فاعلية استخدام بعض تطبيقات العمارة الخضراء نحو مسكن صفري الطاقة كوسيلة للمساهمة في خفض استهلاك الطاقة فى جمهورية مصر العربية

The effectiveness of using some green architecture techniques towards a zero-energy housing to reduce energy consumption in Egypt

أ.م.د/ أحمد صلاح الدين شيبة

أستاذ مساعد- قسم العمارة - كلية الهندسة - جامعة بني سويف – مصر

Assist.Prof.Dr. Ahmed Salah Eldin Shiba

Associate Prof. Department of Architecture, Faculty of Engineering, Beni-Suef University, Egypt.

ashiba1979@yahoo.com

أ.م.د/ على كمال الطوانسي

أستاذ مساعد- قسم العمارة - كلية الهندسة - جامعة ٦ أكتوبر – مصر

Assist.Prof.Dr. Ali Kamal Al-Tawansy

Associate Prof. Department of Architecture, Faculty of Engineering, 6 October University, Egypt.

dr.aly@hotmail.com

م.د/ هالة عبدالمعز محمد

مدرس - قسم العمارة - المعهد التكنولوجي العالي بالعاشر من رمضان – فرع مدينة ٦ أكتوبر - مصر

Dr. Hala Abdelmoez Mohamed

Assistant Prof. Dep. of Arc. Higher Technological Institute in the 10th of Ramadan - 6 October City Branch – Egypt

hala_waheed2004@hotmail.com

الملخص:

يستعرض البحث **مشكلة** تنامي استهلاك الطاقة الكهربائية مع التوسع في قطاع الإسكان والمرافق في مصر نتيجة للزيادة السكنية والطفرة العمرانية الحالية، وحيث يشكل قطاع الإسكان النسبة الأكبر في استهلاك الطاقة الكهربائية في مصر، وهو ما يستتبع ضرورة تقديم حلول معمارية وعمرانية عملية وقابلة للتطبيق للحفاظ على المكتسبات التي حققتها الدولة مؤخرا في مجال انتاج الطاقة في مصر، وتحقيق فائض من الطاقة قابل للتصدير حاليا. وقد قدمت العديد من الدراسات والأبحاث العديد من الحلول والمقترحات لترشيد أو توليد الطاقة في المباني سعيا نحو تطبيق مفهوم صفرية الطاقة بشكل كلي أو جزئي في المبنى. **ويهدف البحث** إلى تحديد تطبيقات العمارة الخضراء خاصة التطبيقات الشمسية السالبة الأكثر فعالية وملائمة وقابلية للتطبيق في مصر لإنشاء مساكن وتجمعات عمرانية منخفضة الاستهلاك للطاقة كمساهمة في حل مشكلة تزايد استهلاك الطاقة وتحقيق استراتيجية وزارة الإسكان للاستدامة في مصر. حيث **يفترض البحث** أن هناك تطبيقات للعمارة الخضراء أكثر فعالية وتأثيرا فى خفض استهلاك الطاقة فى المباني السكنية، وأكثر قابلية للتطبيق في مصرعن غيرها. يتبع البحث **المنهج الوصفي** فى وصف الوضع الراهن لمشكلة استهلاك الطاقة فى المباني السكنية فى جمهورية مصر العربية، وتعريف مفهوم صفرية الطاقة في المباني، ثم يستخدم **المنهج الاستقرائي** لإثبات فاعلية وكفاءة وملائمة بعض تطبيقات العمارة الخضراء فى خفض معدلات استهلاك الطاقة فى المباني السكنية في مصر، وقابليتها للتطبيق عن البعض الآخر،

استنادا لتجارب وخبرات محلية وتراثية، أو الجدوى الاقتصادية لها، أو توافر الإمكانات المطلوبة لتطبيقها في مصر. لذا فالبحث لا يقدم تطبيقات جديدة أو استراتيجيات جديدة ولكن يأتي دور هذا البحث في تحديد التطبيقات الأكثر فعالية وقابلية للتطبيق نحو "منزل صفري الطاقة" في مصر

الكلمات المفتاحية:

صفري الطاقة - العمارة الخضراء – االتطبيقات السالبة في العمارة – الاستدامة

Abstract

The research describe the growing electricity consumption problem with the expansion of the housing and utilities sector in Egypt as a result of the pobulation increase and the current urban boom, where the housing sector constitutes the largest proportion of electrical energy consumption in Egypt, which entails the need to provide practical and applicable architectural and urban solutions to preserve the gains that we have achieved in the energy production field in Egypt. Many studies and research have presented solutions and proposals to rationalize or generate energy in buildings towards fully or partially implement the concept of zero energy in the building. The research aims to identify the passive solar design applications of green architecture that are most effective, appropriate and applicable in Egypt to create low-energy housing and urban communities as a contribution to solving the problem of increasing energy consumption and achieving the Ministry of Housing's sustainability strategy in Egypt. Where the research imposes that there are applications of green architecture that are more effective and influential in reducing energy consumption in residential buildings, and more applicable than others. The research follows the descriptive methodology describing the current problem of energy consumption in residential buildings in Egypt, and defining the zero energy building concept. Then follows the inductive method to prove the effectiveness, efficiency, applicability and suitability of some green architecture techniques to reduce energy consumption in residential buildings than others in Egypt, based on local and cultural experiences, economic feasibility, or its capabilities in Egypt. Therefore, the research does not present new techniques or new strategies, but identify the most effective and applicable applications towards a "zero energy house" in Egypt

Keywords :

energy crises; zero-energy houses; renewable energy; sustainable strategey.

المقدمة:

فى ظل تزايد التعداد السكاني فى جمهورية مصر العربية بمعدل متسارع، مما أدى إلى زيادة معدلات الطلب السنوي على السكن بمعدل مرتفع. بالإضافة إلى انعكاس أزمات الطاقة العالمية الناجمة عن الاستهلاك المرتفع والمتزايد لموارد الطاقة التقليدية في العالم، يجعل من اللجوء إلى البيئة والاعتماد بشكل أكبر على موارد الطاقة المتجددة هو الحل الأمثل للخروج من تلك الأزمة خاصة في الدول النامية مثل جمهورية مصر العربية.

