المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات
العدد الثالث والعشرون شهر (٤) ٢٠٢٠

فكر صفرية الطاقة كأحد اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى

م/ جميلة عدلي عبد الستار ابراهيم
معيد بكلية الهندسة - جامعة ٦ أكتوبر
E-mail: g.adly@eng.zu.edu.eg

أ.د. شريف كمال دسوقي
أستاذ العمارة ونظريات العمارة - كلية الهندسة- جامعة الزقازيق

أ.د. حسين صبري الشنواني
أستاذ العمارة ونظريات العمارة - كلية الهندسة- جامعة الزقازيق

أ.م.د. هينار أبو المجد خليفة
أستاذ مساعد العمارة - كلية الهندسة جامعة ٦ أكتوبر

الملخص:
ظهرت في السنوات الأخير أزمة في موارد الطاقة غير المتجددة والتي تعتمد عليها دول العالم بصورة كبيرة. أصبحت الطاقة المتجددة أحد أهم محاور التنمية العمرانية على المستوى العالمي، ودخلت في العديد من المجالات منها العمارة. مما أنتج نوع من أنواع المباني المستدامة يسمى المباني صفرية الطاقة. وتعتمد صفرية الطاقة على محورين أساسيين توليد الطاقة المتجددة النظيفة للمبنى وخفض استهلاك الطاقة داخل المبنى لنصل في النهاية الي أن يصبح تعادل في الاستهلاك السنوي للطاقة في المبنى. تتطرق الدراسة التالية الى ظهور فكر صفرية الطاقة وتعريفة وتصنيفاته وأيضا العناصر التي يعتمد عليها المبنى للوصول للصفرية الطاقة، ودراسة بعض النماذج صفرية الطاقة حول العالم. وذلك للوصول الى صورة كاملة عن أحد صور العمارة المستدامة في المباني، وتحديد مدى إمكانية الاستفادة من الطاقة المتجددة داخل المبنى. وستناقش النماذج التي سيتم عرضها أساليب خفض الطاقة المستهلكة داخل المبنى.
الكلمات المفتاحية: الاستدامة - صفرية الطاقة – الطاقة الأولية – كثافة الاستهلاك السنوية – طاقة التصنيع – الطاقة المتجددة

Abstract:
In recent years, a crisis has arisen in the non-renewable energy resources on which the countries of the world depend most. Renewable energy has become one of the most important axes of urban development at the global level, and has entered many areas, including architecture. This resulted in a type of sustainable building called zero energy buildings. Zero energy depends on two main axes of building clean renewable energy and reducing energy consumption inside the building, so we will eventually reach an equivalent in the annual energy consumption of the building. The following study deals with the emergence of zero energy thought, its definition, its classifications, as well as the elements on which the building relies to access zero energy, and the study of some zero energy models around the world. This is to reach a complete picture of one of the forms of sustainable architecture in buildings and determine the extent of the possibility of benefiting from renewable energy inside the building. The models to be presented will discuss the methods of reducing energy consumed inside the building.
Key words: Sustainability - Net Zero Energy – Energy Use Intensity - Embodied Energy – Renewable Energy-

المقدمة

ان العمارة تساهم بجانب كبير في المشكلات المتعلقة بالتلوث البيئي ومعدلات استهلاك الطاقة فقد اتضح أهمية التوجه نحو احترام البيئة كأولوية قصوى في التصميم بل اعتبارها أساس لعملية التصميم نفسها وبعد ان تم القاء النظرة على معدلات استهلاك الطاقة في القطاعات المختلفة. وقد أصبح من المهم تتبع ذلك الخيط الذي يربط بين كل هذه المعاني البيئة والطاقة والوصول الى مباني صفري الطاقة.

ان تحسين كفاءة الطاقة بالمبنى يساعد على خفض الاحتياج للطاقة داخله وذلك عند خفض محتوى الطاقة فيه في المقام الاول باستخدام مواد البناء القائمة على موارد متجددة وتقليل استهلاك المواد الجديدة، واستخدام مواد أطول عمرا، وتطبيق استراتيجيات لتحسين كفاءة الطاقة في التصميم، وتعظيم قيم اعادة الاستخدام. وهو ما يرتبط مباشرة بتكوين بيئة داخلية فائقة الجودة، وهو ما يعني أن تكون ظروف البيئة الداخلية ملائمة للسكان ومحققة للراحة الحرارية بالقدر الذي يساعد على تلاقي زيادة استهلاك الطاقة بصورة مفرطة، ثم تقليل الفاقد من الطاقة والتوجه نحو التكامل بين النظم المختلفة من نظم العزل ، التهوية ، الاكتساب الشمسي ، الاضاءة الطبيعية ، الكتلة الحرارية ، ونظم التدفئة والتبريد وغيرها .

مشكلة الدراسة والتساؤلات

أصبحت الطاقة غير المتجددة عبئا على الدول أن تقوم بتوفيرها، غير أنها أصبحت ملوثة للبيئة المحيطة. أصبح الحصول عليها مكلفا وغير عملي. توجه العالم الى دراسة الطاقة المتجددة ولكن توظيفها كان أحد أولويات الهندسة المعمارية، وأصبح دخول الطاقة المتجددة أحد أنواع المباني المستدامة وتطبيقها على كافة أنواع المباني السكنية أو الإدارية أو التعليمية. وذلك مما ساعد في ظهور فكر صفرية الطاقة، الذي يجب دراسة أكثر تفصيلا لمحاولة تطبيقه بالصورة الصحيحة من خلال دراستها. وقد جاوب البحث على العديد من التساؤلات:

ماهي الاتجاهات المعمارية المرشدة للاستهلاك؟

كيف بدأت صفرية الطاقة؟

ماهي الطاقة الصفرية؟

كيف يتم تطبيق صفرية؟

أهداف الدراسة:

١. دراسة الاتجاهات المعمارية المرشدة لاستهلاك الطاقة
٢. يهدف البحث الى التعريف بفكر صفرية الطاقة وبدايته ظهورها وصولا الى الوقت الحاضر
٣. يدرس البحث تصنيفات صفرية الطاقة ومبادئها وعناصر التي يتضح فيها تأثير صفرية الطاقة في المبنى

أهمية الدراسة:

يدرس البحث الاتجاهات المعمارية المرشدة لاستهلاك الطاقة نظرا لكثرة انتشارها، هي أحد صور التعبير عن الاستدامة في العمارة. يعتبر فكر صفري الطاقة من أساليب المشارك المجتمعية حيث إنه يساعد الفرد على أن يصبح من ضمن شبكة انتاج طاقة نظيفة للدولة عند الحاجة. وتظهر أحمية البحث بالنسبة للعلم من خلال توظيف فكر صفرية الطاقة بشكل صحيح من خلال المحورين وهما انتاج الطاقة المتجددة والخفض من استهلاك الطاقة داخل المبنى.

منهج الدراسة

للوصول الى تحقيق هدف الدراسة تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي التحليلي، لشرح الاتجاهات المعمارية المرشدة لاستهلاك الطاقة. للتعريف بصفرية الطاقة وكيفية تحقيها من خلال معادلة الاستهلاك والإنتاج للطاقة المتجددة. والتعرف على أربعة مبادئ لفرية الطاقة وشرح عناصرها التي تؤدي لتحقيق فكر صفرية الطاقة.

مداخل التصميم البيئي:

١,١ المدخل البيئي Ecologic: (محاكاة البيئة)

هو العلم الذي يختص بالعلاقات بين الكائنات الحية والمحيط الفيزيائي، أو البيئة المحيطة بها التي بموجبها تتبادل المواد والطاقة مكونة النظام الايكولوجي أو دراسة التأثيرات الضارة للحضارة الحديثة في البيئة بنظرة تجنب أو منع تلك التأثيرات من خلال الحماية أو دراسة علاقة النباتات والحيوانات مع بيئتها الطبيعية والحيوية. (Yeang، The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings، ١٩٩٩)

١,١,١ العمارة البيئية Ecologic architecture:

هي العلاقة الوظيفية بين المجتمع وبيئته التي تتميز بالوحدة الأيكولوجية ضمن الطبيعة، والنظام الأيكولوجي مجتمع من الكائنات الحية ووغير الحية تعمل معا. يهدف تطور العمارة المعاصرة الى خلق بيئة ودية ذات أبنية بطاقة كفؤة وتطور المصادر الطبيعية المدارة بشكل فعال، ويستلزم هذا بشكل ذاتي أو فعال active or passiveتسخير الطاقة الشمسية واستخدام المواد بأقل ما يمكن من الأضرار. تهدف النظرية الأيكولوجية إعطاء هيكلا فكريًا للتنظيم والتعرف على مبدأ التصميم الأيكولوجي لأي نمط بنائي بعد التعرف على العلاقات والتداخلات بين المنشأ والإيكولوجيا .وتعد هذه المبادئ مرجعًا للتعرف على الأيكولوجي متعدد التوجهات لمعرفة مدى ملاءمته وانسجامه مع البيئة من خلال إطار نموذجي يعطي توسيعًا للنظرية لحل المشاكل البيئية في اختصاصات متنوعة تحمل المبدأ نفسه. (Yeang، Designing with Nature:The Ecological Basis for، ١٩٩٥)

١,٢ المدخل الأخضر (حسن معاملة البيئة):

إن المدخل الأخضر في العمارة ليس بجديد ، بل يمكن ملاحظته أيضا في مأوي الكائنات الأخرى من الحشرات والطيور والثدييات الصغيرة التي تظهر مهارة فائقة في تصميم بيوتها وتغير مواقعها بما يتلاءم مع حياتها وحياة صغارها فالنمل يبني بيوتا تتوافر داخلها الرطوبة والدفء ، وهو يستخدم في سبيل ذلك مادة بناء خاصة يتخيرها من الطين الرديء الموصل للحرارة والأرانب البرية تختار فتحات ومداخل بيوتها كلها إلى الجنوب لكي تتلقى أكبر قسط ممكن من الإشعاع الشمسي المباشر.

