر، مع توفير التهوية الطبيعية، والسماح لضوء الشمس بالمرور الي الداخل. وقد وضعت MAD الألواح الشمسية أعلاه استراتيجيا، زاوية كل وضع مثالي لتسخير كميات أكبر من أشعة الشمس وتوفير الطاقة في جميع أنحاء المنزل. بشكل جماعي، يولدون طاقة كهربائية كافية لتشغيل الاستهلاك اليومي لعائلة مكونة من ثلاثة أفراد."الحفاظ على الانفتاح تجاه السماء ومحيطها،" الحياة في الحديقة "ترى الحياة والطاقة (الطاقة الشمسية) ، وتتزامن الطبيعة ، بسلاسة مع بعضها البعض لخلق" منظر طبيعي "معماري ، يقرأ في بيان صدر عن الاستوديو. "واحد يؤكد على الارتباط العاطفي للبشرية مع الطبيعة."

**صورة (2) السقف المموج فوق هيكل شبكي مفتوح واستخدام لوحات لتوليد الطاقة الكهربية**

## اسخدامات الطاقة الشمسية:

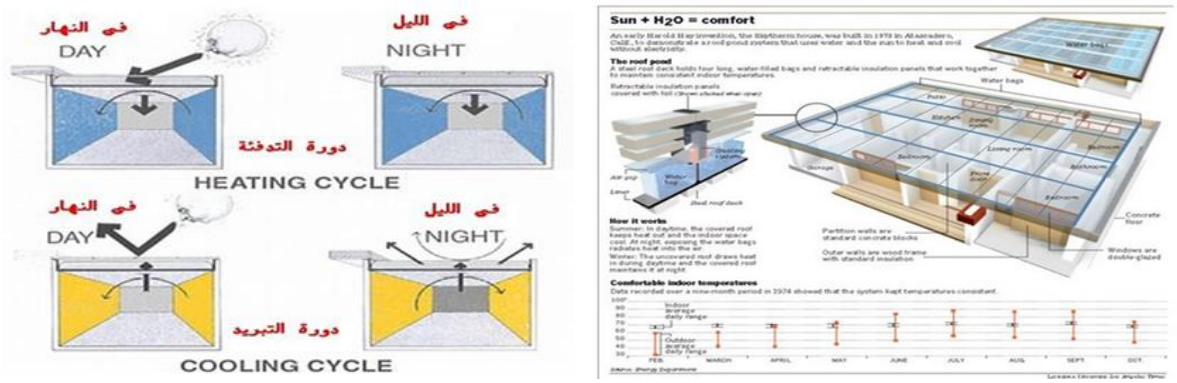
- تستخدم الطاقة الشمسية لتدفئة المباني وهي عبارة عن تكنولوجيا لإستخدام الطاقة الحرارية للشمس لتدفئة الهواء حيث يتم فيها التقاط الطاقة من الشمس بواسطة وسط ماص للأشعة الشمسية حيث تستخدم الطاقة الممتصة لتسخين الهواء ويستخدم جهاز يسمى مجمع الطاقة الشمسية الحرارية لتجميع ضوء الشمس
- كما أن استخدام الطاقة الشمسية في تدفئة الهواء هي عبارة عن طاقة متجددة مستخدمة بشكل فعال في تدفئة الهواء للمباني أو لتطوير تطبيقات تدفئ الهواء
- كما أن استخدام الطاقة الشمسية في تدفئة الهواء تعتبر مقارنة بالوسائل الأخرى أفضل وأرخص الوسائل المستخدمة في تدفئة الهواء وخاصة في التتطبيقات الصناعية والتجارية، ومن المتعارف عليه ان أكبر استخدام للطاقة في المباني يحدث في تدفئة الفراغات) مساحات البناء المستخدمة) وعمليات التدفئة الصناعية ويمكن تقسيم مجمعات الهواء باستخدام الطاقة الشمسية إلى فئتين:

الاولي: مجمعات الهواء المزججة (اعادة توزيع الهواء التي عادة ما تستخدم لأغراض التدفئة داخل المباني) الثانية مجمعات الهواء الغير مزججة أو مجمعات الهواء المفرغة (تستخدم في المقام الأول، لتسخين الهواء المحيط في التطبيقات التجارية والصناعية والزراعية).

تقنية التبريد الشمسي le froid solaire لقد ظهرت حديثا تقنية جديدة باستخدام الطاقة الشمسية. يمكن ترجمتها باسم *التبريد الشمسي*. و لقد بدا بالفكرة وتصميم أول جهاز للتبريد باستعمال الطاقة الشمسية على يد العالم الياباني Sanyo لذي صمم أول لوح من هذه الالواح التي تبلغ مساحتها $16m^2$ . و يتلخص سر التقنية المذكورة في ان الالواح الشمسية تلتقط وتجمع الطاقة الشمسية .بعد ذلك يتم تحويله إلى طاقة كهربائية التي تشغل بدورها الضاغط الذي يقوم بدورة التبريد[7].

## استخدام الطاقة الشمسية لتبريد المنزل: -

عملت أنظمة تكييف الهواء على رفع درجة حرارة بيئتنا الملوثة عن طريق تمرير كمية هائلة من الهواء الساخن في الهواء الخارجي كما إنها تستهلك الكثير من الكهرباء. تقريبا كل واحد شهد انقطاع الكهرباء على ألشبكه الكهربائية الرئيسية واسعة النطاق نتيجة لاستهلاك الطاقة. وحدات التكيف هذه تميل إلى استهلاك المزيد من الطاقة ومع الوقت تصبح أقل كفاءة وتزاد استهلاكا للطاقة. تقدم المبادرة الإبداعية التي سوف ترونها مبتكر لحل تلك المشاكل وطريق أخرى متقدمة لكن ولكن بسيطة لا تحتاج للطاقة الكهربائية، وكما إن ذلك الحل لا يؤدي إلى سخونة جونا الخارجي بتوليد الحرارة وهي تعمل على امتصاص الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة لتبريد المنازل والمكاتب الداخلية[8]




**صورة (3) استخدام الطاقة الشمسية لتبريد المنزل**

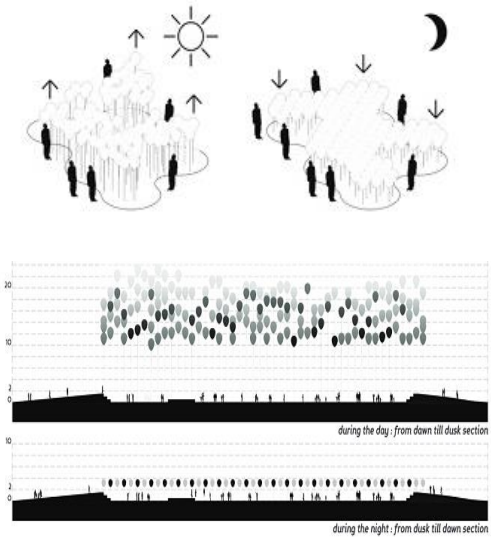
## الاستفادة من الطاقة الشمسية في التصميم المستدام لحفظ الطاقة في أبو ظبي

اسم المشروع: 'solarCLOUD'

النوع: مشروع مدرج في القائمة المختصرة لمولد لاندارت 2019 أبو ظبي يعود إلى مسابقة المصدر

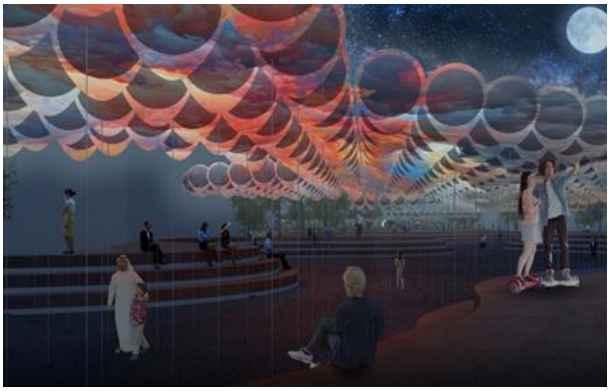
الموقع: مدينة مصدر، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة

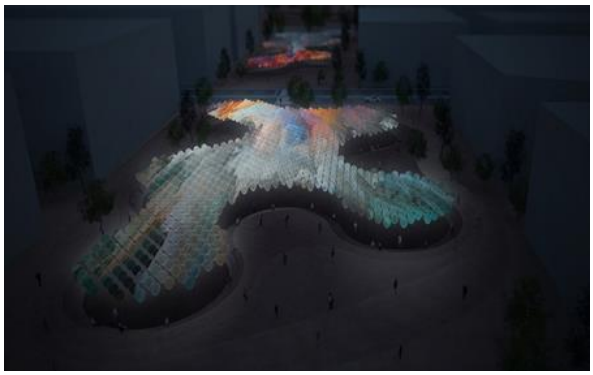
solarCLOUD by superspace يعتمد التصميم علي استخدام البالونات لحصد الطاقة من الشمس كجزء من مسابقة المولدات الأرضية "solarCLOUD". ليكون موجودًا عند بوابة مدينة مصدر ، باستخدام 1500 "بالون" شمسي لشغل المساحة العامة. المنسوجة بقماش شمسي ، يتصور التدخل لتوفير الظل في النهار أثناء حصاد الطاقة من الشمس. ثم في الليل ، ستسقط البالونات بلطف ، وتتصرف مثل التمثال الحركي وتوفر أساسًا للعروض الفنية الرقمية الخفيفة في الوقت الفعلي.