حيث أنه وفقا للبيانات الإحصائية التي سجلتها الجهات الرسمية المصرية ، فقد تجاوز الطلب التراكمي على السكن حتى عام ٢٠٢٠ عدد٢.٤ مليون وحدة سكنية. حيث أكدت الدراسات أن السوق المصري يتطلب من ٩٠ الف الى ١٠٠ ألف وحدة سكنية سنويا بينما لا ينتج السوق العقاري سوي ٤٥ الف وحدة سنويا أى ما يساوي نصف الوحدات المطلوبة فقط، مما يعني أن نسبة العجز فى الوحدات السكنية سنويا هي ٥٠ ٪. هذا الطلب الهائل يضاعف من مخاطر تفاقم أزمة الطاقة ويؤكد أن

القطاع السكني هو أهم القطاعات التي يجب أن يتم به استخدام تطبيقات العمارة الخضراء لخفض استهلاك الطاقة. حيث أعلنت الحكومة المصرية أنه في صيف ٢٠٢٠ وصلت أجهزة التكييف الى ٤ مليون جهاز في جميع أنحاء مصر ، يعمل معظمها من الساعة ٩ صباحا حتى الساعة ٢ صباحًا من اليوم التالي بهدف خفض درجة الحرارة بمقدار ٢٠ درجة مئوية وهو الفارق بين متوسط الحرارة الخارجية البالغ ٤٥ درجة مئوية وبين متوسط معدل الراحة المناخية البالغ ٢٥ درجة مئوية داخل المبنى وقد أدى هذا الاستخدام إلى ارتفاع استهلاك الكهرباء بشدة. ونتيجة لذلك ، ارتفع معدل استهلاك الكهرباء في مصر بنسبة ١٦٪ في عام ٢٠٢٠ عن العام السابق ٢٠١٩ ، وهو ما يتجاوز الطاقة القصوى للسد العالي بنسبة ٨٪ إلى ٩٪ ، فقد أعلنت وزارة الكهرباء أنه لسد تلك الفجوة نحتاج إلى ٣٥٠٠ ميجاوات في ساعة الذروة. مما يكلف قطاع الكهرباء ما يتجاوز ١٨ مليار جنية.

لذا تتلخص **المشكلة البحثية** في زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية بمعدلات كبيرة جداً خاصة في قطاع الاسكان كمحاولة للوصول إلى معدلات الراحة الحرارية داخل المسكن مما أدى إلى زيادة الأحمال على شبكات الكهرباء وأضاف عبئاً مالياً ضخماً على ميزانية الدولة وقطاع الكهرباء لمحاولة سد الفجوة مابين احتياجات المباني المختلفة من الكهرباء والطاقة الحالية والمستقبلية وبين ما يتم انتاجه، نتيجة لذلك فقد أصبح الوصول إلى نماذج سكنية موفرة للطاقة ضرورة حتمية. واستخدام العديد من تطبيقات واستراتيجيات العمارة الخضراء حول العالم للتعامل مع هذه المشكلة.

وأحد أهم هذه التوجهات هو مفهوم (المنزل صفري الطاقة) والذي يعتمد على مبدأ الموازنة بين استهلاك المبنى للطاقة وانتاجه للطاقة باستخدام أحد وسائل انتاج الطاقات المتجددة.

لا زال اتجاه المباني صفرية الطاقة خاصة في قطاع الاسكان في مصر اتجاها وليدا بدأ تطبيقه بالفعل كمحاولات فردية ثم تبنته الدولة كنهج في مدنها الذكية الجديدة والتي أصدرت لها كودا خاصا بها، يتبنى الكثير من معايير الاستدامة وتوفير الطاقة، سبقه اصدار كود تحسين كفاءة الطاقة في المباني السكنية في ٢٠٠٦، ومازال المعماريين والمخططين المصريين يضعون الاسس والمعايير التصميمية للمباني والمساكن صفرية الطاقة في مصر.

يهدف البحث إلى تحديد تطبيقات العمارة الخضراء (والوسائل السالبة على وجه الخصوص) الأكثر فعالية وملائمة وقابلية للتطبيق في مصر لإنشاء مساكن وتجمعات عمرانية منخفضة الاستهلاك للطاقة كمساهمة في حل مشكلة تزايد استهلاك الطاقة وتحقيق استراتيجية وزارة الإسكان للاستدامة في مصر.

فرضية البحث:

يفترض البحث أن هناك تطبيقات للعمارة الخضراء أكثر فعالية وتأثيرا فى خفض استهلاك الطاقة فى المباني السكنية فى جهورية مصر العربية، وأكثر قابلية للتطبيق عن غيرها.

يتبع البحث المنهج الوصفي فى وصف الوضع الراهن لمشكلة تنامي استهلاك الطاقة فى المباني السكنية فى جمهورية مصر العربية ثم يستخدم المنهج الاستقرائي لإثبات فاعلية وكفاءة وملائمة بعض تطبيقات العمارة الخضراء فى خفض معدلات استهلاك الطاقة فى المباني السكنية في مصر، وقابليتها للتطبيق عن البعض الآخر.

بعد انتهاء حرب السادس من أكتوبر سنة ١٩٧٣، وقيام العرب باستخدام النفط كسلاح اقتصادي بتقليص نسبة تصديره إلى الدول المساندة للكيان الصهيوني انتبه العالم لأهمية الطاقة كأحد أهم ركائز حضارتنا المعاصرة خاصة فى ظل تحذيرات تقرير نادي روما عام ١٩٧٢ التى أكدتها التاثيرات الناتجة عن أزمة نقص مواد البترول [1] مما دفع العالم للبحث عن مصادر طاقة بديلة في حال نضوب النفط ومصادر الطاقة الأحفورية لتبدا الأبحاث والدراسات الجادة عن الطاقة المتجددة وتحديدا في نهاية السبعينيات وبداية الثمانينيات، حيث تم إنشاء هيئة أبحاث وتطوير الطاقة ERDA "Energy Research & Development Administration" في أمريكا سنة ١٩٧٤ عقب الحرب مباشرة، وظهرت بعض المقالات والأبحاث

التي تحاول تقديم حلول لهذه الأزمة العالمية أشارت بعضها إلى مفهوم " صفرية الطاقة في المباني" ، نظرا للتأثير الملحوظ للطاقة على جميع مناحي الاقتصاد والأنشطة المجتمعية والحياتية للمجتمعات الإنسانية. لذا يعد هذا الحدث بالفعل نقطة التحول المحورية في ظهور هذا المفهوم في العمارة كما كان الحال في كل الجوانب الهندسية الأخرى التي تعنى باستهلاك الطاقة [2] ناقشت العديد من الدرسات والأوراق البحثية تقنيات كفاءة الطاقة والوسائل الشمسية السلبية وتطبيقات العمارة الخضراء في المبانى، كاستخدام أنظمة التدفئة والتبريد السلبية ، واستخدام الخلايا الكهروضوئية ، وإعادة تدوير المياه ، وطرق التحكم في كفاءة استهلاك الطاقة من خلال مسارين الأول هو ترشيد استهلاك الطاقة والحد من نسبة الفاقد بها قدر الإمكان، والثاني بتوليد طاقة مستدامة و تخزين الطاقة المولدة ؛ هذه النماذج السكنية هي ما نسميه "بيت الطاقة الصفرية" أو " Near Zero Energy House"[3]