ولو تأملنا بيوت النحل والشكل المسدس للخلايا ، لوجدناه الشكل الوحيد من بين الأشكال المضلعة والذي إذا جمع كل واحد منها إلى مثله لن يحدث بينهم مسافات خالية . وبذلك يعطينا النحل درساً في كيفية إقامة أكبر عدد من الخلايا أو البيوت في أقل مساحة متاحة. إن هذه الكائنات تعطي للإنسان دروسا في العمارة الخضراء، وفي خلال تاريخ الإنسان مع العمارة والمباني نجد أمثلة واضحة لاحترامه لبيئته والتجانس معها. ففي مصر الفرعونية تم توجيه مداخل للمعابد بحيث تصل أشعة الشمس إلى داخل قدس الأقداس في شروقه يوما في السنة يطلق عليه يوم مولد المعبد. أما اليونانيون القدماء فقد شيدوا معظم مبانيهم بمواجهة الشرق مع وجود فتحات كبيرة تجاه الجنوب. وهذا الأسلوب في التشييد يسمح بالحصول على أكبر قدر من الأشعة الشمسية في الشتاء عندما تنخفض الشمس في السماء. (Yeang، The Green Skyscrape، ١٩٩٥)

١,٢,١ مفهوم العمارة الخضراء:

تعتبر العمارة الخضراء أو المباني و المدن الصديقة للبيئة ،أحد الاتجاهات الحديثة في الفكر المعماري و الذي يهتم بالعلاقة بين المباني و البيئة ، و هناك العديد من المفاهيم و التعريفات التي وضعت في هذا المجال :- فالمعماري كين يانج Yeang Ken : يرى أن العمارة الخضراء أو المستديمة يجب أن تقابل احتياجات الحاضر دون إغفال حق الأجيال القادمة لمقابلة احتياجاتهم أيضا ، ويرى المعماري وليام ريدWilliam Reed : أن المباني الخضراء ما هي إلا مباني تصمم و تنفذ و تتم إدارتها بأسلوب يضع البيئة في اعتباره ، و يرى أيضا أن أحد اهتمامات المباني الخضراء يظهر في تقليل تأثير المبنى على البيئة إلى جانب تقليل تكاليف إنشائه و تشغيله، أما المعماري ستانلي أبركرومبي Stanley Abercrombie : فيرى أنه توجد

علاقة مؤثرة بين المبنى والأرض . كما أن مدنا كثيرة في الحضارات القديمة خططت مع الأخذ بعين الاعتبار الواجهات الجنوبية للمباني وعلى ذلك يمكن تعريف العمارة الخضراء من مجمل الآراء السابقة بأنها: عملية تصميم المباني بأسلوب يحترم البيئة مع الأخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والموارد مع تقليل تأثيرات الإنشاء والاستعمال على البيئة مع تعظيم الانسجام مع الطبيعة (Yeang، Designing with Nature، ١٩٩٥)

١,٣ المدخل المستدام (دوام البيئة):

من المتفق عليه عالمياً أن ثلاثية (الاقتصاد، البيئة، والعدالة الاجتماعية) هم المكونات الرئيسية لمفهوم الاستدامة العام. وبحسب تعريف المفوضية الدولية لشئون البيئة والتنمية فأن تعريف التنمية المستدامة هو "التنمية التي تلبي احتياجات الجيل الحالي دون المساس بفرصة أجيال المستقبل في تلبية احتياجاتهم".
ومن هنا فأن مسئولية الحكومات هي خلق فهم أوسع وأفضل للبيئة، وتوفير سياسات مرنة للتعامل معها من خلال استراتيجيات على المدي الطويل، وتطويع الأنشطة الاقتصادية لكي تتفاهم مع البيئة وتصبح صديقة لها، وتفعيل تدوير المنتجات لتقليل الهدر. وفيما يختص بالاقتصاد والاجتماع فهذا يتضمن خلق أو توفير التكنولوجيا الملائمة والتصميم الملائم لتوفير حياة كريمة وعدالة في توزيع الثروات، والسوق المفتوح المدعوم بالمشاركة الشعبية. وبالتالي هناك مثلث متكامل بين الاقتصاد، والبيئة، والعدالة الاجتماعية كمفتاح لمشاركة فكر الاستدامة في المنجزات التخطيطية الاستراتيجية. وهكذا فأن تحقيق التوازن بين التنمية البيئية، وعدالة التوزيع والتملك، وإدارة الموارد هو السبيل المطلوب إلى تحقيق الاستدامة على نطاق عمراني. وإن هذا الاتزان قادر علي جعل المدن أكثر إنتاجية، وأكثر عدالة واخضرارا.

١,٣,١ العمارة المستدامة:

هي اتجاه حديث يدرس العلاقة بين المبنى وبيئته سواء كانت طبيعية أو صناعية، وقد عرف الانشاء المستدام بانه عبارة عن الابتكار والادارة المسئولة عن بناء بيئة صحية قائمة على الموارد الفعالة والمبادئ البيئية، من أحد اهداف هذه العمارة الحد من التأثير السلبي على البيئة من خلال الطاقة وفعالية الموارد. (Ehsan & soltan, 2012)

الاتجاهات المعمارية المرشدة لاستهلاك الطاقة:

٢,١ عمارة منخفضة استهلاك الطاقة Low energy building:

الشكل ١ عمارة منخفضة استهلاك الطاقة

هي المباني التي تستخدم تقنيات الطاقة السالبة لتوفير بيئة داخلية مريحة وتتميز بانخفاض استهلاكها للطاقة بجميع انواعها داخل الفراغ. هذا النمط يقلل استهلاك الطاقة في المباني وخاصة في مجال تكييف الفراغات الداخلية (تبريد – تدفئة) فالمباني هي المسئولة عن نسبة كبيرة من استهلاك الطاقة العالمي وانبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون. مبادئ تخفيض الطاقة وتحسين الاداء الحراري داخل المباني:

أ - **التفعيل الايجابي للمكونات البنيوية للمبنى:**

هو بإعادة توظيف العناصر والمفردات التصميمة بإيجابية ومراعاة للموقع المحيط لكي يتم تقليل الاعباء الحرارية للمبنى بصورة طبيعية منذ بداية التصميم.

ب - **الكفاءة الحرارية بالمبنى:**

وهي زيادة تفعيل الاداء الحراري لمبنى (تسرب – اكتساب) نت خلال الدراسة الواعية للبيئة المحيطة – اختيار شكل الكتلة البنائية – دراسة الغلاف الخارجي – ربط المبنى بالبيئة المحيطة من عناصر مكملة للأداء الحراري للمبنى (الاشجار – النوافير – نخيل)

ج - **التضمين التفعيلي للمكونات البيئية:**

هو عبارة عن زيادة الكفاءة الوظيفية للعناصر الموجودة فعليا بالبيئة (الاضاءة – التهوية) وزيادة استغلاله وبذلك يقل الاستخدام الزائد للطاقة مع التوزيع الجيد للفراغات الداخلية واللجوء للمفردات المعمارية التقليدية (الملاقف – الافنية). ومن ها المفهوم ظهرت مباني منخفضة الطاقة تهتم بإطار الطاقة وتقليل استخدامها بل والتحكم في استهلاكها. هذا الاتجاه يعتمد على (العمارة المناخية – عمارة شمسية سالبة). (صبور، ٢٠٠٩)

٢,٢ **العمارة المناخية:** (Bioclimatic Architecture):

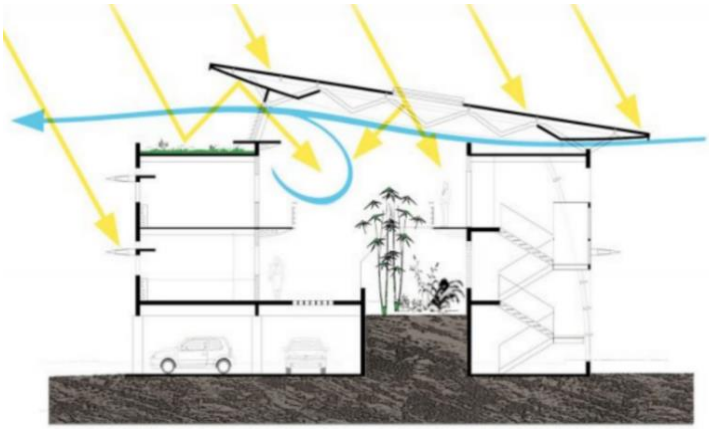
هي عمارة تتعامل مع العناصر المناخية حيث تتعامل مع الشمس والرياح والأرض والماء والمادة في إطار التوازن لتوظيف هذه القوى للوصول الى الراحة الحرارية. والحقيقة أن أي مبنى يتصرف كعامل وسيط بين الظروف الخارجية والتغيرات المطلوبة لاستقرار البيانات الداخلية يطلق عليه " مبنى مناخي"، ان فكرة المعمار المناخي من أساسيتها التلاعب في مؤثرات الطاقة، انها من أكثر الطرق المؤثرة في تصميم المبنى وعلاقته بالقوى الطبيعية من ضوء الشمس وحرارة ورياح، دون الاعتماد على النظام الآلي. فتصميم المناخ هو المدخل لتقليل تكلفة الطاقة حيث إن المبنى هو أول خط دفاعي ضد ضغط الجو الخارجي، فالمبنى يبنى طبقا للبيئة الموجودة بها أي تبعا لمناخ المنطقة، وهذا يعد أفضل استثمار مالي للمالك لتكلفة الطاقة، فهو يقاوم فقدان الحرارة الداخلية، ويعمل على كسب الحرارة الشمسية شتاء ومقاومة كسب الحرارة الشمسية والعمل على فقد الحرارة الداخلية صيفا. (صبور، ٢٠٠٩)

د - **معهد الجامعي لتدريب المعلمين في كاين**:

الموقع: كاين، غيانا الفرنسية

تاريخ الانشاء: (٢٠٠٧)

تم تصميم وتوجيه المبنى بحيث يحقق أقصى استفادة من الامكانيات المناخية للموقع والحد من تأثير حرارة الموقع. لم يكن اعتماد المبنى الكلي على الطاقة الكهربائية، حيث انه استفاد من المناخ المنطقة في تهوية الفرغات والاضاءة، وقام المصمم باستخدام الكاسرات الشمسية بصورتها التقليدية مع استخدام مواد حديثة في تصميم المبنى. الهندسة المعمارية المناخية الحيوية تجعل أفضل استخدام للمناخ وذلك للحد من احتياجات الطاقة قدر الإمكان. الشيء الرئيسي هو الحفاظ على راحة داخل المنزل.



الشكل ٢ صور المركز يوضح حركة الهواء في الفراغ وطريقة عمل الكاسرات الشمية وتوجيه المبنى للاستفادة من الرياح المحببة مع بعض النباتات الموجودة في الفناء الداخلي للمساعدة في الترطيب وخفض درجة الحرارة

- تحديد موقع المبنى بالنسبة للرياح السائدة، ومسار الشمس، والبيئة الخارجية
- أسلوب وطبيعية التهوية تعتمد على تصميم الغرفة بحيث انها تساعد على تدوير الهواء خلال المسكن
- الحماية من أشعة الشمس لتقليل كمية الحرارة من الجدران الخارجية وكمية ضوء الشمس المباشر عبر النوافذ.