**صورة (4) الفكرة التصميمية تعتمد علي حصد البالونات للطاقة الشمسية وتخزينها ثم تحويلها لطاقة كهربية**

يعتمد مشروع على فكرة إنشاء طاقة خضراء يمكن الوصول إليها بسهولة وجزء من الحياة اليومية للناس في جميع أنحاء العالم.[9] بالإضافة إلى موضوعات الاستدامة تحت مظلة من البالونات التي تخلق أيضًا طاقة للارتفاع والصعود ، يهدف المشروع إلى إعادة توصيل المجتمع بالإيقاع الطبيعي للأرض.الفكرة تعتمد علي التصميم المستدام علي استخدام بالونات مغطاة بقماش شمسي ، بمجرد زراعة بالون في الموقع ، سيكون مثل المحصول ، ينمو يوميًا ويمسك بالطاقة من الشمس. تماما مثل عباد الشمس التي تميل رؤوسها نحو الشمس ، يتم تشغيل البالونات أيضًا بواسطة الطاقة الشمسية وترتفع في السماء خلال ساعات النهار. في الليل ، وبعد غروب الشمس ، تسقط البالونات بلطف لإنشاء مظلة أقل من شأنها أن توفر أيضًا الأساس لعروض الفن الخفيفة الرقمية في الوقت الحقيقي والتي صممها الفنانون ومستخدموها في نفس الوقت.





**صورة (5) تعتمد على استخدام بالونات تخزن الطاقة وترتفع في السماء خلال ساعات النهار**

## أقمشة شمسية مرنة وخفيفة الوزن

ابتكرت شركة FTL Solar المختصة في مجال النفط والطاقة في تكساس أقمشةً خفيفة الوزن وقابلة للبسط وذات صفائح شمسية رقيقة مدمجة قادرة على تظليل منزلك في نفس الوقت الذي تقوم فيه بتزوده بالطاقة. ولأنها مصممة أصلاً بنفس سهولة المظلات القابلة للنشر والمستخدمة في التطبيقات العسكرية، تتوفر المنتجات الشمسية من FTL الآن من أجل مظلات رَكن السيارات الشمسية وتركيبات المبنى السطحية وهياكل الخيام الشمسية الكبيرة أوالصغيرة[10].حتى أن هذا القماش الشمسي يمكن أن يعمل كمظلة للمنصة الشمسية في المبني، وبما أنه مصنوع من القماش، يصبح من السهل تركيبه من دون الحاجة إلى معداتٍ إضافيةٍ تتحمل الضغط الشديد. هذا وتمتلك شركة FTL منتجين شمسيين رئيسيين هما Powermod 285 وPowermod 1200 المصنفين بطاقة 285 واط و1200واط على التوالي. ويمكن استخدام كل نسخةٍ معدلةٍ من القماش الشمسي بعدة طرق، أي كمظلة شمسية في الباحة الخلفية للمنزل على سبيل المثال أو على قمة خيمة مهرجان شعبي أو حتى يمكن ربطها مع بعضها من أجل تأمين ظل أطول لأماكن رَكن السيارات والمساحات الكبرى الأخرى.كما يمكن تركيب النسيج بسهولةٍ بنفس الطرق التي يُستَخدم فيها التربولين (القماش المشمع). وعلاوةٍ على ذلك، يمكن أن ينتج Powermod 285 طاقة كافية لتشغيل الهواتف والحواسيب والمراوح وأدوات الطاقة والأضواء واللافتات وآلات العرض بالإسقاط والأدوات والتطبيقات واللافتات المضاءة من الخلف،وتعد فوائد هذا النوع من التركيب الشمسي عديدة جداً، فهي خفيفة الوزن ومرنة ويمكن مدّها بسهولة، كما أنها قابلة للحمل والتحريك، ويمكن تثبيتها على بطارية، وهي لا تتطلب أدوات معقدة أو ثقيلة، والأهم من هذا كله أنه يمكنك أن تركّبها دون الحاجة إلى الحصول على رخصة حكومية.

## نظام LEED (الريادة في الطاقة والتصميم البيئي)

يعد نظام LEED (الريادة في الطاقة والتصميم البيئي) التابع لمجلس المباني الخضراء الأمريكي هو البرنامج الأول في العالم للتصميم والبناء والصيانة والعمليات المباني الخضراء.11 كل يوم ، يتم اعتماد 1.7 مليون قدم مربع (158000 متر مربع) من المساحة باستخدام LEED في أكثر من 150 دولة ومنطقة. تسعى LEED إلى تحسين استخدام الموارد الطبيعية ، وتعزيز استراتيجيات التجديد والترميم ، وتعظيم الآثار الإيجابية وتقليل الآثار السلبية على البيئة وصحة الإنسان على صناعة البناء ، وتوفير بيئات داخلية عالية الجودة للركاب. بالإضافة إلى ذلك ، تم اعتماد أكثر من 56000 وحدة سكنية بموجب نظام تصنيف LEED للمنازل.

## المبني صفري الطاقة

**تعريف المبني صفري الطاقة:**

الأبنية صفرية الطاقة عبارة عن أبنية تحسّن كفاءة استهلاك الطاقة، وتقوم بتحقيق التوازن ما بين الطاقة المستهلكة والطاقة المولّدة من قبل البناء نفسه، وذلك من مصادر متجددة كالطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، أي ببساطة هي الأبنية التي تنتج مقدار من الطاقة مساوي تقريبا للاستهلاك، وهذه الأبنية متصلة بالشبكة الكهربائية العادية أيضاً، حيث يمكن بيع الفائض من الطاقة المنتجة أو استجرار كمية إضافية عند الحاجة[12].

## العناصر الأساسية للأبنية صفرية الطاقة

**العزل:** من أبسط الطرق في سبيل تخفيض استهلاك الطاقة، تحقيق عازلية عالية للأرضيات والجدران والأسقف للأبنية صفرية الطاقة، والطريقة الأكثر فعالية للحصول على عزل ممتاز هي استخدام صيغ الإسمنت العازل (Insulated concrete forms (ICFs، وهي عبارة عن إسمنت معزول بطبقات خارجية من مادة عازلة، منخفضة الكلفة وقوية وصديقة للبيئة.

**النوافذ: وهي** عبارة عن نوافذ خاصة بالأبنية صفرية الطاقة مؤلفة من طبقتين او ثلاث من الألواح الزجاجية، منخفضة الإشعاع لتمرير أو حجب حرارة الشمس، وهي أيضاً ذات إطارات من الألمنيوم المعالج حرارياً، لتقليل نقل الحرارة من الداخل إلى الخارج وبالعكس، حيث تثبّت بإحكام لتخفيض تسرب الهواء والضجيج الخارجي.

**الخلايا الشّمسية**: عبارة عن مصفوفة خلايا فولطية ضوئية(Photovoltaic (PV ، تنتج جهد مستمر يتم تحويله باستخدام محول جهد (Inverter) إلى جهد متناوب، ليتم استخدامه فيما بعد لتغذية البناء بالطاقة الكهربائية اللازمة، ويتم قياس الطاقة المنتجة، فعندما تنتج المصفوفة كمية طاقة فائضة عن الحاجة، يتم إرسالها عبر الشبكة الكهربائية العادية، وعندما ينخفض الإنتاج إلى ما دون المستوى المطلوب، يتم تعويض النقص من الشبكة. تتميز هذه الخلية بعمرها الطويل وسعرها الذي انخفض بشكل ملحوظ مؤخراً .

**التدفئة والتبريد: يتم** استخدام مضخات تسخين هوائية لتدفئة الأبنية صفرية الطاقة، وهي عبارة عن نظام ينقل الحرارة من داخل إلى خارج البناء وبالعكس، حيث تستطيع هذه المضخات تدفئة البناء عند انخفاض درجات الحرارة في الخارج حتى حدود -23 درجة مئوية، ويمكن استخدامها في نظام تدفئة مركزي أو كوحدات صغيرة، كما أن هناك تجهيزات هوائية جديدة تعتمد على مبردات غاز ثاني أكسيد الكربون تقدم أداءً أفضل.