في الواقع ZEB بشكل عام وخاصة في قطاع الإسكان في مصر هو اتجاه وليد، لا يزال المهندسون المعماريون المصريون يضعون الاستراتيجيات والأسس الخاصة بـ "المباني والمنازل المرشدة للطاقة" في مصر ، لذا فهذه الورقة لا تطرح أنظمة جديدة أو مستحدثة ولكن هي محاولة لترشيح بعض تطبيقات العمارة الخضراء والسالبة الأكثر ملائمة وقابلية لاستخدامها في تصميم الوحدات السكنية في مصر وكأحد
الآليات لتطبيق استراتيجية الوزارة نحو الاستدامة، حيث تم النص على "تحقيق الاستدامة" باعتباره الهدف الفرعي الرابع لاستراتيجية وزارة الإسكان في مصر، [14]

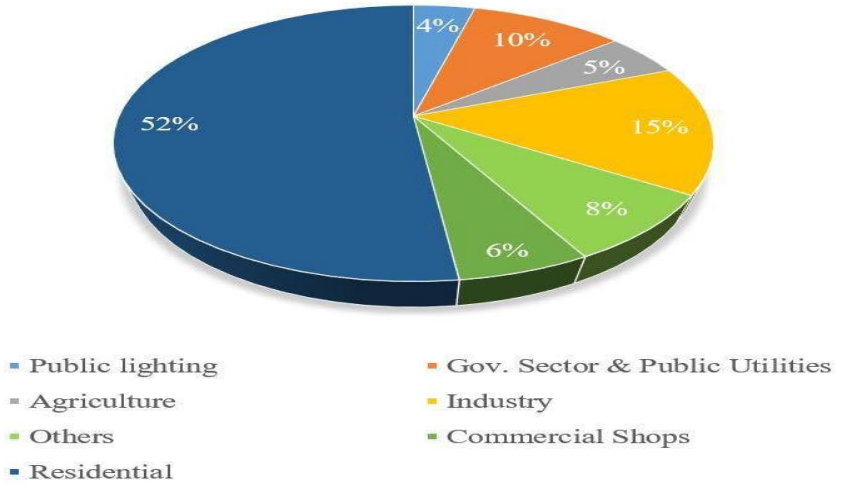
بعض التسميات والاختصارات ذات الصلة "Nomenclature "

ZEB	**Zero Energy Building**
nZEB	**nearly Zero Energy Building**
ZEH	**Zero Energy House**
nZEH	**nearly Zero Energy House**
RES	**Renewable Energy Sources**

١- نمط استهلاك الطاقة في مصر

في عام ٢٠١٤ ، كانت المباني السكنية في مصر هي المستهلك الرئيسي للطاقة مسجلة ٥٢ ٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في مصر في ذلك العام ، الشكل رقم (١) [4]. علاوة على ذلك ، من المتوقع أن يزداد استهلاك الكهرباء للمباني السكنية كل عام بسبب ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن الاحتباس الحراري لكوكب الأرض عموما وللمدن المزدحمة على وجه الخصوص، والنمو السريع لقطاع الإسكان في مصر. وبناءا على فحص استهلاك الطاقة في العديد من المباني السكنية والذي أظهر أن طاقة التبريد هي العبء الرئيسي المطلوب في المباني ، حيث تحقق ٦٧٪ من إجمالي استهلاك الطاقة للوحدة السكنية، لذا تعد الراحة الحرارية أحد الأهداف الرئيسية التي يجب أخذها في الاعتبار ،[5]

كذلك وطبقا للشكل رقم (١) يعد القطاع السكني هو القطاع الأهم للمهندسين المعماريين لتحقيق خفض ملموس في استهلاك الطاقة في مصر ، الأمر الذي يعزز طرح التوجه نحو مباني صفرية الطاقة nZEH & ZEH، كحل تصميمي لهذه المشكلة.



شكل رقم (١) توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية في مصر لعام ٢٠١٤/٢٠١٥ [٤]

٢- تعريف مفهوم "ZEB and nZEB" كما ورد في بعض الدراسات السابقة

هناك عدة تعريفات لـ ZEB (كما ورد ذكرها في مؤلفات وأبحاث سابقة) فيما يلي استعراض لبعض منها:

٢-١ تعريف Esbensen:

"في الدنمارك، تم تحديد مفهوم بيت الطاقة الصفرية بحيث يكون مكتفيا ذاتيًا في تدفئة الفراغات وتوفير إمدادات المياه الساخنة، أثناء الظروف المناخية العادية من خلال وسائل الحفاظ على الطاقة، كاستخدام مواد ذات عزل حراري مرتفع، واستخدام معدات استرجاع الحرارة ونظم التسخين الشمسي، بينما تكون إمدادات الطاقة بالنسبة للتركيبات الكهربائية في المنزل مأخوذة من شبكات المرافق العامة". [6]

ويمكن استبدال مفهوم التسخين في التعريف حيث المناخ البارد في الدنمارك، بمفهوم التبريد لينطبق على بيئتنا المحلية والتي يغلب عليها المناخ الحار.