استخدام المناخ الحيوي هو جزء لا يتجزأ من نهج صديق للبيئة للهندسة المناخية البيولوجية. يمكن استخدام مياه الطاقة الشمسية والكهرباء الفولتية الضوئية واستعادة مياه الأمطار.

تدعو الأنظمة الحرارية الجديدة إلى تنفيذ حلول بسيطة وأقل استهلاكًا للطاقة. وهي تتجه الى طريق العودة إلى المبادئ المستخدمة بالفعل في الهندسة المعمارية التقليدية والتي اثبتت نجاحها بمرور الزمن وأظهرت كفاءتها. برغم من أنه، تختلف متطلبات اليوم، العمارة الحديثة ما هي الا اعادة استخدام الاساليب التقليدية بمواد وطرق تكنولوجية حديثة تساعد على خفض استهلاك الطاقة في المبنى.

الهدف الرئيسي للعمارة المناخية هو تغيير المناخ لمحاولة الوصول للراحة الحرارية والاتزان، وأن ظروف الاتزان لمستخدمي المبنى يتم تحقيقها بالعديد من الوسائل منها وسائل طبيعية وسلبية يمكن أن تقوم على أنواع الحوائط الخارجية والظل والاضاءة النهارية والمعايير والقياسات السلبية. (بدرات، ٢٠٠٦)

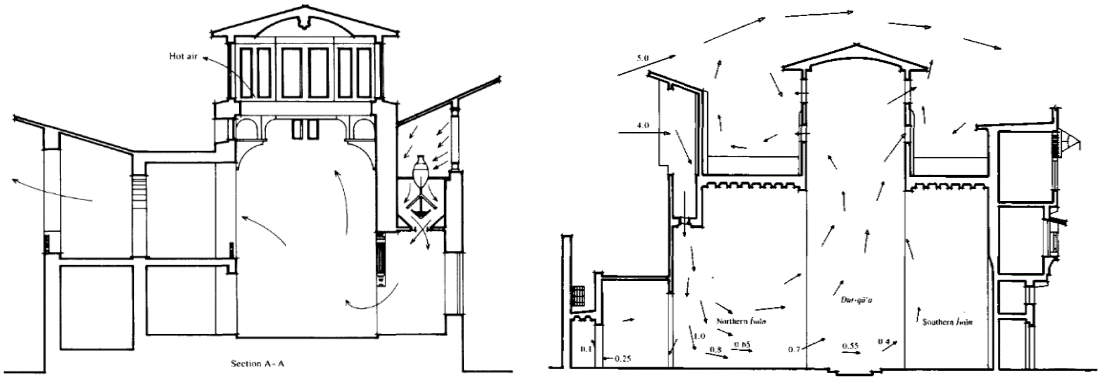
٢,٣ العمارة الشمسية السالبة (Passive Solar Method):

هي واحدة من قسمين العمارة الشمسية (عمارة شمسية سالبة -عمارة شمسية موجبة) وتتعامل العمارة الشمسية السالبة مع الطاقات الطبيعية بصورتها الاساسية دون تحويل، فالملاقف تعمل على توجيه طاقة الرياح الى داخل الفراغات، والنوافذ المظللة تسمح بدخول أشعة الشمس المباشرة شتاء وتحجزها صيفا، لكن كل من هذه الطاقات يستعمل بصورته الأصلية.
وهي الطريقة التي يستخدم فيها التصميم المعماري والعناصر المعمارية المختلفة للوصول الى أهداف العمارة البيئية المختلفة منها الراحة الحرارية للإنسان داخل المبنى، وأيضا ترشيد استهلاك الطاقة وتحقيق تكيف المبنى مع بيئته المحيطة، وتتمثل هذه العمارة في عناصر تصميمية مثل الملاقف والأفنية الداخلية والفتحات وتتراوح بين عناصرها التقليدية المعروفة مثل الشخشيخة والملاقف الى عناصرها المتطورة مثل cooling Tower والمدخنة الشمسية، الخ
والطريقة السالبة للعمارة الشمسية دائما تعتمد على تصميم العناصر الاتية:

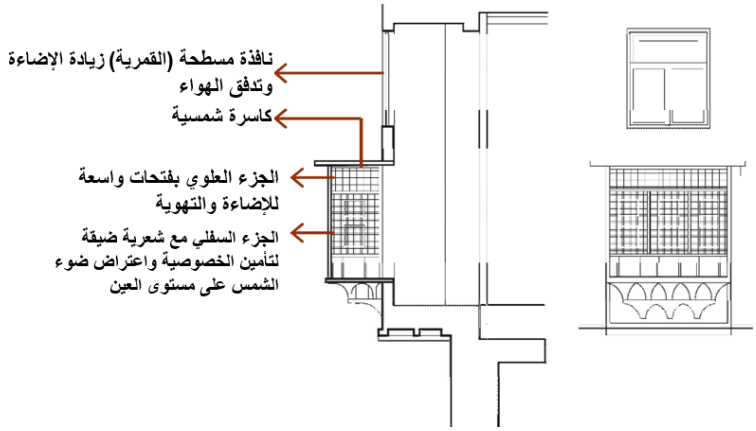
- الموقع العام layout
- الفكرة Concept of Design
- الكتلة Mass
- شكل الكتلة وتوجيهها
- القطاع The Shape Direction of Mass
- الغلاف الجوي The Section
- المفردات المعمارية Architecture Element
- تصميم البيئة الخارجية المحيطة للمبنى The Design of Landscape

٥ - بيت السحيمي:

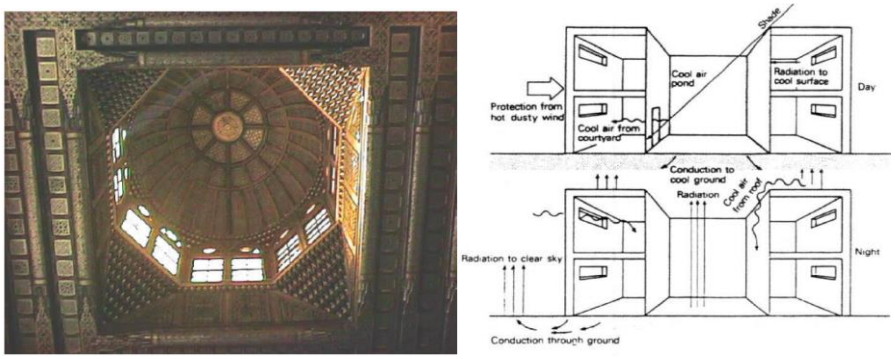
يعتبر بيت السحيمي من الامثلة التي توضح استخدام العمارة الشمسية السالبة في انحاء المنزل.
الموقع العام: •يقع "بيت السحيمي" في حارة "الدرب الأصفر" بمنطقة الجمالية بالقرب من بابي "النصر" و"الفتوح"، وهي حارة متفرعة من شارع "المعز" قلب القاهرة الفاطمية . (Mohamed، ٢٠١٤)



الشكل ٣ قطع أفقي يوضح أسلوب عمل ملقف الهواء والشخشيخة - شرح المشربية وهي جزء من النوافذ في الحضارة الإسلامية



الشكل ٤ فكرة عمل المشربية



الشكل ٥ لشخشيخة وهي فتحة في منتصف سقف المنزل
شرح حركة الهواء داخل الفناء

٢,٤ العمارة الموفرة للطاقة (Nearly Zero Energy Building) :

هي نمط من العمارة يهتم بإنتاج الطاقة بنسبة لا تقل عن٣٠% من الاستهلاك عن طريق الطاقة المتجددة وبتقليل استهلاك الطاقة في المباني سواء في تشغيلها أو في استهلاكها اليومي، لأغراض التحكم المناخي أو غيرها كالإضاءة وتسخين المياه والطهي ومضخات المياه والمصاعد. وهي تستخدم لذلك العديد من التقنيات منها " العمارة الشمسية السالبة والموجبة " والطاقة المتجددة، طرق خاصة بها مثل استخدام نوعيات من المعدات الميكانيكية قليلة الاستهلاك للطاقة (كالمراوح أو مضخات المياه أو المكيفات الصحراوية) لتحقيق الظروف المناخية المطلوبة. وقد تتكامل مع الحلول المعمارية كالملقف في استخدام أبراج التبريد (ملقف به مروحه ميكانيكية ورشاشات مياه تغذى بمضخة كهربية). تهدف العمارة الموفرة للطاقة لتوفير جزء من الطاقة المستعملة في انشاء المبنى، فاستخدام الألمونيوم مثلا يتنافى مع توجيهات عمارة توفير الطاقة، حيث يحتاج الألمونيوم الى كمية هائلة من الكهرباء لاستخراجه من خاماته، بينما لا يستغل الخشب أي طاقة تقريبا، ويحتاج الأسمنت لطاقة كبيرة لتصنيعه لحرق مكوناته وخلطها مما يجعل تكاليف الطوب الاسمنتي من الطاقة أكبر بكثير من تكاليف الطوب البن أو الحجر الطبيعي. (صبور، ٢٠٠٩)

جدول ١ يوضح المواد المختلفة وكمية الطاقة المستهلكة لإنتاجها

المواد	كمية الطاقة المستهلكة جيجا جول/طن
الألمونيوم	٢٠٠-٢٥٠
البلاستيك	٥٠-١٠٠
الحديد	٣٠-٦٠
الأسمنت	٥-٨
الجير	٣-٥
الطوب الاسمنتي	٢-٨
الرمل والزلط	أقل من ٠،٥
الحجر	أقل من ٠،١

وبالتالي نلاحظ أن العمارة الموفرة للطاقة تطويرا للعمارة منخفضة الطاقة فهي تحتوي على نفس المفهوم والمبادئ التي تنتج عمارة منخفضة الطاقة ولكن يضاف عليها التوظيف الواعي للطاقات المتجددة وذلك بادراك العلوم المناخية والبيئية وتقنيات استخدام الطاقة المتجددة لما يلائم طبيعة المبنى ومتطلباته، ومن هذا المفهوم ظهرت مباني موفرة للطاقة تهتم بإطار الطاقة وتقليل استخدامها بل والتحكم في استهلاكها وتوليدها. هذا الاتجاه يعتمد على (العمارة المناخية -العمارة الشمسية السالبة والموجبة) وقد تم توضيح العمارة الشمسية السالبة والعمارة المناخية وبالتالي سنستعرض العمارة الشمسية الموجبة.