**تسخين الماء: في** الأبنية صفرية الطاقة الضخمة التي تتطلب استخدام كميات كبيرة من الماء الساخن، يكون الخيار الأفضل نظام تسخين شمسي يقوم بتدوير الماء الساخن، بينما في الأبنية التي تتطلب استخدام كمية قليلة من الماء الساخن، يمكن استخدام سخّان كهربائي مغذى من الخلايا الشّمسية.(PV)

**أنظمة إدارة طاقة ذكيّة:** أنظمة إدارة ذكية للأبنية صفرية الطاقة، تقوم بإطفاء الأجهزة الإلكترونية غير الضرورية عند مغادرة السكان، وضبط درجة الحرارة لكل غرفة اعتماداً على حساسات حرارة منتشرة في هذه الغرف، بالإضافة إلى ضبط الإضاءة بما يتناسب مع كمية الضوء الطبيعي الداخلة من النوافذ، وغيرها من الإجراءات التي تقلل من الاستهلاك ما أمكن .

## الكلفة الاقتصادية للأبنية صفرية الطاقة

أن تكلفة إنشاء الأبنية صفرية الطاقة أكبر من تكلفة إنشاء بناء عادي، ويعود السبب إلى التقنيات المتطورة المستخدمة والمتطلبات الإضافية لهذا النوع من الأبنية إنَّ تكلفة البناء صفري الطاقة تفوق تكلفة إنشاء بناء عادي بمقدار 7.3% ، إنّ صفقة الأبنية صفرية الطاقة صفقة رابحة غالباً، لأن التوفير في فواتير الطاقة على المدى البعيد يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار،

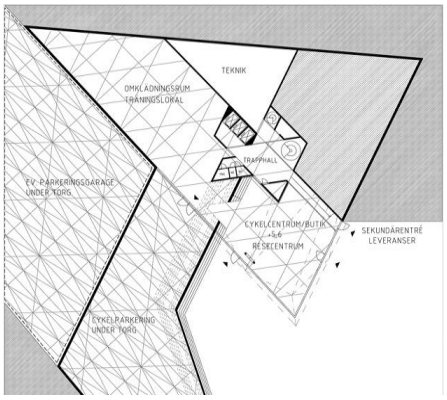
فبحسب الدراسة السابقة يمكن استعادة تكلفة البناء بالكامل خلال مدة تتراوح بين 7.8 إلى 13.8 سنوات من التوفير في الفواتير، ويزداد المربح مع ارتفاعات أسعار الطاقة المستقبلية، كما أن تكلفة المكونات الأساسية لهذه المباني في انخفاض مستمر.

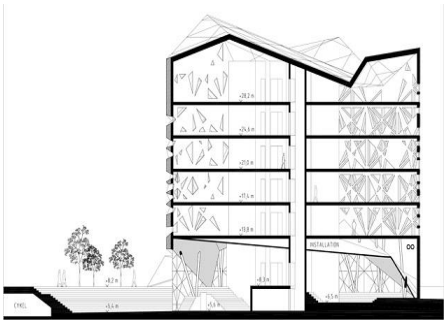
يعد بناء سياسات كفاءة استخدام الطاقة أداة مهمة في معالجة سياسات الطاقة والمناخ. كان هناك نشاط تقني وسياسي هائل في السنوات الأخيرة يهدف إلى تحسين أداء الطاقة في المباني، مع التركيز على الوصول إلى المباني منخفضة الطاقة للغاية واستهداف مباني الطاقة أو الانبعاثات "الصفرية". لقد وضعت مجموعة متنوعة من الحكومات سياسات وأهدافًا طموحة وأحيانًا طموحة لتكوينات الطاقة الصفرية لتصبح معيارية أو شائعة.13 تعاريف ZEB تم استخدام مجموعة متنوعة من المصطلحات المختلفة لتوصيف المباني منخفضة الطاقة للغاية ، والتي تهدف إلى استخدام طاقة صفرية (ZE) أو انبعاثات من مبنى ، حيث يتم تعويض أي طاقة مستهلكة داخل المبنى بمصادر قابلة للتجديد ، عادةً في موقع البناء. في حين أن هناك العديد من المصطلحات المحددة المختلفة (صافي الطاقة الصفرية، الطاقة الصفرية تقريبًا، الصفر الكربون أو الانبعاثات، وما إلى ذلك) ، فهذه المباني عادةً ما تكون ذات أداء عالي وكفاءة عالية تستخدمها ، على مدار عام ، تكنولوجيا متجددة لإنتاج الطاقة بقدر ما تستهلك من مصادر الطاقة التجارية التي تم شراؤها. في حين أن جميع المبادرات تهدف إلى بعض الاختلاف حول مصطلح ZEB، إلا أن معظمها في الممارسة العملية لها تعاريف مختلفة نوعًا ما عن "الصفر" الفعلي، إلى جانب حدود استهلاك وإنتاج مختلفة، مما يجعل من الصعب مقارنتها مباشرة. لفهم أداء الطاقة في ZEB، من المهم تحديد "حدود" استخدام الطاقة أو إنتاجها المدرج في أي تعريف بعناية. تختلف السياسات المختلفة في تعريفاتها "للطاقة المنظمة" ، أو ما هي الاستخدامات النهائية المدرجة / المستبعدة في الطاقة المستهلكة التي يجب حسابها. على سبيل المثال، تستبعد جميع المعايير والتعاريف الأوروبية تقريبًا "أحمال التوصيل" من احتياجات طاقة البناء المحسوبة، لأن هذه الأحمال ليست دائمة في بنية المبنى. معايير أخرى وأنظمة محاسبة الطاقة تحسب جميع الطاقة المستهلكة داخل المبنى؛ عادة ما تعتبر هذه المنهجية "بناء كامل" استهلاك الطاقة. يمكن أن يكون هناك أيضًا اختلافات كبيرة فيما يتعلق بالطاقة المتجددة "المسموح بها" لتعويض استهلاك الطاقة في الموقع.

التصميم السلبي المستدام هناك طرق متنوعة للتصميم المستدام السلبي (مثل تخطيط الموقع ، وخطة موقع تخطيط المخطط ، والإضاءة الطبيعية ، والتهوية الطبيعية ، وما إلى ذلك) ، والتي يمكن أن تقلل من استهلاك الطاقة من خلال النظر في العوامل الجغرافية والأرصاد الجوية للمبنى. في هذه الدراسة ، تم تحليل الدراسات السابقة حول هذه الأساليب المختلفة للتصميم المستدام السلبي عن طريق تقسيمها إلى ثلاث فئات بالنظر إلى تطور الدراسات: (1) التصميم المعماري ؛ (2) الإضاءة الطبيعية ؛ و (3) التهوية الطبيعية14. الاستراتيجيات السلبية: تم تقسيم الدراسات السابقة المرتبطة بالاستراتيجيات السلبية لتطبيق nZEB بشكل أساسي إلى فئتين بناءً على جانبين من التصميم السلبي المستدام و EST. أولاً ، التصميم السلبي المستدام من حيث الاستراتيجيات السلبية ينطوي على تقليل الطلب على طاقة المبنى مع مراعاة العوامل الجغرافية للمبنى (على سبيل المثال ، الطول والعرض والارتفاع) والأرصاد الجوية (مثل درجة الحرارة والرطوبة ومدة أشعة الشمس وسرعة الرياح). ثانيًا ، يشير مصطلح EST من حيث الاستراتيجيات السلبية إلى تقليل الطلب على طاقة المبنى من خلال تعزيز قدرات العزل والختم من خلال استخدام مواد البناء المحسنة (مثل العزل الحراري والتظليل وما إلى ذلك).