٢-٢ تعريف Gilijamse:

"يتم تعريف بيت الطاقة الصفرية هنا على أنه منزل لا يتم فيه استهلاك الوقود الأحفوري ، والاستهلاك السنوي للكهرباء يساوي إنتاج الكهرباء السنوي ، وتعد شبكة الكهرباء العمومية كمخزن افتراضي للطاقة عند الحاجة ويكون تغذية الشبكة أو السحب منها بشكل متوازن سنويًا." [7]

٢-٣ تعريف Iqbal:

"المنزل صفري الطاقة هو المصطلح المستخدم للمنزل الذي يجمع على النحو الأمثل بين تكنولوجيا الطاقة المتجددة المتاحة تجاريًا مع أحدث تقنيات بناء كفاءة الطاقة. في المنزل صفري الطاقة لا يتم استهلاك أي مواد أحفورية ، كما أن استهلاكه السنوي للكهرباء يساوي إنتاج الكهرباء السنوي له. قد يكون المنزل صفري الطاقة متصلاً بالشبكة وقد لا يكون متصلا [8]

٢-٤ تعريف Torcellini وآخرون:

"مبنى الطاقة الصفرية الخالصة (ZEB) في الأغلب هو مبنى سكني أو تجاري تنخفض فيه بشكل كبير احتياجات الطاقة من خلال رفع كفاءة استهلاك الطاقة وتوليدها بحيث يمكن تحقيق توازن بين احتياجاته للطاقة من خلال تكنولوجيات الطاقة المتجددة." [9]

٢-٥ تعريف Lausten:

"هي المباني التي تتلاشى فيها محصلة الطاقة الإجمالية المولدة مع الطاقة المستهلكة على مدار العام"، مما يعني أنها تعطي قدرًا من الطاقة لشبكات الإمداد العمومية بالكهرباء يساوي ما تسحبه من هذه الشبكة خلال العام، لذا لا تحتاج تلك المباني إلى أي وقود أحفوري للتدفئة أو التبريد أو الإضاءة أو وسائل أخرى للإمداد بالطاقة على الرغم من أنها قد تستمد أحيانًا الطاقة من الشبكة. [10]

نستنتج من التعريفات المذكورة أعلاه أن ZEB عبارة عن مبنى يولد طاقة من موارد متجددة مساوية لاحتياجاته، لذا فإن الطاقة السنوية التي يستهلكها المبنى تساوي الطاقة المولدة منه، من الأفضل توصيل المبنى بالشبكة للحالات الطارئة حتى يتمكن المبنى من أن يستمد بعض الطاقة من الشبكة عند الحاجة، أي أنه يحكم على صفرية المبنى كمحصلة للانتاج والاستهلاك السنوي، فيمكن أن يستهلك المبنى في بعض الشهور أكثر مما ينتج كشهور الصيف.

٣- الاستراتيجية المقترحة لاسكان منخفض الاستهلاك للطاقة في مصر

شكل رقم (٢) : مصادر متجددة للطاقة [11]

يعد الإسكان من أسرع القطاعات نمواً في مصر، وفي نفس الوقت تستهلك المباني السكنية أكثر من ٥٠٪ من الطاقة الكهربائية المنتجة في مصر سنويًا وهذه النسبة تتزايد كل عام، شكل (١)، لذا فقد حان الوقت لتقوم الحكومة ممثلة في وزارة الكهرباء والطاقة ووزارة الإسكان على وجه الخصوص، بالقيام بدورهم والنظر في وضع عدد من الإرشادات والإجراءات لتحقيق خفض ملموس في الطاقة الكهربائية التي يستهلكها قطاع الإسكان ، وذلك بالتوجه لاستخدام نماذج ZEH في جميع التجمعات العمرانية الجديدة التي سيتم بناؤها في مصر في المستقبل.

تحدد استراتيجية التصميم العامة المقترحة للإسكان منخفض استهلاك الطاقة (صفري الطاقة) ZEH في مصر ثلاثة أهداف **رئيسية:**

أ. التوسع في توليد احتياجات المبنى من الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة الشكل رقم (٢) [11].

ب. خفض كمية الطاقة الكهربائية المباشرة التي يستهلكها المبنى عن طريق استخدام أنظمة التدفئة والتبريد السلبية (تهوية طبيعية ، جدران مزدوجة ، مظلات ، أسقف مزدوجة ... إلخ) الشكل رقم (٣) [11]،

ج. خفض كمية الطاقة الكهربائية غير المباشرة من خلال تحقيق معايير استدامة أخرى بالمبنى كمعيار المواد والموارد باستخدام جدران عازلة للحرارة، شكل (٨)، وعناصر ومواد إنشاء الواجهة، شكل (٩،١٠). استخدام أنظمة تدوير ومعالجة

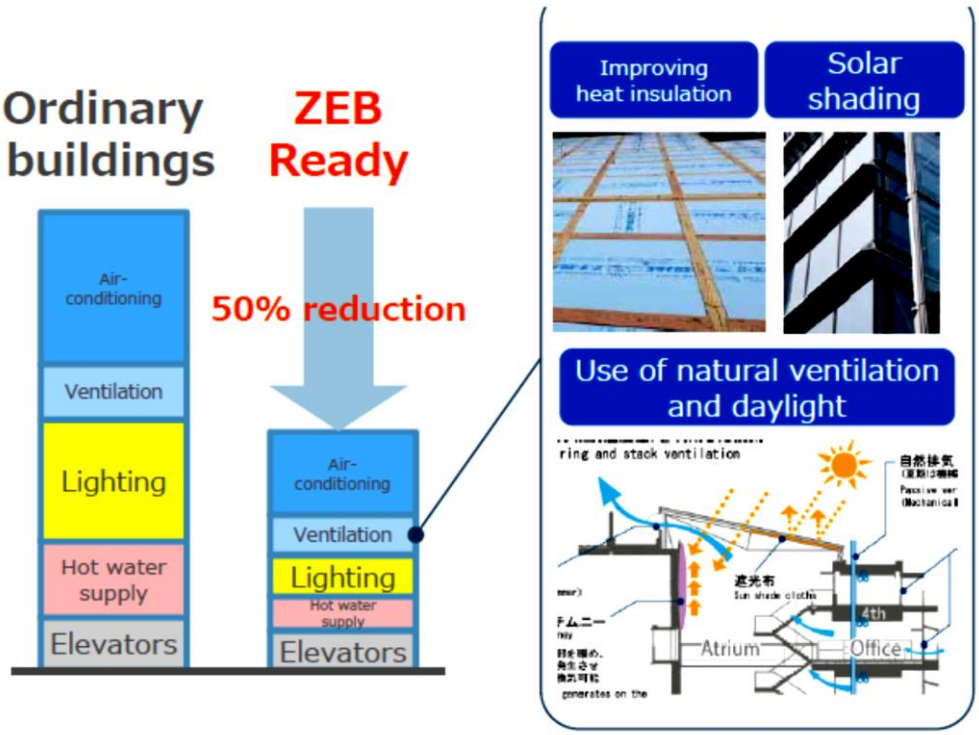
المياه الرمادية بالمبنى وحيث يعد معيار ترشيد استهلاك وتدوير المياه أحد معايير الاستدامة الأساسية في أنظمة التقييم العالمية للمباني المستدامة، والذي يستنزف الكثير من الطاقات والموارد على المستوى القومي.