الشكل ٦ العمارة الموفرة للطاقة

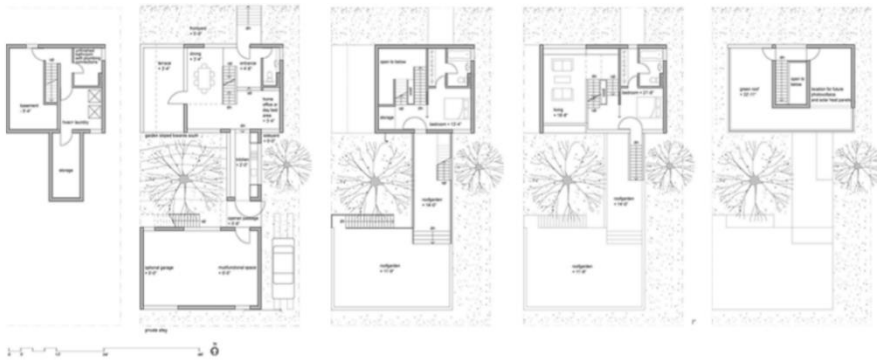
٢,٥ العمارة الشمسية الموجبة:

هي العمارة التي تساعد في تحسين البيئة الداخلية للمبنى من خلال حلول ميكانيكية ، وتعتد أساسا على استخدام الطاقة عن طريق أدوات ميكانيكية للانتفاع بها وهي عكس الطريقة السالبة التي تعتمد على العناصر المعمارية وعلى التصميم المعماري ومفرداته التصميمية المختلفة لتحقيق الراحة الحرارية للإنسان في المبنى أما هذه الطريقة تبنى أساسا على بقاء الطاقة وتحويل الطاقة الى طاقة أخرى ممكن استخدامها بعد ذلك سواء للتبريد أو التسخين أو كلاهما معا ومن مميزات هذه الطريقة توفير الطاقة، والمباني المشيدة على هذه الطريقة تعتبر من المباني الموفرة للطاقة (صبور، ٢٠٠٩)

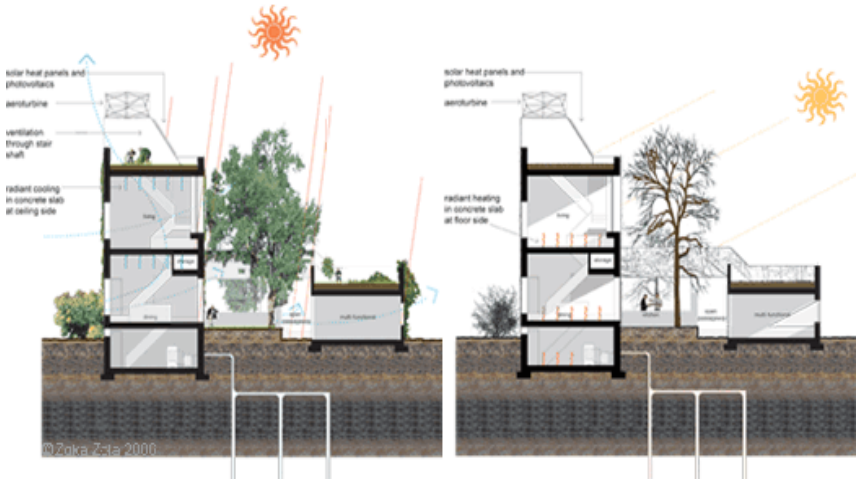
و - **منزل** Zoka zola:

يقع المنزل في امريكا الشمالية في ولاية شيكاغو ذات المناخ معتدل صيفا شديد البرودة شتاء. تاريخ إنشاءه: ٢٠٠٤
مساحة المنزل: ٢٧٩متر مربع
يعتمد هذا المبنى موفر للطاقة حيث يستخدم الخلايا الكهروضوئية واستخدام طاقة حرارة باطن الارض يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل الاجهزة وانارة المنزل بالإضافة الى استخدام العديد من المعالجات البيئية مل التوجيه الصحيح

للمبنى. استخدمت في المشروع النباتات التي تعمل على اظلال الفناء في فترة الصيف. اما بالنسبة للنوافذ فهي ذات مسطح كبير خصوصا التي توجد في الواجهة الجنوبية والتي تساعد على دخول اشعة الشمس لتدفئة الفراغ في الشتاء استخدم اللون الابيض لعكس اشعة الشمس، وفي الحوائط الداخلية لزيادة الاضاءة. (Reiche، ٢٠٠٤)



الشكل ٧ المساقط الافقية للمشروع



الشكل ٨ قطاع رأسي للمبنى يوضح عمل الفناء في فصل الصيف والشتاء

٢,٦ عمارة صفرية الطاقة zero energy building:

هي تلك العمارة التي تتضمن تطبيق كافة استراتيجيات كفاءة انتاجية الطاقة وذلك عن طريق (ترشيد استهلاك الطاقة، وحفظ الطاقة عن طريق توظيف نظم الطاقة المتجددة وكفاءة تخزينها، وانتاج الطاقة عن طريق تكامل نظم الطاقة واعادة استخدام الطاقات) بهدف الوصول الى مبنى استهلاكه من الطاقة وانبعاثاته من الكربون سنويا يساوي صفر.

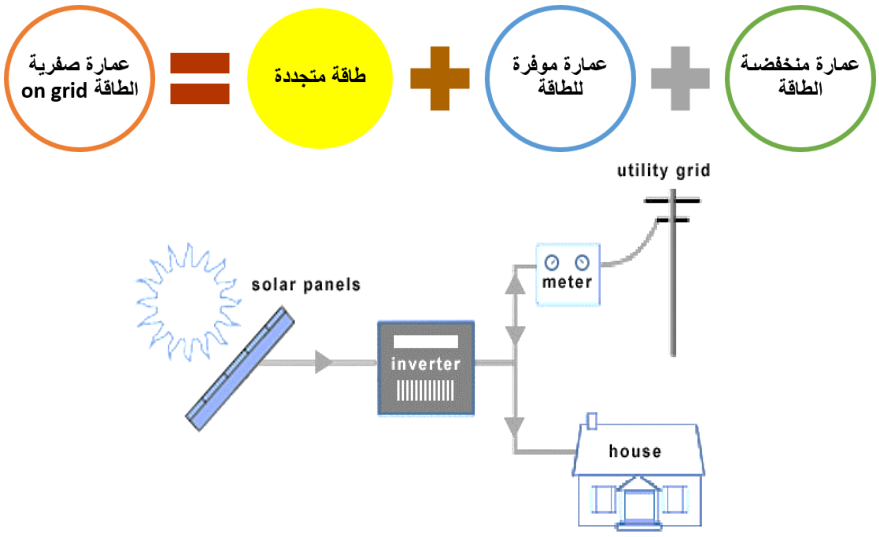
هي العمارة التي دمجت بين التقنيات القديمة ونظم الطاقة المتجددة لإنتاج مبنى مستقل ذاتيا ولكنه لا ينتج الطاقة التي يستهلكها فقط بل ويعالج مياه الصرف والنفايات الصادرة عنه. (عبدالجواد، ٢٠٠٤)

مبنى ذاتي الامداد بالطاقة: هي تلك العمارة التي تتضمن تطبيق كافة استراتيجيات كفاءة انتاجية الطاقة وذلك عن طريق (ترشيد استهلاك الطاقة، وحفظ الطاقة عن طريق توظيف نظم الطاقة المتجددة وكفاءة تخزينها، وانتاج الطاقة عن طريق تكامل

نظم الطاقة واعادة استخدام الطاقات) بهدف الوصول الى مبنى استهلاكه الطاقة وانبعاثات الكربون سنويا يساوي صفر وهما نوعان:

ز - **مبنى متصل بالشبكة** On- grid system **(مباني متعادلة الاستهلاك)**:

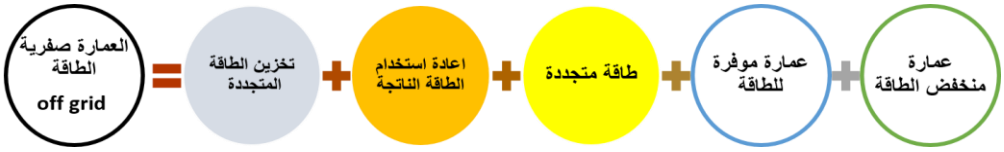
في المباني المتصلة بالشبكة يتم توصيل النظام المتكامل لاستخدامات الطاقة داخل المبنى بالشبكة الخارجية للكهرباء حيث يحدث تبادل بين الكهرباء المنتجة داخل شبكة المسكن والكهرباء المنتجة من الشبكة الخارجية بحيث تصبح المحصلة النهائية بين الشبكتين صفر ، فاذا حدث نقص في حركة الطاقة داخل شبكة المبنى الداخلية يتم تعويض النقص من الشبكة الخارجية ، وفي حالة حدوث زيادة أو فائض في شبكة المبنى الداخلية يتم ضخ هذه الزيادة الى شبكة التوزيع الخارجية ... وليس من الضروري أن تكون كمية الطاقة المنتجة بواسطة نظام الطاقة المتجددة مساوية لحظيا لكمية الطاقة المستهلكة المستمدة من شبكة توزيع الكهرباء بينما يؤخذ الفرق بين معدل استهلاك و الانتاج على مدار العام بحيث يكون الفرق بينهما مساويا صفر أو في صالح كمية الطاقة المنتجة بالمبنى . (على، ٢٠٠٤)

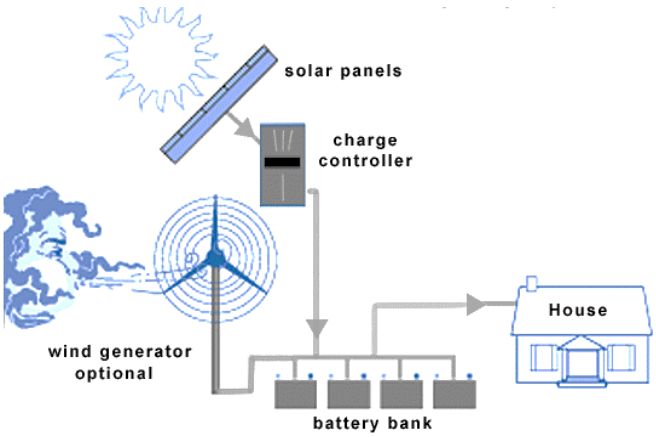


الشكل ٩ عمارة صفرية الطاقة

ح - **مبنى سكني غير متصل بالشبكة** Off-grid system:

في هذه الحالة يكون المبنى السكني غير متصل أساسا بالشبكات الرئيسية لتوزيع الكهرباء والغاز أو أي مصدر من مصادر الطاقة وبالتالي فان المسكن يعتمد ذاتيا على انتاج الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة عبر وسائل انتاج الطاقة المتكاملة مع عناصر ومكونات لمبنى السكني المختلفة. ويلزم وجود نظام تخزين للطاقة ففي حالة حدوث زيادة في انتاج الطاقة في الشبكة الداخلية. (عبدالجواد، ٢٠٠٤)





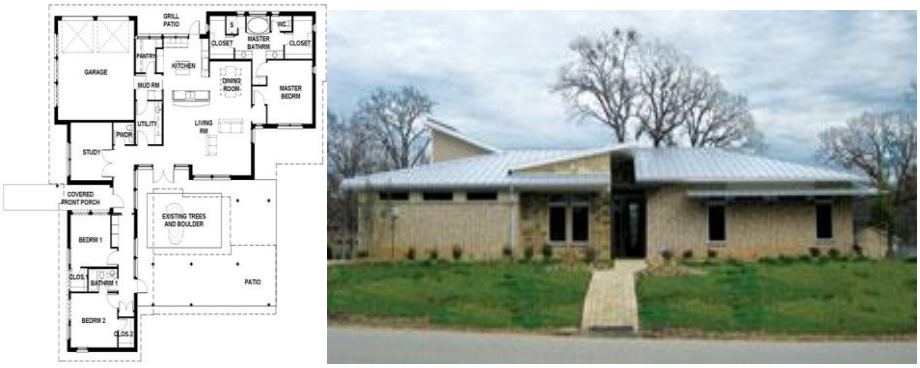
الشكل ١٠مبنى سكني غير متصل بالشبكة

ط - **نموذج لمبنى صفري الطاقة غير متصل بالشبكة:**

الموقع: لويسفيل، تكساس أمريكا الشمالية

تاريخ :٢٠٠٩

- معدل توفير الطاقة ٥٣% متوسط معدل وفورات الطاقة المتوقعة عن طريق الطاقة الشمسية
- تم تصميم المبنى بحيث انه يكون معزول جيدا للاستفادة من أكبر قدر من الطاقة، هو مبنى عملي حيث يوفر في جزء المن الطاقة عن طريق استخدام طاقة متجددة في توليد جزء من الطاقة المستخدمة في المنزل (على، ٢٠٠٤)



الشكل ١١ لويسفيل مبنى صفري الطاقة غير متصل بالشبكة

٢,٧ عمارة منتجة للطاقة Plus Energy Building:

وهي أن يقوم المبنى بإنتاج الطاقة الكهربية التي تغطي جميع احتياجاته وتفيض عنها وبالتالي يقوم بتصديرها لشبكة الكهرباء وتخزينها. هي مستقبل للعمارة صفرية الطاقة في بعض الدول وأحد خططها، يحتوي المبنى على جميع المعالجات والأساليب الحديثة لتوفير الطاقة بالإضافة الى مصدر للطاقة المتجدد وفي بعض الأحيان خزانات للطاقة توجد تجربه لهذا النوع من المنازل حيث تم الانتهاء من أكبر منزل للطاقة في أوروبا في فرانكفورت في عام ٢٠١٥. وهو يمتد أكثر من ١٥٠ متر ويوفر مساحة لـ ٧٤ وحدة سكنية. الميزة الخاصة للمجمع السكني هي أنه يولد طاقة أكثر مما يحتاجه السكان. يتم ذلك باستخدام ما مجموعه ١٠٠٠ وحدة ضوئية مثبتة على السطح والواجهة الجنوبية للمبنى. في هذا المقال، اكتشف ما الذي يحدد منزل الطاقة

الشكل ١٢ عمارة منتجة للطاقة

الإضافي وما هي فوائده.

٢,٨ العمارة الذكية Smart House :

كانت العمارة الذكية أكثر الاتجاهات المعمارية فاعلية في خلق بيئة مستجيبة ومستديمة من خلال تحقيق التكامل بين النظم التكنولوجية والنظم البيئية. ولذلك تصنف ضمن الاتجاهات المعمارية التكنولوجية وفي ذات الوقت ضمن الاتجاهات المعمارية البيئية، لأنها استطاعت بشكل عملي وتطبيقي حل المعادلة الصعبة في استخدام التكنولوجيا المتقدمة دون احداث أدني ضرر بالنظام البيئي. بل على العكس ساعدت على تحقيق أهداف العمارة البيئية. وبالتالي فكانت ثمرة عقد التصالح بين التكنولوجيا والبيئة. (ابراهيم ، ٢٠١٠)

ي - متطلبات ذكاء المبنى:

أولا: يجب ان يعرف المبنى ما يحدث في الداخل و الخارج: و ذلك من خلال نظم الأتمتة ليتمكن المبنى من الاستجابة للظروف و العوامل الخارجية) ليس المناخ فقط ولكن ايضا الامن، السلامة، الحريق (و يتم تخزين المعلومات الناتجة لمعرفة اداء المبنى وذلك في نظام الحاسب المركزي.

ثانيا: يجب ان يحدد المبنى الطريق الاكثر كفاءة لإمداد المستخدمين بالبيئة المناسبة والمريحة: من خلال نظم الآتمنة automation بمعلومات الادارة وكمساعدات دعم القرار. (ستيت ، ٢٠٠٥)

ثالثا: يجب ان يستجيب المبنى لمطالب المستخدمين: من خلال اتصالات متقدمة لتحقيق الاتصالات السريعة مع العالم الخارجي باستخدام الحاسب الألى واستخدام اجهزة الالياف البصرية والميكروويف ووصلات القمر الصناعي التقليدية.

محددات المبنى الذكي:

- اتصال المبنى: لتحدث والتعرف على الكلام بما في ذلك الموسيقى واللغويات، الاتصال بين المستخدمين والتحكم إما فرديا وتنظيميا أو أوتوماتيكيا.
- المعرفة الذاتية للمبنى: البناء يعرف الحالة التي هو فيها، ويتزايد في الوعي.
- علاقة المبنى بالحيز: فهم أكثر وعيا للتعبير المكاني للهندسة المعمارية، والهياكل، والتصميم الداخلي.
- الحركة في البناء: حس التغيير، والهياكل النشطة، والهياكل المنقولة، الأثاث والمعدات، التكنولوجيا أو خدمات بناء قابلة للتعديل.
- منطق البناء: المتابعة التامة للأنشطة اليومية للمستخدمين، والتجمعات. وهذه العناصر التي تشكل المبنى الأذكى تسمى ذكاء المبنى. (himanen، ٢٠١٠)

أ - **المنزل الدوار:**

الموقع: كاليفورنيا، الولايات المتحدة الامريكية.

المعماري: David Graham

تاريخ التنفيذ: ١٩٩١م.

- المبنى يمكنه الدوران ٣٠٦ درجة باستخدام المحركات وهي تعمل بالتحكم المباشر عن طريق استخدام مفتاح التشغيل" switch on/off ".
- نظريا يمكن لجميع حوائط المبنى تغيير اماكنها والهدف من هذا الدوران هو تغيير المشهد."view"
- يقوم المبنى بالدوران ١٦٦ مرة في اتجاه و١٦٦٦ مرة في الاتجاه الاخر وكذلك تظل جميع المرافق عاملة بالكامل.
- يوجد بالمبنى اجهزة استشعار للكشف عن أي تسريب وابلاغ المالك قبل أي خلط للسوائل او الغازات.
- يستطيع المالك الحصول على اطلالة مختلفة للمبنى حينما يشاء، لكن المشكلة تكمن في التحكم المباشر ويمكن تحسينه عن طريق وضع اجهزة استشعار والتي تدخل البيانات للنظام للاستجابة
- لطلب المستخدم وبالتالي يمكن تغيير موضع غرفة النوم مثلا لتفادى اشعة الشمس المباشرة او الحرارة او الضوضاء، او تحديد مكان خارجي يطل عليه المنزل في وقت معين حسب الرغبة.
- يحتاج المنزل للمتابعة الدورية والتحقق من انظمة التحكم – الميكانيكية، الصحية والكهربية بالإضافة الى ان الانظمة يجب ان تكون متكاملة لتبلغ عن أي نقص في الوقت المحدد. (Janet و Johnstone، ٢٠٠٢)

الشكل ١٣ صورة للمنزل الدوار

تاريخ المباني صفرية الطاقة:

ظهر تعريف المباني صفرية الطاقة بقوة في السنوات الأخيرة كمفهوم جديد للتنمية المستدامة ومحايدة للطاقة في البيئة المبنية. تكمن أهمية هذا المفهوم في قدرته على حل جزء من أزمتنا البيئية الحالية عن طريق الحد من اعتمادنا على الوقود الأحفوري واستبداله بالطاقة المتجددة من خلال نهج لامركزي. تعتمد التعاريف التاريخية للطاقة الصفرية بشكل أساسي على موازنة استخدام الطاقة في عملية البناء بما في ذلك التدفئة والتبريد والتهوية والإضاءة وأحمال المكونات، إلخ يمكن تتبع المحاولات المبكرة نحو المباني صفرية الطاقة في أمريكا الشمالية. تعتبر الكتابة والأبحاث الأصلية، التي أجريت في أمريكا الشمالية في الستينيات والسبعينيات والثمانينيات من القرن الماضي، دليلاً على أن المفهوم ظهر أولاً في الولايات المتحدة وكندا وتم التعبير

عنه خلال فترة إنشاء وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) نتيجة لأزمة النفط والحظر النفطي.