المبني صفري الطاقة .0 ZEB) Zero Energy Building) هو مبنى موفر للطاقة حيث تكون الطاقة الفعلية السنوية المقدرة ، على أساس مصدر الطاقة ، أقل من أو تساوي الطاقة المصدرة المتجددة في الموقع

Zero Energy CampusAn energy يتميز بالكفاءة في استخدام الطاقة ، حيث تكون الطاقة المقدمة السنوية الفعلية ، على أساس مصدر الطاقة ، أقل من أو تساوي الطاقة المصدرة المتجددة في الموقع



**صورة (6) الواجهة كدرع واقي من اشعة الشمس ومن خلالها يولد الطاقة للمبني**

.Zero Energy PortfolioAn energy- حافظة الطاقة صفر -حافظة كفاءة في استخدام الطاقة حيث ، على أساس مصدر الطاقة ، الطاقة الفعلية المقدمة السنوية أقل أو مساوية للطاقة المتجددة في الموقع

.Zero Energy CommunityAn energy- مجتمع يتميز بالكفاءة في استخدام الطاقة ، حيث تكون الطاقة المقدرة السنوية الفعلية ، على أساس مصدر الطاقة ، أقل من أو تساوي الطاقة المصدرة المتجددة في الموقع[15]

## نماذج من الأبنية صفرية الطاقة

تعد الولايات المتحدة الأمريكية حالياً التجمع الأكبر للأبنية صفرية الطاقة حيث يقدر عددها بـ 5000 منزل للعائلات المفردة وحوالي 7000 مجمع سكني يضم عدّة عائلات، ومن المقدر أن يزداد هذا العدد الى أكثر من 100,000 بناء في عام 2020، ولا يقتصر الأمر على المنازل السكنية فإدارة مطار سان فرانسيسكو الدولي وضعت برنامجاً في عام 2017 ليكون أول مطار صفري الطاقة في العالم بحلول العام 2021.

## مبنى مكاتب "لتوليد طاقة مستدامة "

تصميم Utopia Arkitekter مبنى مكاتب متعدد الواجهات مغطى بقطع من المعدن والزجاج بجوار محطة القطار Uppsala في السويد.سوف يقوم المبنى المكتبي المسمى "الجوهرة" The Jewel بتوليد طاقته الشمسية بهدف أن يصبح أكثر مبنىً موفر للطاقة في السويد.

أما واجهاته المتعددة الوجوه والمشابهة لسطوح الجوهرة فتتألف من أقسام من المعدن بدرجة لون برتقالية تتخللها سطوح شفافة بما في ذلك قسمٌ كبير من واجهة الطابق الأرضي. وكانت الفكرة المعمارية الأساسية هي خلق مبنىً نحتي يجذب الأبصار كما تفعل الجوهرة. وكأنه حجرٌ كريم تعكس سطوحه الجوانب المختلفة من إقليم أوبسالا. تقوم التكوينات غير النظامية للواجهات بمنح المبنى جمالاً وشكلاً معقداً متنوع جمالياً ومنسجم ومتكامل يذكر المرء بأسطح الأحجار الكريمة,ما سيتم توجيه كل من الأجزاء المعدنية بزاويةٍ معينة لتكوّن درعاً واقياً من أشعة الشمس وتمنع المبنى من الكسب الحراري الزائد. وتعتبر هذه الطريقة إحدى الوسائل العديدة لتوفير الطاقة التي اتبعها المعماريون أثناء تصميم المبنى.[16]

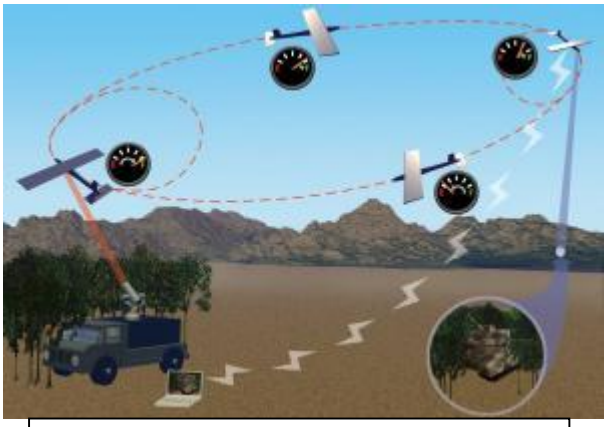
أما بالنسبة للمداخل فقد تم تحديد ثلاثة منها تحت الأقواس الموجودة على ثلاثٍ من واجهات المبنى.تم توظيف الطابق الارضي كمساحة خاصة بالمحطة حيث يوجد مكتب التذاكر ومحل تصليح الدراجات، إلى جانب مركز الاستدامة حيث سيتمكن العامة من طلب التوجيهات تجاه المسائل البيئية. بينما ستشغل المكاتب الطوابق الخمسة المتبقية.

كفاءة استخدام الطاقة ستحتاج المباني التجارية إلى تلبية متطلبات ASHRAE 90.1 كما هو موضح في نمذجة الطاقة أو تحقيق إرشادات كفاءة استخدام الطاقة الإرشادية المتقدمة. إن تلبية متطلبات رمز طاقة DC أعلى جديد سيساعد على كسب نقاط بموجب ائتمان LEED-NC v2.2 للطاقة والغلاف الجوي 1: تحسين الطاقة أداء. المباني التي تُظهر نماذج الطاقة فيها كفاءة طاقة بنسبة 28٪ على الأقل . المباني التي تقل مساحتها عن 100000 قدم مربع لديها خيار بديل لتلبية متطلبات دليل الأداء الأساسي لمعهد المبنى الجديد. • مباني المكاتب أقل من 20000 متر مربع لدى feetshall الخيار البديل لتلبية متطلبات دليل تصميم الطاقة المتقدم ASHRAE لمباني المكاتب الصغيرة (٪30)17.

## تخطيط المدن صفرية الطاقة - شبكة الطاقة الذكية

يكمن السبب الرئيسي في قدرة الشبكة بالذكية على التواصل إليها على أنها نوع من "إنترنت الطاقة"، حيث يمكن لكل جهاز طاقة موصول بها إرسال واستقبال المعلومات بمرونة من خلال شبكة يتم التحكم فيها عن طريق الكومبيوتر. التواصل بين المكونات الفردية يتم عبر نقل البيانات عن طريق مودم Modem أو ADSL، مثال على هذا: إذا سجل النظام وجود سحب فوق الخلايا الشمسية جنوب بلد ما، فإن مزارع الرياح في شمال البلاد تتلقى أوتوماتيكيا أمرا بالتشغيل. وإذا كانت الرياح ساكنة على الساحل مثلا، فإن أنظمة الطاقة الكهرومائية والغاز الحيوي في أماكن أخرى تعمل تلقائيا، وإذا تم إنتاج كميات من الطاقة تفيض عن الحاجة، فيمكن حفظ الطاقة الزائدة في حالة الضرورة في محطة تخزين. وكذلك تُعرّف الشبكة الذكية بأنها نظام هجين يدمج بين الطاقات المتجددة " طاقة الرياح والطاقة الشمسية و طاقة النانو شمسية ". وبحسب تقديرات الخبراء، فإن بناء شبكة ذكية على نطاق واسع بالاعتماد على الطاقة الخضراء حصرا لا يزال مرتبطا في الوقت الراهن بتكاليف مادية باهظة.

## نقل الطاقة لاسلكيا باستخدام حزم الليزر



صورة (7) لنقل الطاقة باستخدام حزم الليزر

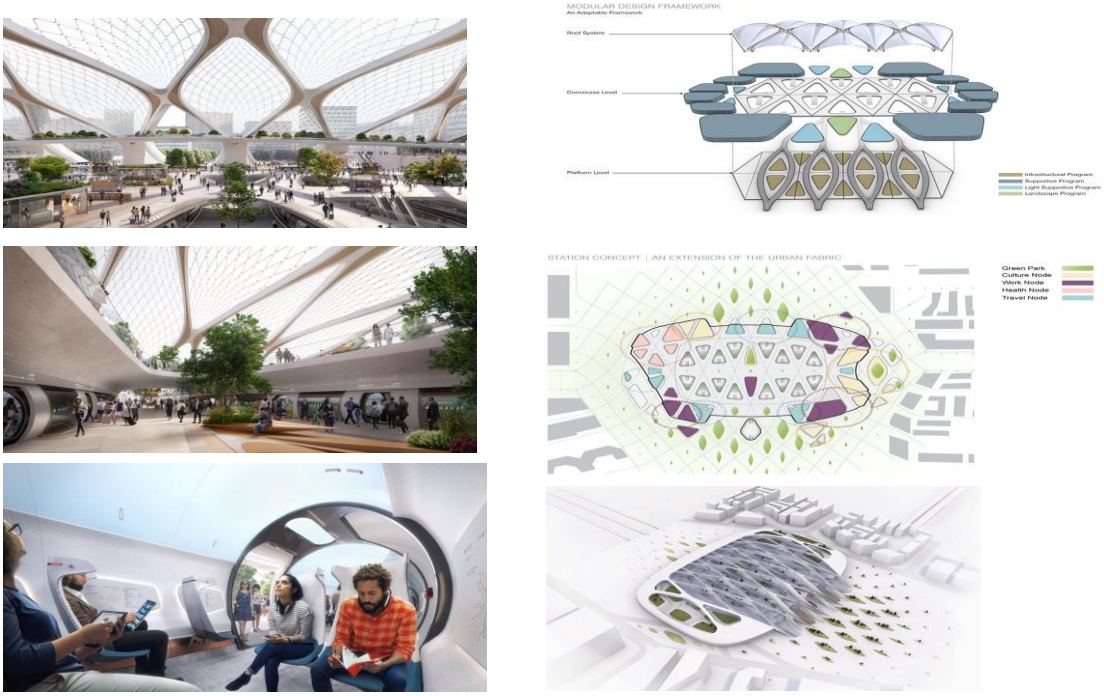
لقد طوّرت شركة LaserMotive نظاما جديدا لنقل الطاقة من خلال حزم الليزر الضوئية يقوم بنقل الكهرباء دون أسلاك حيث تمكن النظام من إمداد نموذج لمروحية بالطاقة لتستمر في التحليق باستخدام مصفوفة من مصادر ليزر أشباه الموصلات[18]، و تم تجميع الحزم الناتجة و تركيزها في حزمة واحدة و تم توجيهه آليا نحو الخلايا الفوتو-فولتية في المروحية و التي بدورها قامت بتحويل 50% من طاقة الليزر إلى كهرباء تكفي لإبقاء محركات الطائرة تعمل، و يمكن تكبير هذا النظام ليناسب أي نطاق أو حجم لتتمكن الطائرات من شحن طاقتها دون حاجة للهبوط و التزود بالوقود.