مع الأخذ في الاعتبار النطاق المحيط بالوحدة السكنية باستخدام معايير تصميمية محددة لتصميم وتخطيط البيئة العمرانية المحيطة وحيث أن الحلول الشمولية التي تشمل البيئة العمرانية والتجمعات السكنية يكون تأثيرها أكبر من المحاولات الفردية على مستوى المسكن.

وتعد الأهداف السابقة تطبيقا مباشرا أو غير مباشر لمعايير الاستدامة الرئيسية التي نصت عليها معظم أنظمة التقييم العالمية للاستدامة في المباني مثل ((LEED, BREAM,CASPEE, Green Globs, Green Star…etc ونظام التقييم المحلي الوليد "نظام الهرم الأخضر المصري" .GPRS -Green Pyramid Rating System، وتعد أهم هذه المعايير التي يتعرض لها البحث بشكل **مباشر أو غير مباشر هي:**

- الطاقة وهو المحور الأهم الذي يتناوله البحث.
- المواد والموارد ممثلة في نوعية مواد الجدران العازلة و والمواد المستخدمة في الواجهات والفتحات وخلافه.
- تحسين جودة الهواء الداخلي والراحة الحرارية
- معيار المياه سواء بترشيد استهلاك المياه أو بإعادة تدويرها

وتشكل هذه المعايير الأربعة في مجملها دائما النسبة الأكبر من درجات التقييم في أنظمة التقييم العالمية، لذا سيركز عليها البحث.



الشكل رقم (٣) تقليل استهلاك الطاقة باستخدام أنظمة التدفئة والتبريد السلبية [١١]

٤. تطبيقات العمارة الخضراء نحو مسكن صفري الطاقة

يقترح هذا الجزء من البحث تطبيقات العمارة الخضراء الأكثر ملائمة وفاعلية وقابلية للتطبيق في مصر لعدة أسباب منها:

أ. وجود جذور تاريخية وتراثية لها حيث أنها كانت مطبقة بالفعل في مجتمعاتنا المحلية عبر عقود طويلة (كالفناء وملاقف الهواء واستخدام الجدران السميكة من الحجارة والطوب اللبن وخلافه) وحيث أثبتت كفاءتها عبر العصور في بيئتنا المحلية.

ب. إمكانية تطبيقها وبتكلفة مقبولة اقتصاديا مقارنة بتطبيقات ووسائل أخرى.

ج. توافر الخبرات والموارد المادية والفنية اللازمة لتنفيذها وصيانتها فيما بعد في مجتمعاتنا المحلية بسهولة ويسر.

د. تحقيقها لأكثر من معيار من معايير التقييم السابق ذكرها للاستدامة، فعلى سبيل المثال: يحقق عنص التهوية الجيدة معيار جودة جودة بيئة الهواء الداخلي، إلا أنه يساهم كذلك في توفير الطاقة المطلوبة لتكييف الهواء بتحقيقه للراحة الحرارية.

وتعنى الدراسة هنا بالوحدات السكنية منخفضة الارتفاع حول ٤ طوابق لأن القوانين في معظم المجتمعات العمرانية الجديدة تقيد ارتفاع المباني إلى ٤ طوابق ، وهناك بعض التوصيات المعمارية والعمرانية والأسس التصميمية الإرشادية لاستخدامها أثناء التصميم.

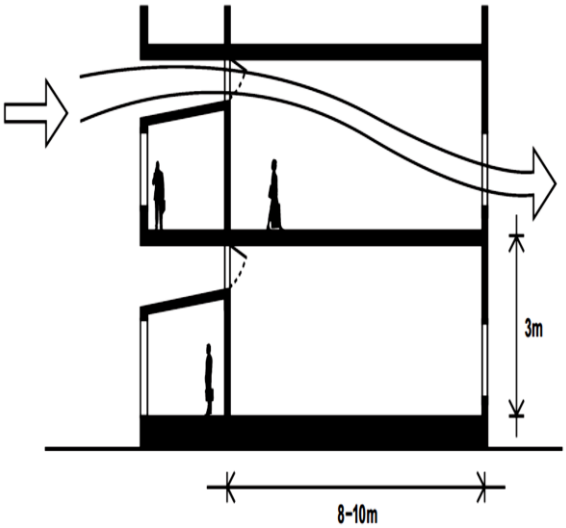
٤-١ التهوية الطبيعية

يمكن تحقيق التهوية الطبيعية بأكثر من طريقة مثل:

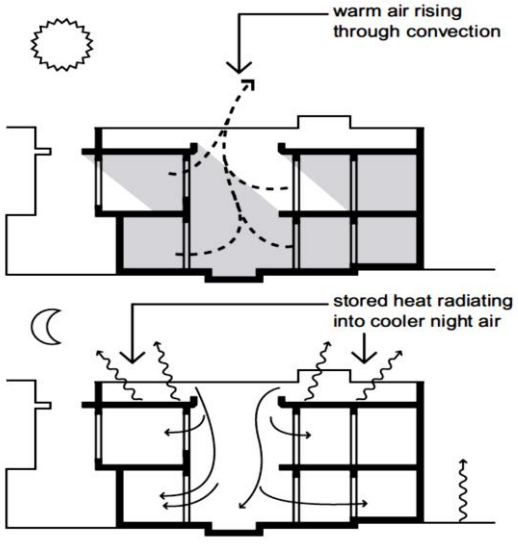
- التهوية المتقاطعة (الفتحات المتقابلة) لتصميم المباني ذات التحميل المنفرد للممر شكل رقم (٤) [12]
- استخدام الأفنية والساحات الداخلية، بنظرية المدخنة "Stack effect" والتي تعتمد على سحب وتحريك الهواء نتيجة فرق الضغط الناتج عن اختلاف درجات الحرارة، الشكل رقم(٥) [12]
- ملاقف الهواء أو أبراج الرياح "Wind Catchers"، يوضح الشكل رقم ٦ (أ) ، ٦ (ب) [13] ملقف ذكي إلكتروني.

وكلاهما ببساطة مماثل لفكرة عمل الفناء التقليدي و برج الرياح التقليدي، مع إضافة وسائل ميكانيكية بسيطة سواء للتحكم في فتح وغلق فتحات الملقف عند الحاجة، وإضافة رذاذ المياه لترطيب الهواء في الأقاليم الجافة، وهي لا تستهلك طاقة كهربائية تذكر مقارنة بما يمكن أن يوفره الملقف من راحة حرارية وبالتالي توفير الطاقة المطلوبة لتكييف الهواء.