بحلول نهاية سبعينيات القرن الماضي، انتقلت الفكرة إلى أوروبا وآسيا مع أول الأمثلة بما في ذلك مشروع منزل فيليبس التجريبي في **عام ١٩٧٤** والمنزل المصمم من قبل فان كورسجارد في الدنمارك **(١٩٧٧)**، سايتوه في اليابان **(١٩٨٥)**، وروستفيك في النرويج **(١٩٨٨)**. في عام ١٩٨٨ أعلن الفيزيائي الشهير وليام شارلف مفهوم بناء فائق العزل. بحلول منتصف التسعينيات، صقل الألمان المفهوم وتم تأسيس معهد البيت السلبي (PHI) كخطوة أساسية لتطور مفهوم المباني صفرية الطاقة. في خلال تلك الفترة توصل البريطانيون إلى مفهوم"Zero Carbon" أي صفري انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وقام بيل دونستر بتنفيذ مشروع BedZED. بعد الألفية الجديدة، تم طرح مصطلح "net zero energy" وتوضيحه في عام ٢٠٠٨ من قبل أعضاء مشروع "Net Zero Energy Solar Buildings" التابع للوكالة الدولية للطاقة. يعرض مصطلح "net zero energy" ميزان الطاقة السنوي بين الطاقة المستهلكة والطاقة المولدة للمبنى. لذلك، "صافي الطاقة الصفرية" له عواقب كبيرة على توازن استهلاك الإنتاج الكلاسيكي، وتفاعل الشبكة، ومزيج الطاقة. نتيجة لذلك، اقترح الاتحاد الأوروبي (EU) فكرة أكثر وضوح ويمكن تحقيقها "Nearly Zero Energy Building" ما يقرب من صفري الطاقة في عام ٢٠١٠.

أصبح هناك تعريف واضح صفرية الطاقة كمبنى nZEB مع أداء عالي للطاقة حيث ما يقرب من الصفر أو كمية منخفضة جدا من الطاقة المطلوبة يجب أن تغطيها على نطاق واسع من المصادر المتجددة المنتجة في الموقع أو في مكان قريب. تبعا لذلك الهدف من بعد ٣١(ديسمبر) ٢٠٢٠، ستكون جميع المباني الجديدة في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي البالغ عددها ٢٨ دولة هي صفرية الطاقة، بينما يتم تحديد الموعد النهائي للمباني العامة في ٣١ ديسمبر ٢٠١٨. وفي الوقت نفسه، فإن وزارة الطاقة الأمريكية (الولايات المتحدة) أقرت بالعمل الذي قام به معهد البيت المنفعل في الولايات المتحدة (PHIUS) ووقعت اتفاقية مع PHIUS للترويج لمنزل Zero Energy Ready Home (ZERH)في السوق الأمريكية من **٢٠١٦**. تبعا لذلك تمت صياغة مصطلح "مباني الطاقة الإضافية" أو "بناء الطاقة الإيجابي (PEB) "بشكل غير رسمي من قبل Rolf Disch في عام **١٩٩٤**. كهدف لعام ٢٠٢٠ تبعا للاتحاد الأوروبي PEBS، التي تنتج طاقة اضافية من الطاقة المتجددة مصادر الطاقة على مدار عام، تزداد ببطء في جميع أنحاء العالم. الحكومة

مشروع منزل فيليبس التجريبي

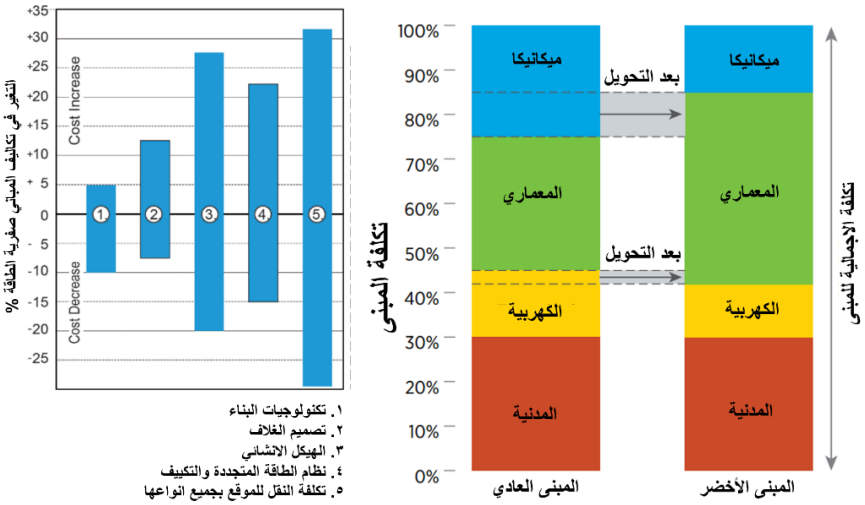
فان كورسجارد في الدنمارك

برطانيا Bed ZED

الشكل ١٤ تاريخ ظهور صفرية الطاقة

الفرنسية هي أول دولة أوروبية تضع تعريفًا وهدفًا رسميًا لمصانع الطاقة من خلال تفويض بناء الطاقة الإيجابية (BEPOS) الذي سيكون ساريًا اعتبارًا من ٢٠١٨.(Attia, 2019)

أهمية دور المعماري في المباني صفرية الطاقة



الشكل ١٥ على اليسار العوامل المؤثر في تكاليف المباني صفرية الطاقة واليمين مقارنة التكلفة المبنى العادي والمبنى صفري الطاقة

توضيحا لدور المعماري ظهر ذلك من خلال ملاحظة مكتب A2Mلتكاليف المشروع وتقسيمها طبقا لدور كل فريق مهندسين سواء مدني الكهربية او ميكانيكا. إن تحول التكلفة من الغلاف التقليدي والأساس التقليدي والأنظمة الهيكلية إلى الغلاف الخارجي المعياري عالي الأداء والأنظمة الذكية الهيكلية، حيث الغلاف المعياري والذي يستخدم العزل الإضافي الزجاج ثلاثي الطبقات والأشرطة والأغشية من أجل احكام اغلاف الفراغات المعمارية. يزيد ذلك من تكاليف الجزء المعماري. وللتحسين الأمثل لعمل الهندسة المعمارية والبناء، تكون تكلفة الأنظمة الميكانيكية والكهربائية أقل. علاوة على ذلك، فإن عملية التخطيط المسبق وتسليم المشروع التكاملي وأدوار الفريق لها التأثير الأكثر أهمية في خفض التكاليف. وفقا للشكل (يسار)، يمكن أن يؤدي متعهد البناء الذي يسعى إلى توزيع المهام لتقسيم المهام بطريقة عادلة أو عملية يؤدي ذلك الى زيادة تقليص تكلفة المشروع بنسبة تصل إلى + ٣٠٪. غالبًا ما تؤدي عقود التي تنص على مشاركة المخاطر بين المتعهد والمالك بطريقة غير متوازنة إلى تكاليف مبالغ فيها. تعمل التخطيط المسبق للتصميم والبناء التي يقوم بها المعماري على تمكين البناة وتقليل المخاطر. يمكن أن تكون تكلفة المباني صفرية الطاقة هي نفسها التكلفة التقليدية إذا تم استثمار قدر أكبر من الذكاء والجهد خلال مرحلة التصميم الأولي. وهذا يوضح دور المهندس المعماري الأساسي في تصميم المباني صفرية الطاقة، حيث ما يعادل نصف تكلفة المشروع للجزء المعماري وخصوصا التصميم والبناء المبدئي. (Attia، ٢٠١٩)

تعريف فكر صفرية الطاقة:

هو فكر يتضمن تطبيق كافة استراتيجيات كفاءة انتاجية الطاقة وذلك عن طريق (ترشيد استهلاك الطاقة، وحفظ الطاقة عن طريق توظيف نظم الطاقة المتجددة وكفاءة تخزينها، وانتاج الطاقة عن طريق تكامل نظم الطاقة واعادة استخدام الطاقات) بهدف الوصول الى مبنى استهلاكه من الطاقة وانبعاثاته من الكربون سنويا يساوي صفر.

بداية ظهور صفرية الطاقة كانت بأبسط مفاهيم وهي انتاج الطاقة وبعد تطبيق تجربة ظهرت أربع تصنيفات للمباني صفرية الطاقة:

٣,١ **صفري الطاقة في الموقع:**(Net Zero Site Energy)

انتاج المبنى من الطاقة المتجددة يعادل استهلاكه على مدار السنة.

٣,٢ **صفري الطاقة من المصدر ((Net Zero Source Energy:**

أن ينتج المبنى الطاقة الكهربية المستهلكة بالإضافة الى الطاقة الأولية الخاصة بشبكة الكهرباء. بمعنى إذا استهلك المبنى ٢٠٠ واط من الشبكة لكي تصل ٢٠٠ واط أصبحت ٢٣٠ واط فأنه يجب أن ينتجها المبنى.

٣,٣ **صافي انبعاثات الطاقة صفري** (Net Zero Emissions)**:**

معدل انتاج الطاقة المتجددة للمبنى يعادل استهلاك المبنى أي طاقة التشغيل بالإضافة الى من طاقة التصنيع (أي ما يعادل انبعاثات ثاني اكسيد الكربون الناتجة عن التصنيع.

٣,٤ **صفري تكلفة الطاقة (**Zero Energy Costs**):**

هو انتاج طاقة كهربية بنفس تكلفة الطاقة الكهربية التي تم استيرادها من شبكة الكهرباء خلال العام. (Attia، ٢٠١٩)

مفاهيم أساسية لبعض مصطلحات التعريف:

٤,١ **الطاقة الأولية (**Primary Energy**):**

هي الطاقة المستخدمة لتوليد أو نقل الطاقة (في الغالب الكهرباء) إلى الموقع.

٤,٢ **طاقة التصنيع (**Embodied Energy**):**

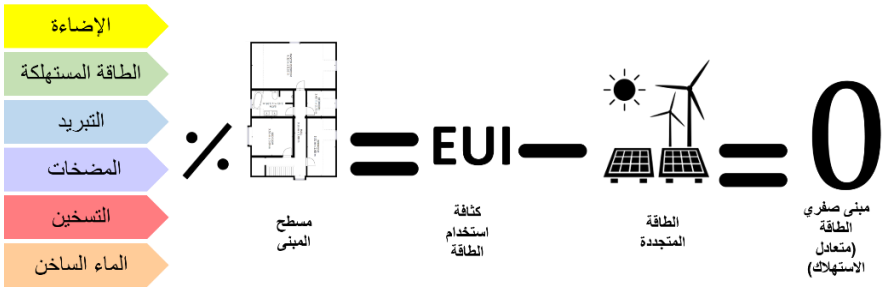
هي الطاقة التي تستهلكها جميع العمليات المرتبطة بإنتاج مبنى، من تعدين وتجهيز الموارد الطبيعية إلى التصنيع والنقل وتسليم المنتجات.

٤,٣ **طاقة التشغيل (**End Use Energy**):**

هي الطاقة التي تستهلكها جميع العمليات المرتبطة بإنتاج مبنى، من تعدين وتجهيز الموارد الطبيعية إلى التصنيع والنقل وتسليم الخامات.