**دور التصميم الشمسي الموجب في حفظ الطاقة العمارة** الشمسية الموجبة والتصميم المستدام وكيفية نجاح هذا الاتجاه حيث وجد في الدول الصناعية الكثير من المباني الكبرى التي تجسد مفهوم العمارة المستدامة الخضراء التي تقلل من التأثيرات على البيئة، ومنها مبنى برج (Conde Nast) المكون من (48 طابقاً) في ساحة التايمز في نيويورك، وهو مصمم بواسطة (فوكس وفول معماريون). إنه يعد أحد الأمثلة المبكرة التي طبقت مبادئ العمارة المستدامة الخضراء في مبنى حضري كبير، وقد استعملت فيه تقريباً جميع التقنيات التي يمكن تخيلها لتوفير الطاقة[19]. فقد استخدم المبنى نوعية خاصة من الزجاج تسمح بدخول ضوء الشمس الطبيعي وتبقي الحرارة والأشعة فوق البنفسجية خارج المبنى، وتقلل من فقدان

الحرارة الداخلية أثناء الشتاء. وهناك أيضاً خليتان تعملان على وقود الغاز الطبيعي تزودان المبنى بـ (400 كيلو واط) من الطاقة، وهو ما يكفي لتغذية المبنى بكل كمية الكهرباء التي يحتاجها ليلاً، بالإضافة إلى (5%) من كمية الكهرباء التي يحتاجها نهاراً. أما عادم الماء الحار فقد أنتج بواسطة خلايا الوقود المستخدمة للمساعدة على تسخين المبنى وتزويده بالماء الحار. بينما وضعت أنظمة التبريد والتكييف على السقف كمولد غاز أكثر من كونها مولد كهربائي، وهذا يخفض من فقدان الطاقة المرتبط بنقل الطاقة الكهربائية. كما أن لوحات (Photovoltaic Panels) الموجودة على المبنى من الخارج تزود المبنى بطاقة إضافية تصل إلى (15 كيلو واط). وداخل المبنى تتحكم حساسات الحركة بالمراوح وتطفىء الإضاءة في المناطق قليلة الإشغال مثل السلالم. أما إشارات الخروج فهي مضاءة بثنائيات خفيفة مخفضة لإستهلاك الطاقة. والنتيجة النهائية هي أن المبنى يستهلك طاقة أقل بنسبة (35-40%) مقارنة بأي مبنى تقليدي مماثل.

يكون لقرارات تخطيط وتصميم المساحات تأثير كبير على استهلاك الطاقة للمبنى. يؤدي اختيار الشكل الأمثل للمبنى وتوجهه وموقعه والغرض من فتحات إضاءة المنطقة وعمليات التحكم في الترشيح إلى تقليل الآثار الحرارية السلبية للمناخ الخارجي على التوازن الحراري للمبنى. قد تختلف كثافة الطاقة في مبنيين متطابقين في مناطق مناخية مختلفة اختلافًا كبيرًا عن بعضها البعض بسبب الاختلافات في أيام درجة الحرارة ، سيكون من المناسب افتراض ضرورة إدخال متطلبات تنظيمية أعلى للعزل الحراري أو استرداد حرارة هواء العادم20.

## محطات المستقبل بالطاقة الشمسية




**صورة (8 ) استخدام تكنولوجيا من خلال الالواح كنظام كهربائي لنقل الطاقة**

شاركت شركة الهندسة المعمارية UNStudio مع شركة hardt، في تقديم رؤية لـ "محطة المستقبل". تستخدم لتوفير وسائل النقل بين أمستردام وفرانكفورت في 53 دقيقة فقط. عرضت الخطط في أوترخت في الطبعة الأولى21 من HyperSummit ، وهو الحدث الذي ركز على إمكانية تحقيق النمو الكبير في أوروبا. تطويره كبديل مستدام للسفر الجوي،

يستخدم hyperloop التكنولوجيا التي تعمل بالطاقة من خلال الألواح الشمسية ويمكن أن توفر الطاقة اللازمة لتزويد نفسها بالطاقة. وهي تنوي أن تكون أول نظام نقل كهربائي 100٪ من أي وقت مضى، والذي يمكنه نقل عدد كبير من المسافرين من مدينة إلى مدينة بأقصى سرعة وأوقات الرحلات غير المسبوقة. ويعتقد المهندسون المعماريون أن محطات الوقود يمكن أن تعمل كبطاريات للطاقة الشمسية، مما قد يؤدي إلى الابتعاد عن الاعتماد على محطات الطاقة المركزية وإلى تخزين الطاقة التي تربط الشبكات المحلية الصغيرة. "في المستقبل القريب، ستعمل المباني كبطاريات، لتوفير الطاقة ليس فقط لتلبية احتياجاتهم الخاصة، ولكن أيضًا من أجل وسائل الراحة العامة ووسائل النقل العامة المحيطة". وتشير التقديرات إلى توفير بديلاً مستدامًا لما يقرب من 2 مليون مسافر من الطائرات على أساس سنوي، مما يوفر 83،690 طنًا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنويًا.

## توليد الكهرباء عبر زجاج النوافذ

صورة (9) توضح الخلايا الكهروضوئية

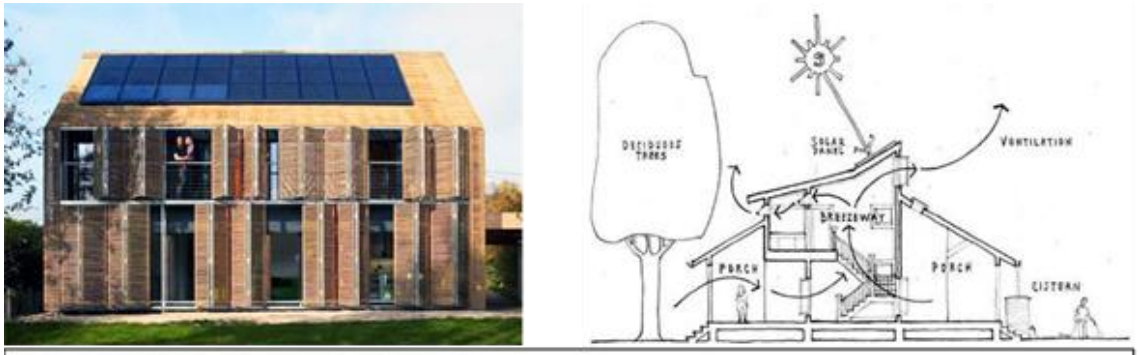
توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية بمساعدة زجاج النافذة وقطعة من الورق، أو بناء واجهات قادرة على توليد طاقة أفكار قابلة للتطبيق بفضل تكنولوجيا الطاقة الشمسي الحديثة[22] . الخلايا الكهروضوئية تكتسب أهمية كبيرة، فعبرها يتسنى تحويل ضوء الشمس بشكل مباشر إلى كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية. ودخلت هذه التكنولوجيا حيز الاستخدام العملي في كل المجالات تقريبا