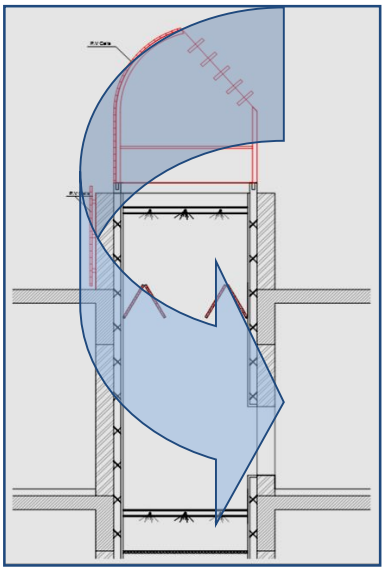
وكلا الأسلوبين من التطبيقات السالبة في العمارة رخيصة التكلفة ولها جذور وتجارب تراثية ناجحة في التأقلم مع المناخ والبيئة المحلية، شكل ٧ (أ) ، ٧ (ب) [15].



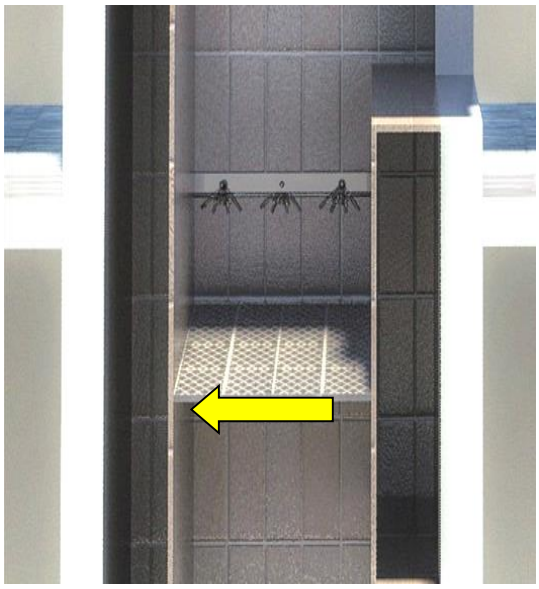
شكل رقم (٤) التهوية المتقاطعة (الفتحات المتقابلة) لتصميم المباني ذات التحميل المنفرد للممر[12]



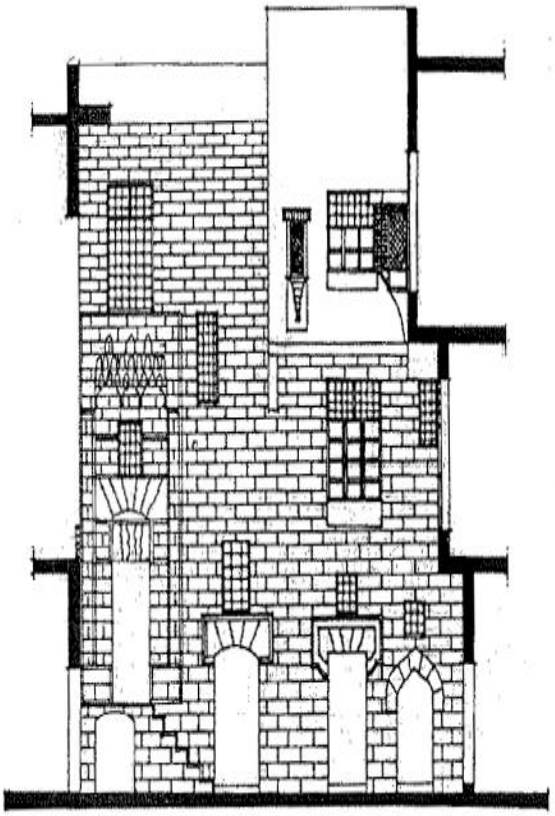
شكل رقم (٥) استخدام الافنية الداخلية للتهوية بنظرية المدخنة "Stack Effect" [12]



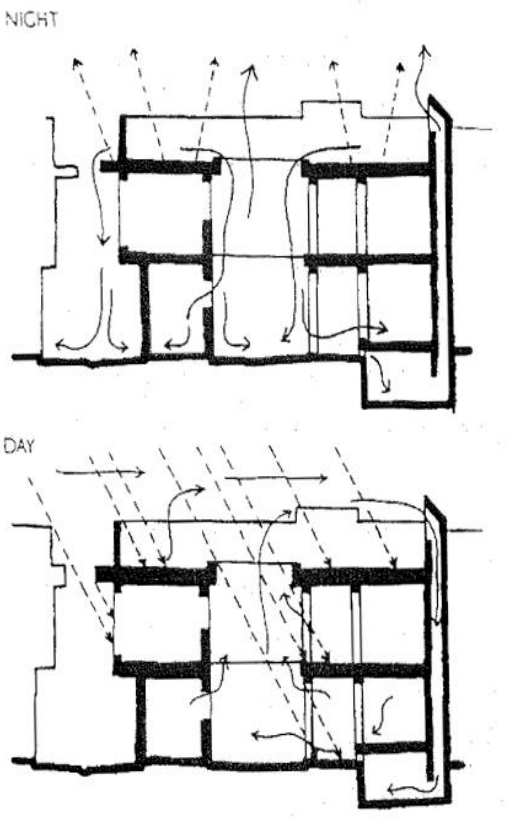
شكل ٦ (أ) قطاع الملقف الإلكتروني[13]



شكل ٦ (ب) أنظمة الرذاذ في الملقف الإلكترونية[13]



شكل ٧ (أ) فناء تقليدي بمنزل جمال الدين الذهبي بالقاهرة [15]



شكل ٧ (ب) حركة الهواء نهارا وليلا خلال ملقف هواء وفناء تقليدي،[15]

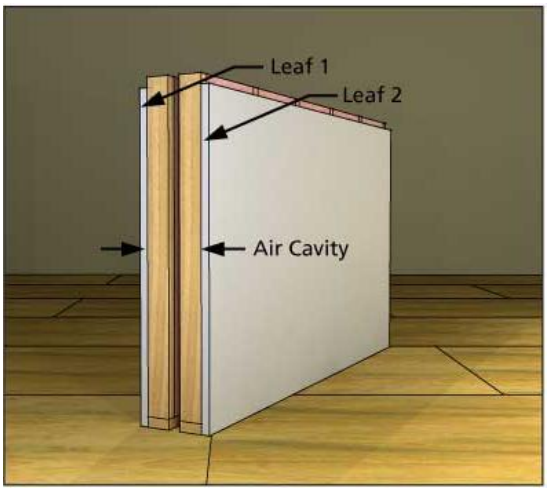
ولتحقيق أفضل أداء ممكن للتهوية بالمباني نوصي كذلك بمراعاة توجيه المباني والمسافات البينية بينها على المستوى العمراني

فيجب أن تكون معظم الوحدات السكنية في اتجاه الشمال لالتقاط الرياح الشمالية المحببة في مصر، وللحصول على معظم الاستفادة من معالجات التهوية الطبيعية المستخدمة في تصميم الوحدة السكنية.