٤,٤ **كثافة الاستهلاك السنوية من طاقة المبنى (**Energy Use Intensity**):**

يمكن تعريف كثافة استخدام الطاقة (EUI) على أنها قياس استهلاك الطاقة السنوي للمبنى نسبة إلى إجمالي مساحة المبنى. وهي نوعان كثافة الاستهلاك للموقع وهي تركز على استهلاك الطاقة في الموقع، كثافة الاستهلاك من المصدر وهي تحسب استهلاك المبنى من الطاقة القادمة من شبكة الكهرباء. (Asif و Alrashed، ٢٠١٢)



الشكل ١٦ معادلة للوصول الى صفرية الطاقة (أي متعادلة الاستهلاك)

مبادئ صفرية الطاقة :

وفقا لتصنيف المبنى والسياق المناخي ولكي يتم الوصول الى فكر صفري الطاقة فانه يتم ذلك من خلال مبادئ التالية هي:

أولاً، تقليل الطلب على الطاقة لجميع المباني المشيدة حديثًا. قيمة الطلب على الطاقة هي مجموع متطلبات المبنى وتدفئة وتبريد الفراغ وتسخين الماء والطاقة المساعدة والتهوية والإضاءة والأجهزة.

ثانياً، تحسين جودة البيئة الداخلية (IEQ) مما يتيح أقصى درجات الراحة الحرارية وتجنب ارتفاع درجة الحرارة. وهذا يشمل مراقبة جودة الهواء من خلال التهوية الميكانيكية

ثالثًا، تحديد نسبة مئوية من الطلب على الطاقة المتجددة يتم تغطيتها بواسطة الرصيد السنوي للطاقة المتجددة. من المهم أيضًا عمل حساب الطاقة الإضافية لمعالجة مسائل مطابقة الطاقة والتخزين

رابعا، تقليل القيمة الشاملة لاستهلاك الطاقة الأولية وانبعاثات الكربون سنويا. من المهم أيضًا الأخذ في الاعتبار نقل طاقة التصنيع. (Attia، ٢٠١٩)

جدول ٢ مبادئ صفرية الطاقة

المبدأ الأول	المبدأ الثاني	المبدأ الثالث	المبدأ الرابع
تقليل الطلب على الطاقة	تحسين جودة البيئة الداخلية	توفير حصة الطاقة المتجددة	تقليل الطاقة الأولية وانبعاثات الكربون
تقليل الاحمال الداخلية	حساب الحد الأدنى من الهواء النقي لكل شخص	انتاج طاقة من مصادر الطاقة	تقليل الطلب على الطاقة الأولية
تقليل الاحمال الحرارية على الغلاف الخارجي	تمكين الإضاءة الطبيعية	انتاج طاقة المتجددة في الموقع المستخدمة لنقل الطاقة للموقع من مكان اخر بقرب الموقع	الحد من انبعاثات الكربون الناتجة أو المتعلقة بالطاقة المستخدمة
استهلاك الطاقة لمعدات التكييف	تحديد اقصى كثافة للمستخدم		
كفاءة استهلاك الطاقة داخل المبنى Energy efficiency	الحفاظ على جودة البيئة الداخلية Indoor Environmental quality	تحسين انتاج المبنى من مصادر الطاقة المتجددة Renewable Energy system	تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون Carbon Emission

الشكل ٥-١ مبادئ صفرية الطاقة

عناصر دراسة المباني صفرية الطاقة:

أسلوب عمل المباني صفرية الطاقة تكمن في تصميم جميع مفردات العمل ودمجها بشفافية واتقان ضمن وحدة متكاملة لتعمل كنظام واحد، تعددت الآراء حول المقومات الأساسية لمباني صفرية الطاقة ومنها:

٦,١ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون:

تنتج الغازات الدفيئة عند حرق الوقود الاحفوري لإنتاج الطاقة مسببه الاحتباس الحراري. تسهم المباني صفرة الطاقة في الحد من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون، في المدى القصير تكون عن طريق تقليل الطاقة الأولية Primary Energy (هي الطاقة المتطلبة لتوليد طاقة الاستخدام الخاصة بالموقع) الى أن تصل الى الموقع طاقة الاستخدام End use(هي كمية الكهرباء المستخدمة في الموقع). قام الاتحاد الاوروبي باقتراح حد أقصى للانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ٣ كجم ثاني اكسيد الكربون / متر مربع سنويا. أما على المدى الطويل تقليل انبعاثات الكربون الناتجة عن انتاج مواد البناء Embodied Energy وبالتالي فأنه يجب اختيار مواد بناء مستدامة ذات عمر افتراضي طويل. لا توجد معايير محددة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن مواد البناء، حيث تقوم أنظمة التقييم مثل Leedو Breeamو DGNB وغيرها مكافئة المصممين عند الأخذ في الاعتبار الانبعاثات الناتجة عن مواد البناء المنشأة الخضراء (صديقة البيئة).

٦,٢ الكفاءة في استهلاك الطاقة :

ترد في المعايير الأوروبية تعاريف واضحة لمستويات الطاقة وخطوات حسابها وقياسها. يتطلب تقييم كفاءة استخدام الطاقة في المباني الجديدة وعمليات التعديل التحديثي حساب احتياجات الطاقة في التدفئة والتبريد والمياه الساخنة واستخدام الطاقة للإضاءة والتهوية. حيث يعرض معيار EN15603 صيغ واضحة مع درجة من المرونة للدول الأعضاء. ومع ذلك، نظرًا لعدم وجود تعريف للسياسة الخاصة بمباني الطاقة منخفضة للغاية، تم تقديم تعريفات مختلفة في البداية من قبل شبكات الأعمال. هناك اختلافات كبيرة في تعريف الحد الأدنى لتطبيق كفاءة استخدام الطاقة في جميع أنحاء العالم. يرجع التباين بشكل أساسي إلى الاختلاف المناخي والاجتماعي والتكنولوجي والاقتصادي بين الدول، وهذا مبرر جزئيًا. الأهم من ذلك، أن المصطلحات والتعاريف ليست هي نفسها، لذا فإن تختار الدول الأوروبية الامتثال لمعيار PH لضمان أن تكون احتياجات الطاقة للتدفئة والتبريد أقل من ١٥ كيلو واط / (م ٢ / سنة). ومع ذلك، يُنظر إلى معيار PH في بعض الأحيان على أنه تصميم عالي التقنية للمباني وبالتالي فهو غير ممكن تطبيقه في جميع أنحاء أوروبا. لذلك، فإن التحدي المتمثل في تنفيذ متطلبات أداء NZEB والامتثال لها مرتفع. التحدي ليس فقط للبناء الجديد، ولكن أيضًا للتجديد تعريف أكثر دقة للمؤشرات مثل Hermelink et al. (٢٠١٣) و eceee(٢٠١٥) سيساعدان في المستقبل على التحرك نحو إطار أقوى للجهات الفاعلة في صناعة البناء، دون تقييد المرونة اللازمة في كل دولة.

يجب أن يستهلك NZEB طاقة منخفضة للغاية وينبعث منه كميات أقل من ثاني أكسيد الكربون حسب التصميم، بدلاً من تلبية الطلب المتزايد على الطاقة مع توليد الطاقة المتجددة في الموقع. (Attia، ٢٠١٩)

٦,٣ التوازن الحراري:

توصيف التوازن بين احتياجات طاقة التدفئة والتبريد مهم للمباني عالية الأداء للحد من أنظمة تكييف الفضاء غير الضرورية والتوزيع. على سبيل المثال، في المناخات التي يهيمن عليها التدفئة، يسعى المصممون إلى القضاء على التبريد النشط باستخدام تدابير تصميم التبريد السلبي. هذا يمكن أن يؤدي إلى تخفيضات كبيرة في التكاليف بسبب استخدام نظام ميكانيكي نشط واحد مع توفير التحكم والصيانة البسيطة. في البلدان التي يسيطر عليها التدفئة، من الممكن تحقيق ظروف راحة صيفية بسهولة نسبية

وبالتالي التركيز على الجزء الأكبر من جهد التصميم لتقليل الحاجة إلى الطاقة للتدفئة والتعامل مع نظام تكييف نشط واحد لتحسين الحجم والتكاليف. ومع ذلك، في البلدان ذات النمط المختلط والتبريد، فإن ارتفاع درجات الحرارة في الصيف والإشعاع الشمسي ينتجان عن معظم تصميمات المباني وتصميماتها في توازن احتياجات التدفئة والتبريد في مجال الطاقة.
يجب أن يراعي أي تعريف للمباني صفرية الطاقة التوازن الحراري لكل منطقة مناخية في كل منطقة أو بلد ويتطلب استخدام معايير كفاءة استخدام الطاقة والتوصية بحلول واستخدام أنظمة فعالة.

٦,٤ جودة البيئة الداخلية:

إن الهندسة المعمارية تهتم بدراسة وتصميم البيئة المكانية التي يأوي إليها الإنسان لتقيه من عوامل البيئة الخارجية. فالهندسة المعمارية تأخذ في الاعتبار حجم المكان، والنسب بين أطواله، ونظامه، وكتلته، وملمسه، ووظيفته، والظروف الاجتماعية المحيطة به وهي تعكس ثقافة المجتمع، وطبيعة المناخ الإقليمي، والمنطقة المحيطة، والظروف الاقتصادية، فهي مزيج من الاعتبارات التقنية والتصميمية. إن جودة البيئة الداخلية (IEQ) تشير إلى مدى كفاءة إقامة وراحة الناس بالمساحات الداخلية وفقا لما يتم تفسيره بمجموع ردود افعالهم النفسية والعضوية لعوامل التصميم المعماري. يجب حساب مؤشرات الراحة الحرارية قصيرة وطويلة الأجل وفقًا لـ EN 16798، بالإضافة إلى مؤشرات أداء الطاقة.
تمت مناقشة العلاقة بين الأداء الحراري والراحة بشكل صريح في EPBD. أيضًا، تقدمت العديد من المنظمات بمقترحات حول أهداف الراحة. قد يكون تحقيق الراحة كما هو محدد بواسطة PH صعباً لتحقيقه من خلال التقنيات السلبية المعتمدة تقليديًا في إنشاءات جيدة النوعية في بلدان نصف الكرة الجنوبي وقد لا تتوافق مع توقعات بناء الركاب استنادًا إلى المناخ السائد وعادات الملابس والثقافة في الوقت الحاضر ، غالبًا ما تُعزى ظواهر الحرارة الزائدة في المباني صفرية الطاقة إلى ضيق التنفس ، والعزل ، والكتلة الحرارية ، في بعض الأحيان دون تقديم معلومات أساسية أخرى في التحليل ، مثل: وجود أو نقص الحماية الشمسية ، وعدم وجود نوعية الاتصال بمصادر التبريد السلبي المتاحة مثل الهواء الخارجي في الليالي أو التربة أو السماء المدببة في الليل ، وعدم وجودة الوسائل الصيفية للتحكم في سرعة الهواء في الأماكن المزدحمة . عدد الدراسات التي تتناول الراحة الصيفية في المباني صفرية الطاقة في المناخات الدافئة والساخنة استنادًا إلى البيانات المقاسة محدودة.