## زجاج يسمح بنفاذ الضوء دون الحرارة

الزجاج يمنع نفاذ الحرارة دون أن يمنع نفاذ الضوء، وذلك عن طريق إضافة مادة كيميائية للزجاج تتغير طبيعتها عند وصول الحرارة لدرجة معينة، وتحول دون نفاذ موجات الضوء في نطاق الأشعة تحت الحمراء، وهو النطاق الذي يؤدي إلى الشعور بالحرارة المصاحبة لضوء الشمس. والمادة الكيميائية هي ثاني أكسيد الفاناديوم. وهي مادة تسمح –في ظروف الحرارة العادية– بنفاذ ضوء الشمس سواء في النطاق المنظور أو في نطاق الأشعة تحت الحمراء. ولكن عند درجة حرارة 70 مئوية (وتسمى درجة الحرارة الانتقالية) يحدث تغير لتلك المادة، بحيث تترتب إلكتروناتها في نمط مختلف، فتتحول من مادة شبه موصلة إلى معدن يمنع نفاذ الأشعة تحت الحمراء. وقد تمكن الباحثان من خفض درجة الحرارة الانتقالية لثاني أكسيد الفاناديوم إلى 29 درجة مئوية بإضافة عنصر التنغستين[23]. وباستخدام الزجاج الجديد سوف يتمكن الفرد من الاستمتاع بضوء وحرارة الشمس معا إلى أن تصل حرارة الغرفة إلى 29 درجة مئوية، وقتها سيعزل الزجاج الأشعة تحت الحمراء، بينما سيظل بالإمكان الإفادة من الضوء المباشر للشمس بدلا من الطرق التقليدية التي تمنع وصول كل من الضوء والحرارة مثل الستائر التي تغطي الشرفات والواجهات كما سيخفض تكاليف تكييف الهواء التي تبلغ ذروتها في أوقات الصيف الحار

وحدات الطاقة الشمسية المركزة، حيث تطلى الخلايا الشمسية هنا بثلاث طبقات من المواد الضوئية بدلا من طبقة واحدة، وتستجيب كل طبقة من الطبقات الثلاث لألوان مختلفة من ألوان الطيف: الطبقة العلوية للأزرق، والوسطي للأخضر والأصفر، والدنيا للأشعة تحت الحمراء. وبذلك تستخدم الخلايا نسبة أكبر من الأشعة الضوئية وتنتج بالتالي المزيد من الطاقة. وبذلك تحقق الخلايا كفاءة عالية تصل إلى حوالي 40 في المائة، بمعنى أنها تستطيع تحويل ما يقرب من 40 في المائة من ضوء الشمس إلى طاقة، أما خلايا السليكون فإنها تحقق حوالي 20 في المائة فقط. لكن العيب في الخلايا المكثفة هو أن تكلفة المواد الخام الداخلة في إنتاجها أعلى تكلفة من خلايا السيليكون. فإن الخلايا الشمسية في الأساس، ما هي إلا صمامات ثنائية عاكسة للضوء ولكن فقط بطريقة معكوسة فالمواد المستخدمة تختلف، ولكن العناصر التي تتألف منها الخلايا

متشابهة. وقريبا قد يصبح من الممكن إلصاق خلايا شمسية شفافة على النوافذ لتوليد الكهرباء من ضوء الشمس أثناء النهار، واستخدامها كنوع من الإضاءة عندما يحل المساء.




صورة ( 10) خلايا شمسية شفافة لتوليد الكهرباء من ضوء الشمس أثناء النهار

وحدات للطاقة الشمسية لتسخين المياه

وحدة من نظام الطاقة الشمسية تعمل لتسخين الماء دون استخدام الكهرباء حيث يتم توصيل الخلايا الشمسية مباشرة مع سخان المياه يتم تركيبها علي اسطح المباني في سهلة التركيب والتوصيل[24]

صوورة (11) وحدات للطاقة الشمسية لتسخين المياه

## خلايا كهروضوئية عضوية

وحتى الآن فإن الخلايا الشمسية المتوفرة في السوق منتجة في أغلبها من السيليكون، ووفقا لمعهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية فإن تلك المادة تشكل 90 في المائة من الخلايا الشمسية المنتجة. ويترتب على هذا تبعات سلبية كثيرة، فسعر السيليكون الخام مرتفع، كما أنه يعتبر أيضا مادة سامة، هذا بالإضافة إلى صلابة تلك المادة وقلة مرونتها بالإضافة إلى صعوبة إعادة تدويرها، لذا يعكف الباحثون في جميع أنحاء العالم تطوير بدائل للسيليكون. وكما يقول كارل ليو مدير معهد علوم الفيزياء التطبيقية (IAPP) فإن "الخلايا الكهروضوئية تأثرت دائما بنظم عديدة موازية." ويقوم كارل ليو وفريقه بإجراء أبحاث على الخلايا الكهروضوئية العضوية، وهي أشباه موصلات تتكون من مواد عضوية، مثل الكربون والهيدروجين والأوكسجين، وهي مواد يمكن العثور عليها في كل مكان من الأرض، وهذا يعني بالتالي أنها لا تنضب، الأمر الذي يترتب عليه رخص تكلفتها. وتتميز الخلايا التي تجرى عليها الأبحاث في معهد IAPPبالمرونة الكبيرة إذ يمكن" طلاؤها" على كل الأسطح تقريبا، على سبيل المثال على النوافذ والورق والبلاستيك أو القماش. وبناء واجهات للمنازل ونوافذ قادرة على توليد الكهرباء.

## معايير التصميم الداخلي لواجهات المباني صفرية الطاقة

تمر الواجهات بمرحلة جديدة تتعايش فيها كل الحلول التصميمية المتاحة جنباً إلى جنب الزخرفية أو الوظيفية أو البيئية التي يتبنها المعماريين كل حسب موقفه من العمارة ويرجع ذلك إلى الثورة التقنية التي سمحت للمعماريين تحقيق كل الأفكار التصميمية سواء على مستوى أنظمة أو مواد البناء. فهناك الواجهات المتحركة التي يمكن تحريك عناصرها حسب إتجهات الشمس وهناك المواد التي يمكن أن تغير من طبيعتها بهدف تحسين عزل المباني بالإضافة إلى إستخدام تقنيات مثل إضاءة

الواجهات بنظام ( LED ) والمواد الخفيفة الشفافة والعازلة في آن واحد ( ETFE ) والقائمة تزداد يوما بعد يوم 25. الأمر الذي دفع إلى إمكانية تحقيق الواجهات لعدد كبير من الوظائف في آن واحد وهو فى حد ذاته توجه إقتصادي ناجح مثل: -

**– الحماية من السلبيات البيئية المحيطة:** ويتضمن ذلك العزل الحراري والصوتي والرياح والأمطار والتلوثات المختلفة

**– الربط أو العزل بين الداخل والخارج:** وتتضمن توفير الإضاءة والتهوية الطبيعية والإطلالة على الخارج والعيش في البيئة الطبيعية والتواصل بين السكان كما يمكن أن توفر الخصوصية البصرية والصوتية عند الحاجة.

**– التعبير عن وظيفة المبنى:** في التاريخ القديم كانت واجهات المباني تتشابه بالرغم من إختلاف وظائفها، إنتبه المصممين لهذه المشكلة وبدأت الواجهات تعبر عن وظيفة أو وظائف المبنى وتطور هذا التوجه بحيث أصبح اليوم مطلباً أساسياً في التصميم.

**– تحقيق عامل الجذب:** هناك مباني تحتاج إلى أن تكون بمظهر أو بتشكيلات تجذب الجمهور إليها مثل المباني التجارية أو الترفيهية أو الثقافية مثل أن تكون الواجهات شفافة تماماً لتسمح بالتعرف على ما بداخلها من محلات تجارية أو ترفيهية أو يمكن أن تكون واجهات لمكتبات عامة أو متاحف تهدف إلى جذب المارة ورفع المستوى المعرفي والثقافي للسكان.

**– تميز المبنى:** هناك مباني ذات وظائف سامية أو هامة مثل المباني الدينية أو ذات الوظائف الوطنية أو أن تكون بحاجة إلى أن تميز نفسها فى المنطقة التي تقع فيها أو أن تتميز عن المباني المحيطة.

### 'الواجهات ذات الغلاف المزدوج'

صورة (12) توضح الواجهات ذات الاغلاف المزدوج

هو نظام يتكون من غلافين وضعا بطريقة تسمح بتدفق الهواء في تجويف وسطي. وتهوية هذا التجويف قد تكون طبيعية، معتمدة على مراوح أو ميكانيكية. وبصرف النظر عن نوع التهوية داخل تجويف، فان المنشأ والمقصد من الهواء قد يختلف في معظم الأحيان تبعا للظروف المناخية، ودواعي الاستخدام، ومكان الاستخدام، وساعات استخدام المبنى، واستراتيجية التكييف. ومن الأممكن استعمال غلاف يتكون من وحدات زجاجية منفردة، أو مزدوجة بمسافة فاصلة تتراوح بين 20 سم إلى 2 متر. ويستخدم هذا النظام في كثير من الأحيان لأسباب عدة منها الحماية واستخلاص الحرارة خلال فترة التبريد، ويتم وضع أجهزة للتظليل الشمسي داخل التجويف[26].