- كذلك نوصي باستخدام التشكيل المدمج (المتضام) عند تصميم مجتمعات عمرانية جديدة خاصة في المناطق الحارة الجافة، للحصول على أكبر قدر ممكن من الظلال لتحقيق خفض كمية الطاقة اللازمة لتبريد الوحدات السكنية إلى الحد الأدنى، والتشكيل المفتوح في الأقاليم الرطبة لتحفيز حركة الهواء وتقليل مستويات الرطوبة بها.

٤-٢ استخدام جدران مزدوجة عازلة للحرارة

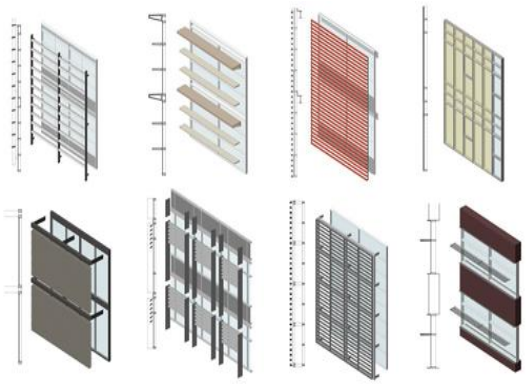
الجدار المزدوج هو تقنية للحد من الانتقال الحراري من خارج المنزل إلى الداخل في صباحا، ومن الداخل إلى الخارج في الليل في المناخ الحار ويعتمد على الموصلية والسعة الحرارية والتخلف الزمن للمواد المستخدمة.[16] الشكل رقم (٨) [16]. كما يساهم كذلك في العزل الصوتي لمصادر الضوضاء سواء من خارج أو داخل المبنى.



شكل رقم (٨) أنظمة مزدوجة الجدار [16]

٤-٣ أنظمة التظليل ومعالجات الواجهات

تعد معالجات الواجهات سواء من استخدام الكاسرات الشمسية الرأسية أو الأفقية والزجاج والمواد العازلة أو العاكسة للحرارة بها، واستخدام الفتحات الصغيرة خاصة في المناخ الحار الجاف، من الوسائل الفعالة والمؤثرة بشكل كبير على مستوى استهلاك المبنى للطاقة خاصة في المناطق الحارة الجافة بسبب المستويات العالية من الإشعاع الشمسي بها الشكل رقم (٩) [17]، كما أن تصميم الواجهة يلعب دورًا أساسيا فضلا عما يوفره من توفير للطاقة في المبنى فهو يمثل عنصرا جماليا بما يوفره من الظل والظلال من خلال بروز بعض أجزاء من الواجهة ، وحجم ومكان النوافذ ، شكل رقم (١٠) [19] & [18]



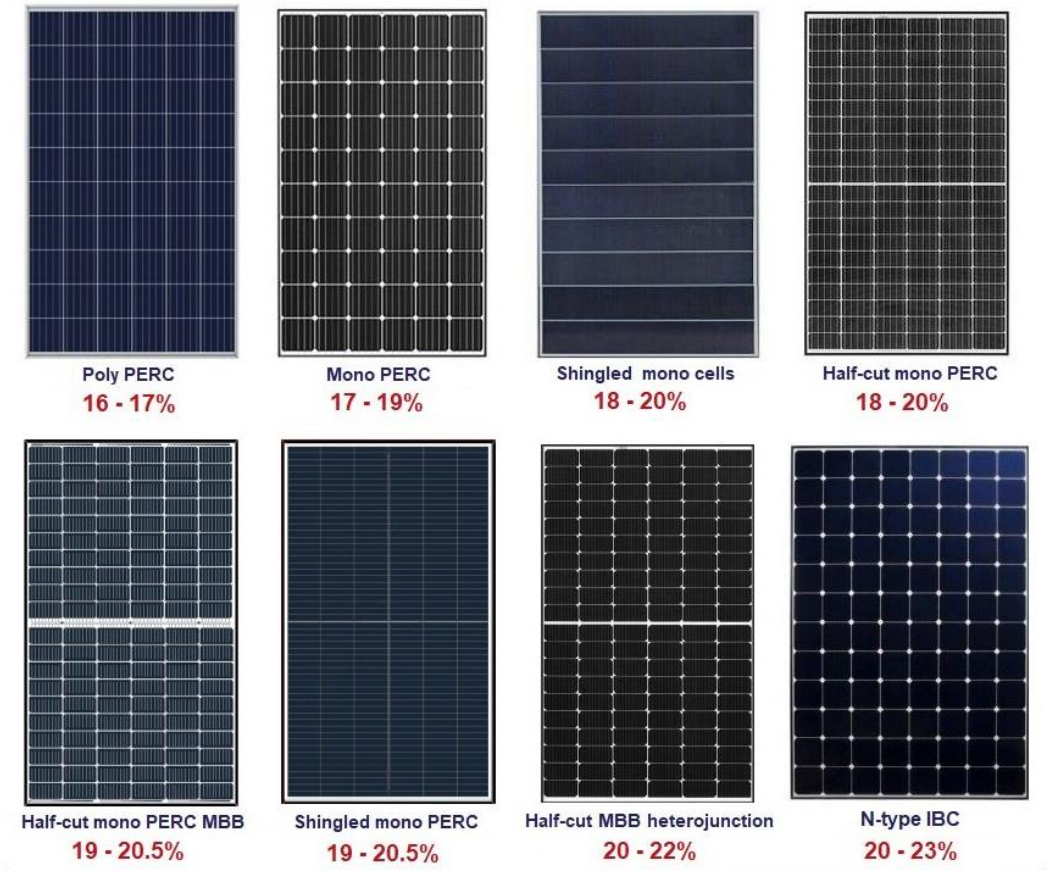
شكل رقم (٩) أنواع الكاسرات[17]

شكل رقم (١٠) واجهات النوافذ الصغيرة [[19] & [18]