٦,٥ كثافة الاشغال:

يستمر تأثير السكان على استخدام الطاقة في البناء مع زيادة كفاءة مكونات وأنظمة البناء. وكمسألة جوهرية، فإن حالة عدم اليقين في مباني صفرية الطاقة تمتد إلى ما يتجاوز أحمال التوصيل والإضاءة، وغالبًا ما تشمل التدفئة والتبريد. بالنسبة لهذا النوع من المباني، تطورت تكنولوجيا التحكم والتكييف، ولكن من المهم أن نضع الناس في المرتبة الأولى. من المهم أن ننظر دائمًا إلى ما هو أبعد من التكنولوجيا للعمل مع متطلبات IEQ التي تعمل بنظام مستقل والسعي إلى تحسين الطاقة والصحة في المباني لتحقيق الرفاهية والإنتاجية والرضا في وقت واحد.
تأثير الاستخدامات الوظيفية المتباينة كبير على كثافة المستخدمين الإجمالية. في جميع أنحاء أوروبا الغربية، يمكن أن تكون الكثافة الرئيسية ١٠ لكل شخص، بينما تصل هذه القيمة في أمريكا الشمالية إلى ١٢ مترًا للشخص، بينما في هونغ كونغ أو دبي قد تنخفض هذه القيمة إلى ٤ أمتار للشخص الواحد. يتمثل العامل الحاسم في تصميم NZEB في هذا السياق في التنبؤ بالنتائج غير المقصودة لتلك الكثافة المتفاوتة على الإشغال على EUI بشكل عام، خاصة أنه بمرور الوقت، تتغير احتياجات شاغلي المباني وتكيف مالكي المباني مع كثافة الركاب في المباني
تعتمد زيادة كفاءة استخدام الطاقة في المباني صفرية الطاقة بشكل أساسي على تحديد كثافات الإشغال خلال مرحلة التصميم بالتوافق مع كثافات الإشغال أثناء تشغيل المبنى. (Ghosh T. K.، ٢٠١١)

٦,٦ انتاج الطاقة المتجددة:

في المباني صفرية الطاقة من الضروري أولاً تقليل احتياجات الطاقة للتدفئة والتبريد، ثانيا، تغطية جزء كبير من الاحتياجات بواسطة الطاقة من مصادر متجددة في الموقع أو في مكان قريب. على سبيل المثال، في سويسرا، يكون ترخيص تركيب مكيف

الهواء الصيفي خاضعًا لإظهار أن غلاف الخارجي مصمم جيدًا لتقليل الاحتياجات من الطاقة إلى الحد الأدنى (وجود وفعالية التظليل الشمسي مع قيم g المثلى استنادًا إلى اتجاه الواجهة والعزل الكافي والكتلة الحرارية، كما هو محدد في SIA382)، تعد كفاءة استخدام الطاقة أداة سياسية فعالة، بالإضافة إلى أنها توفر الطاقة من حيث التكلفة، وأيضا لها دور في تلبية احتياجات الطاقة والمناخ والأهداف الاقتصادية. ومع ذلك، فإن العديد من المنشآت الجديدة في جميع أنحاء العالم تفشل في اتخاذ التدابير الفعالة للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة. يبدو الاستثمار في بناء تكنولوجيات الطاقة المتجددة أسهل في التنفيذ والتواصل مع شاغليها والمستثمرين ووسائل الإعلام. من ناحية أخرى، تنصح التوصيات الأوروبية للمباني صفرية الطاقة بتضمين حصة من إنتاج الطاقة المتجددة في الموقع بما في ذلك حصة المضخات الحرارية المتجددة. ومع ذلك، في المناطق الحضرية الكثيفة، فإن مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية، الكتلة الحيوية المستوردة، وما إلى ذلك) لها قيود على الوصول إلى الطاقة الشمسية والتلوث المرتبط بحرق الكتلة الحيوية. وبالتالي، فإن التوازن الأمثل بين الحد الأدنى من الأداء EE وحصة الإنتاج المتجددة في موقع صفري الطاقة لا يزال يمثل تحديًا. يختلف تأثير هذه المعايير اعتمادًا كبيرًا على تكلفة الطاقة والحواجز القانونية والبيئية والبناء، فضلاً عن الحاجة إلى رؤية طويلة المدى تساعد في التغلب على هذه التحديات.

٦,٧ التكلفة الاجمالية:

تحسب تكلفة المباني صفرية الطاقة لثلاثة عناصر التكلفة المبدئية وتكلفة التشغيل لفتر زمنية طويله لا تقل عن ١٥ سنة ومتوسط عمر المبنى لنفس الفترة الزمنية للتشغيل. وهي ما يسمى Global cost التكلفة العالمية وهي أحد المعايير التي يقم من خلالها المبنى على مستوى العالم، وتحسب يورو/ متر مربع. حيث يستخدم التشريع في الدول الأوروبية **النهج الأمثل للتكلفة (Cost Optimal Approach))**، وهو دراسة لجميع احتمالات لاستخدام المعالجات التصميمية وتكنولوجيا الحديثة الملائمة لظروف مناخية للوصول الى النهج الأمثل لتحديد تكلفة مباني صفرية الطاقة. (Attia، ٢٠١٩)

٦,٨ التصميم والنظام الانشائي:

ويتم تحديدها طبقا لأكواد خاصة بكل منطقة وتتحكم بها العناصر السابقة، تشكلها بما يلائم المناخ والوضع الاقتصادي سواء كان التصميم الداخلي أم الخارجي.

٦,٩ سلوك الشاغلين:

تظل من أهم النقاط دراسة سلوك المستخدمين وتوفير لهم الراحة الحرارية المطلوبة، ولكن مهما بلغ كمال المبنى في التصميم لا يصبح ذو قيمة دون وعيي من شاغلين المبنى بأهمية الطاقة وكيفية الحفاظ عليها. ويمكن أيضا التحكم في سلوك الشاغلين من قبل جهاز التحكم الموجود في المنازل الذكية وسيتم التطرق لها في أحد النماذج التي سيتم دراستها لاحقا. (Attia، ٢٠١٩)

خاتمة

الاستدامة في تدور مستمر ودخلت في العديد من المجالات. وظهر تطورها في صورة الاتجاهات المرشدة لاستهلاك الطاقة وبالرغم من اختلاف الاتجاهات الى أنها اتفقت على أن الطاقة المتجددة هي الصورة الأمثل للاستدامة. ظهرت المباني صفرية الطاقة كأحد صور الاستدامة في العصر الحديث، بالرغم من أنها بدأت منذ فترة طويلة ولكنها أصبحت توجه عالمي. الحفاظ على الطاقة داخل المبنى وإنتاج الطاقة المتجددة النظيفة هو أهم ما تميزت به صفرية الطاقة.

التوصيات

- يمكن التعبير عن الاستدامة في المبنى من خلال الاتجاهات المعمارية المرشدة لاستهلاك الطاقة
- ضرورة العمل على زيادة الوعي والادراك البيئي لدى الأفراد بكفاءة المباني صفرية الطاقة ومردودها الاقتصادي والبيئي الإيجابي.

- تشجيع المشروعات العمرانية والمعمارية مراعاة الاتجاهات المعمارية المرشدة لاستهلاك الطاقة وذلك لمواكبة التطور والعمل على تحسين أداء المبنى.
-

مصادر والمراجع

Ken Yeang .(١٩٩٥) .*Designing with Nature* .Ibid.

Ken Yeang .(١٩٩٩) .*The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings* .Prestel.

Muhammad Asif ، و Farajallah Alrashed .(٢٠١٢) . *Homes in Saudi Arabia: Construction Industry and User Perspective Challenges Facing the Application of Zero-Energy .*

Janet و،Johnstone .(٢٠٠٢) .*Maximize Your View with Rotating Home .*

Ken Yeang .(١٩٩٥) . *Designing with Nature:The Ecological Basis for .*

Ken Yeang .(١٩٩٥) . *The Green Skyscrape* .Ibid.

mervi himanen .(٢٠١٠) .*Intelligence of intelligent buildings* .Finland.

Nermine Abdel Gelil Mohamed .(٢٠١٤) .*Traditional Residential Architecture in Cairo from a Green Architecture Perspective* .MSA university.

Shady Attia .(٢٠١٩) .*Net zero energy buildings* .Canada.

Sharifi Ehsan و،Ali soltan .(٢٠١٢) .*A Case Study of Sustainable Urban Planning Principles in Curitiba* .Iran: Shiraz University.

Springer Ghosh T. K .(٢٠١١) .*Energy Resources and Systems: Volume 2: Renewable Resources .* London.

Tanja Reiche .(٢٠٠٤) .house, Zero energy (from fossil fuel) .Chicago.

شيماء أحمد صبور. (٢٠٠٩). *البناء بالعمارة الشمسية الموجبة وأساليب تكالم الخلايا الضوئية مع المباني*. جامعة القاهرة.

محمد السيد ستيت . (٢٠٠٥). *التكنولوجيا الذكية في العمارة المعاصرة*. جامعة عين شمس.

محمد مخيمر عبدالجواد. (٢٠٠٤). *المباني السكنية ذاتية الامداد بالطاقة*. جامعة عين شمس.

ماجدة بدر ابراهيم . (٢٠١٠). *العمارة الذكية كمدخل لتطبيق التطور التكنولوجي في التحكم البيئي وترشيد استهلاك الطاقة بالمباني*. جامعة القاهرة.

مروة جودة بدرات. (٢٠٠٦). *التحول بين المنطق والابداع كمدخل للعملية الفكرية بمنهجية العمارة المتوائمة بيئيا* . جامعة القاهرة.

نغم خضر على. (٢٠٠٤). *نحو استراتيجية للتكامل بين نظم الطاقة كمدخل للوصول الى أقل التكاليف*. جامعة عين شمس.