ومن ألامثلة الملحوظة على المباني التي تستخدم نظام الغلاف المزدوج " st MaryAxe 30" (المعروف أيضا بالاسم The Gerkin) و1 Angel Square.. حيث يمتلك كل من هذه المباني أوراق اعتماد بيئي كثيرة نسبة لحجمها مع فوائد وجود الغلاف المزدوج. ويحتوي The Gerkin على نوافذ مثلثة على الغلاف الخارجي الذي يمتد على ارتفاع ناطحة السحاب، وتفتح هذه النوافذ وفقا للطقس وبيانات المبنى مما يسمح للهواء بالعبور والقيام بعمليات التهوية.

من الممكن أن تكون التهوية للفراغ بين الغلافين طبيعية أو ميكانيكية. وفي المناخات الباردة يمكن الحصول على الطاقة الشمسية المختزنة داخل هذا الفراغ لمقابلة احتياجات التدفئة، بينما في المناخات الحارة يمكن تنفيس الفراغ إلى خارج المبنى للتخفيف من الحصول على الطاقة الشمسية وتقليل أحمال التبريد. في كل حالة فإن الافتراض هو أنه يمكن تحقيق قيمة أعلى

من العزل باستخدام هذا التركيب مقارنة بواجهات الزجاج التقليدية. وأظهرت الدراسات الحديثة أنه من الممكن تحسين استهلاك الطاقة في مبنى يحتوي على واجهة مزدوجة الغلاف على حد سواء في المواسم الباردة والدافئة أو في الأجواء الباردة والحارة عن طريق الاستفادة المثلى من استراتيجية التهوية في الواجهة[27].

مزايا الواجهات ذات الغلاف المزدوج الأفضل من الواجهات الاحادية التقليدية ليست واضحة المعالم، ويمكن الحصول على قيم عزل مماثلة باستخدام اساليب الأداء العالية التقليدية، وذلك عن طريق استخام النوافذ المطلية بمادة عازلة. ويقلل التجويف بين الغلافين من المساحة القابلة للاستخدام، واعتمادا على استراتيجية تهوية التجويف فقد تظهر مشاكل متعلقة بالتكثف فيتسخ أو يدخل الضجيج الخارجي، ومن الممكن أن يعمل بناء الغلاف الثاني على زيادة كبيرة في تكاليف المواد والتصميم. تكون نمذجة طاقة المباني للواجهات ذات الغلاف المزدوج أكثر صعوبة بسبب اختلاف خصائص نقل الحرارة داخل التجويف مما يجعل نمذجة أداء الطاقة وتوقعات حجم كمية الحرارة المحفوظة أمر غير مؤكد.

**-واجهة تلتهم الضباب الدخاني**

**صورة (13) استخدام ثاني اكسيد التيتانيوم لتنقية الهواء من الملوثات في غلاف الواجهات**

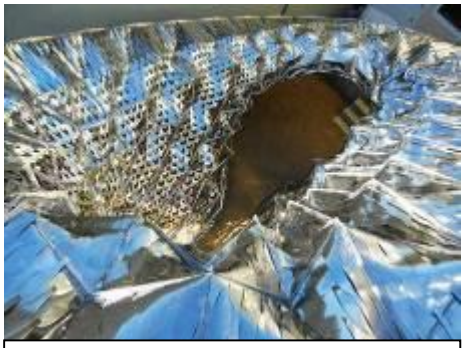
العودة إلى عام 2011، كشفت الشركة الكيميائية (Alcoa) النقاب عن تقنية مُميزة يمكن من خلالها تنقية الهواء المحيط بها، حيث تحتوي المادة على (ثاني أكسيد التتانيوم) والذي يقوم بكفاءة بتنقية الهواء من السموم بإطلاق جذور حرة إسفنجية يمكنها التخلص من الملوثات. ومنذ ذلك الحين ظهرت فائدة هذه التقنية في الشوارع والملابس والمباني، ومؤخرًا في الغلاف الشمسي لمستشفى مدينة نيو مكسيكو. كمرشحات للهواء حول الهياكل إسفنجية الشكل، تقوم الأشعة فوق البنفسجية بتنشيط جزيئات حرة يمكنها القضاء على أية ملوثات موجودة، تاركةً الهواء للمرضى بالداخل نظيفًا، وطبقًا لشركة (Fast Company) فحتى شكل الهيكل للغلاف الشمسي له خصائص مميزة، حيث يقوم بخلق اضطرابات تُبطِئ من حركة الهواء حول المبنى أثناء قيام الأشعة الفوق بنفسجية بدورها في تنشيط التفاعل الكيميائي.

**ـ غلاف متكيف قليل التقنية**

**صورة ( 14) الواجهة وحركة الرياح**

في مدينة ملبورن في أستراليا قام ستوديو ( Sean Godsell Architects) بتغطية مبنى مدرسة RMIT للتصميم بآلاف من الدوائر الزجاجية الصغيرة، كلٌّ منها مثبت في محور مركزي، وطبقًا للحرارة والرطوبة داخل المبنى، تقوم هذه الدوائر تلقائيًا بالدوران حول محورها الرأسي لتسهل أو تمنع حركة الرياح خلال الواجهة. حيلة بسيطة لكن ذكية.

### – شبكة معدنية تتفاعل مع الحرارة



صورة (15) التغطية الشمسية من المعدن

(Bloom) هو هيكل مؤقت، هذا الهيكل ليس واجهة مبنى ولكنه يستخدم تقنية لم تُستخدم في المباني من قبل. هذه التغطية الشمسية عبارة عن غلاف مكون من معدنين مختلفين، كلٌّ منهما له معامل تمدد حراري يختلف عن الآخر، مما يعني أن كل جانب يتفاعل بطريقة مختلفة مع ضوء الشمس، يتمدد وينكمش بمعدلات مختلفة مسببًا للشد بين السطحين مما يسبب الانحناء على السطح، لذلك عندما يتعرض السطح للحرارة، فإن الألواح الرقيقة على التغطية تنحني لأعلى مكوِّنةً فتحات تسمح بمرور الهواء للفراغ أسفلها، وعندما تبرد تنغلق مجددًا.

### – خرسانة تمتص الملوثات من الهواء وتحولها إلى أملاح داخلية

قام ستوديو (Nemesi & Partners) بتصميم جناح لمعرض (Milan Expo 2015) باستخدام نوع جديد من الخرسانة تستطيع امتصاص الملوثات من الهواء في وجود ضوء الشمس وتُحوِّلها إلى أملاح داخلية، وبالتالي تُساعد هذه الأملاح في تنقية الغلاف الجوي من الملوثات. من التطبيقات البيئية الأخرى[28]: السقف المقبب المبني من العوارض المعدنية وألواح الزجاج الشمسية للحصول على الطاقة الكهربية من الإشعاع الشمسي.

### واجهة تستجيب للضوء مستوحاة من العمارة الإسلامية

صورة (16) واجهة تستجيب للضوء

لكلٍّ من برجي أبو ظبي التوأمان غلافٌ من الزجاج، ولكنه غير مثالي للمناخ الصحراوي، ولذلك قام المعماريون في ستوديو (Aedas) بتصميم غلاف شمسي خاص والذي يقوم بتقليل الوهج مع عدم حجب الرؤية تمامًا، وذلك بفضل شبكة من الألياف الزجاجية متعددة الأوجه قائمة في تصميمها على فكرة (المشربية) الإسلامية التقليدية حيث تنفتح أجزاءها أو تنغلق طبقًا لدرجة حرارة الواجهة.يقول (بيتر أوبورن – Peter Oborn) المدير التنفيذي لـ (Aedas) : «في الليل ستنفتح جميع أجزاء الغلاف، فيمكنك رؤية المزيد من الواجهة، إنها تستخدم تقنية قديمة بطريقة معاصرة، كما أنها تتماشى مع تطلعات دولة الإمارات لتأخذ دورًا قياديًا في الاستدامة في المنطقة».

**نافذة زجاجية ذكية لتدفئة وتبريد الهواء:**

النوافذ الكبيرة التي تسمح بدخول الضوء باتت مرغوبة في الهندسة المعمارية الحديثة. ولكن الواجهات الزجاجية عيبها الرئيسي هو تسببها في ارتفاع درجة حرارة الغرف في الصيف وانخفاضها بسرعة في الشتاء[29]. الزجاج يتميز بخصائص مجمع الطاقة الشمسية الحرارية ونظام تكييف الهواء. يستخدمون زجاج شفاف في مجمع الطاقة الشمسية الحرارية. النموذج الأولي من الزجاج المائع يحفظ في منتصفه الماء. أصباغ تغير لون الماء إلى الداكن. بذلك يكون الزجاج ملون مثل النظارات الشمسية. ميزة أصباغ اللون هي امكانية تحديد جرعتها. وفقا لأشعة الشمس يتغير لون الزجاج. وبعد غروب الشمس تتبدد الألوان.

**النتائج والتوصيات:**

- وضع استراتيجية للطاقة في مصر، وخلق التشريعات البديلة الواضحة لخلق طاقة متجددة للمنافسة، خاصة مع التكنولوجيا الحديثة.
- •تستطيع المنشآت الضخمة لإنتاج الطاقة الشمسية أن تنتج الطاقة الشمسية بغض النظر عن حالة الطقس، سواء كان مشمساً أم لا، مما يجعلها مستدامة ويمكن الاعتماد عليها لإنتاج الكهرباء، فعادة ما تكون هذه المنشآت حرارية حيث تقوم بتخزين الحرارة المتولدة، حيث تقوم باستخدامها في حال لم يكن الجو مشمساً.
- تمتاز الطاقة الشمسية بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى بان التقنية المستعملة فيها تبقى بسيطة نسبياً وغير معقدة بالمقارنة مع التقنية المستخدمة في مصادر الطاقة الأخرى. وتوفير عامل الأمان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو وتترك فضلات مما يكسبها وضعاً خاصا في هذا المجال وخاصة في القرن القادم.
- إلصاق خلايا شمسية شفافة على النوافذ لتوليد الكهرباء من ضوء الشمس أثناء النهار، واستخدامها كنوع من الإضاءة عندما يحل المساء.
- الاعتماد على تصميم مباني صفرية الطاقة مع الاستغلال الامثل للطاقات المتجددة الافضل استخدام طبقة من خامات النانو التي لا يلتصق عليها الاتربة والغبار لزيادة كفاءة واستمرارية استخدام الخلايا الكهروضوئية لتوليد الطاقة الكهربائية.
- تحديث استخدامات الطاقة الشمسية في مجال البناء والعمارة ودراسة تقليل الفاقد في الطاقة والاعتماد علي تقليل نسبة اول وثاني اكسيد الكربون للحفاظ علي سلامة البيئة واستدامتها.
- تطبيق جميع سبل ترشيد الحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها بالإضافة إلي دعم المواطنين اللذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم وفي مجال الصناعة والسياحة.

- **المراجع:**


- A Common Definition for Zero Energy Buildings Prepared for the U.S. Department of Energy byThe National Institute of Building Sciences- September 2015-
- IPEEC Building Energy Efficiency Taskgroup Zero Energy Building Definitions and Policy Activity an International Review – 2018
- - Shigeru Urashima- Corporate ServicesCreating a better tomorrow for IntelLEED OverviewLEED Presentation @ JEMAI Environment Labeling User Group Meeting20141017
- https://www.cfp-japan.jp/common/data_news/000892/1413768441.pdf
- Jeongyoon Oh 1, Taehoon Hong 1,* ID , Hakpyeong Kim 1, Jongbaek An 2, Kwangbok Jeong 1 and Choongwan Koo- Advanced Strategies for Net-Zero Energy Building: Focused on

the Early Phase and Usage Phase of a Building's Life Cycle- Received: 30 October 2017; Accepted: 6 November 2017; Published: 8 December 2017.

- LEED Certification GuidebookGovernment of the District of ColumbiaDepartment of Real Estate Services(Formerly the Office of Property Management) Published October 2008
- https://dgs.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/dgs/page_content/attachments/LEED_Certification_Guidebook_March_2011.pdf
- Perlova, Elena & Platonova, Mariia & Gorshkov, Alexandr & Rakova, Xenyiya. (2015). Concept Project of Zero Energy Building. Procedia Engineering. 100. 10.1016/j.proeng.2015.01.522.
- Tawagowhat alethad eloroby 77/2001- alethad eloroby hwl tarweg almotawleda an masader al taka al motagdadh fi aswak alkahraba al dakhlia alkahraba 23 mayo 2012 http://gcarabic.com
- http://www.egynews.net/wps/portal/reports?params=237274
- Alesawy,Sara (2013)Albank Aldwly yoaked nagah mshroea al korimate lltaka alshamsia fi masr –kharida al ahram –el ethnin 24 yonio 2013
- . http://gate.ahram.org.eg/NewsContent/14/57/363157/%D8%A7%D9
- http://gate.ahram.org.eg/NewsContent/14/57/363157/%D8%A7%D9%82
- https://www.france24.com/ar/
- http://amr-poma.blogspot.com/2012/08/blog-post_24.html#.Uci-rNht1N0
- http://amr-poma.blogspot.com/2012/05/blog-post_5132.html#.Uci4wtht1N0
- http://amr-poma.blogspot.com/2012/06/blog-post_5180.html
- http://muhannadknol.files.wordpress.com/2011/01/cooling-heating1.jpg
- http://www.arch-news.net/1
- http://www.3marah.com
- https://www.arageek.com/tech/net-zero-energy-buildings
- http://www.tech-tech.net
- http://www.arab-eng.org/vb/eng9809
- http://www.env-news.com/
- http://albenaamag.com/2013/10/05/%D8%A7%D8%A
- https://ar.wikipedia.org/wiki
- Hosam Hisham http://goo.gl/EFa9iK
- http://www.dw.com/ar Elmostakbal Alan-magalht elolom we eltecnologia
- http://www.solaracil.com/index.php/solaracil-projects/glass-pv
- http://www.arch-news.net/

http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%AF_%D8

---

[1] http://www.solaracil.com/index.php/solaracil-projects/glass-pv

[2] https://www.france24.com/ar/

[3] http://amr-poma.blogspot.com/2012/08/blog-post_24.html#.Uci-rNht1N0

[4] العيسوى، سارة ،(2013) البنك الدولي يؤكد نجاح مشروع الكريمات للطاقة الشمسية في مصر – جريدة الاهرام – الأثنين 15 شعبان 1434 هـ | 24 يونيو 2013.

[5] http://gate.ahram.org.eg/NewsContent/14/57/363157/%D8%A7%D9%82
http://amr-poma.blogspot.com/2012/05/blog-post_5132.html#.Uci4wtht1N0

[6] http://amr-poma.blogspot.com/2012/06/blog-post_5180.html

[7] http://muhannadknol.files.wordpress.com/2011/01/cooling-heating1.jpg

8 http://dralhaj.com

[9] http://www.arch-news.net/1

[10] http://www.3marah.com

[11] - Shigeru Urashima -Corporate ServicesCreating a better tomorrow for IntelLEED OverviewLEED Presentation @ JEMAI Environment Labeling User Group Meeting20141017 https://www.cfp-japan.jp/common/data_news/000892/1413768441.pdf

[12] https://www.arageek.com/tech/net-zero-energy-buildings

[13] IPEEC Building Energy Efficiency Taskgroup Zero Energy Building Definitions and Policy Activity An International Review – 2018

[14] Jeongyoon Oh 1, Taehoon Hong 1,* ID , Hakpyeong Kim 1, Jongbaek An 2, Kwangbok Jeong 1 and Choongwan Koo- Advanced Strategies for Net-Zero Energy Building: Focused on the Early Phase and Usage Phase of a Building's Life Cycle- Received: 30 October 2017; Accepted: 6 November 2017; Published: 8 December 2017.

[15] A Common Definition for Zero Energy Buildings Prepared for the U.S. Department of Energy byThe National Institute of Building Sciences- September 2015-

[16] http://www.arch-news.net/1

[17] LEED Certification GuidebookGovernment of the District of ColumbiaDepartment of Real Estate Services(Formerly the Office of Property Management) Published October 2008 https://dgs.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/dgs/page_content/attachments/LEED_Certification_Guidebook_March_2011.pdf

[18] http://www.tech-tech.net

[19] http://www.arab-eng.org/vb/eng9809•

[20] Perlova, Elena & Platonova, Mariia & Gorshkov, Alexandr & Rakova, Xenyiya. (2015). Concept Project of Zero Energy Building. Procedia Engineering. 100. 10.1016/j.proeng.2015.01.522.

[21] http://www.arch-news.net/1

[22] /http://www.env-news.com

[23] /http://www.3marah.com

[24] http://albenaamag.com/2013/10/05/%D8%A7%D8%AF

[25] /https://albenaamag.com/2018/10/13/%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%88%D8%AC%

[26] https://ar.wikipedia.org/wiki

[27] https://ar.wikipedia.org/wiki

[28] http://goo.gl/EFa9iK حسام هشام

[29] المستقبل الآن – مجلة العلوم والتكنولوجيا http://www.dw.com/ar