٤-٤ توليد الطاقة باستخدام الخلايا الشمسية (أو الكهروضوئية)

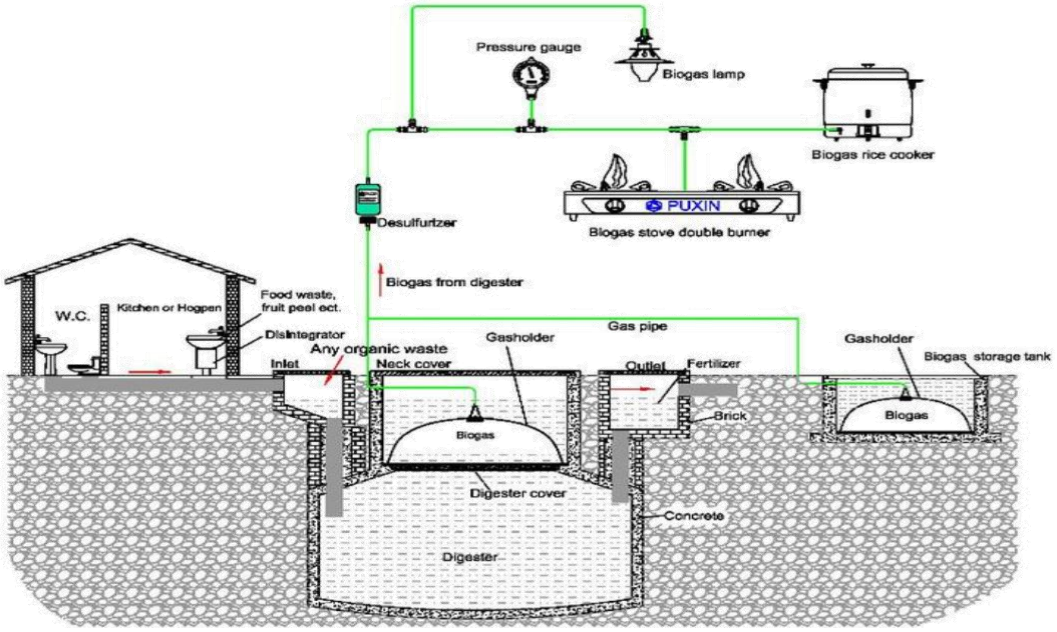
يعد استخدام الخلايا الكهروضوئية في المباني لتوليد الطاقة أحد أفضل الحلول الشمسية الموجبة "Active Solar systems" وتحقيق مفهوم صفرية الطاقة، نظرا لقابليته للتطبيق وبتكلفة مقبولة نسبيا مقارنة بأنظمة توليد الطاقة الأخرى في المباني، فالشمس وهي مصدر الطاقة متوافرة في كل الأقاليم المناخية في مصر وبمعدل سطوع يسمح باستغلالها اقتصاديا، بينما لا يتوافر ذلك في أبراج الرياح على سبيل المثال والتي لا تتوافر بسرعات تسمح باستغلالها اقتصاديا سوى في أماكن محدودة في مصر كالغردقة والزعفرانة. كما أن مكوناتها أصبحت متوافرة وبأسعار مقبولة اقتصاديا، وكذلك الخبرات الفنية المطلوبة لها. وتتوافر بأشكال وألوان وأنواع مختلفة في السوق المصري، شكل رقم (١١) [20].

كما يحبذ كذلك استخدام السخانات الشمسية والتي تعتمد على فكرة الاكتساب المباشر وغير المباشر للحرارة من الشمس، ولا تحولها إلى كهرباء كالخلايا الشمسية، إلا أن أحمال تسخين المياه تشكل عبئا على أحمال الكهرباء المطلوب توفيرها للمبنى في حال عدم وجود السخانات الشمسية.



شكل رقم (١١) شكل يوضح التنوع الكبير في أنوع الخلايا الكهروضوئية والنسبة المئوية لكفاءة توليدها للطاقة [٢٠]

ويمكن استخدام الطاقة الحيوية غاز الميثان "Biogas" المتولد عن تحلل الروث والمخلفات العضوية، على نطاق اقتصادي في التجمعات الريفية الكبيرة في مصر وبشكل مركزي وليس فرديا، نظرا لما قد ينتج عنها من مخاطر الاشتعال الناتج عن الإهمال حال استخدامها على نطاق المنزل، الشكل رقم (١٢) [22]

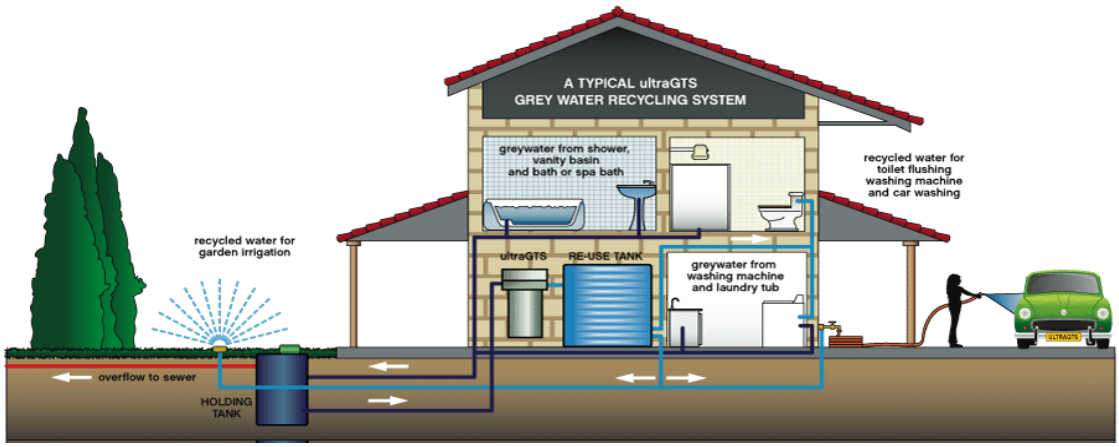


شكل رقم (١٢) استخدام الطاقة الحيوية في المناطق الريفية. [٢٢]

٤-٥ أنظمة إعادة تدوير المياه

يعد معيار المياه أحد المعايير الرئيسية الحاكمة في أنظمة تقييم المباني المستدامة، ويسهم تطبيقه في حفظ الموارد الضخمة التي تتكلفها الدولة سواء في إنشاء محطات تحلية أو معالجة المياه ومحطات الرفع وخلافه، وترشيد الطاقة الضخمة المطلوبة لها كذلك. لذا فهو يسهم في توفير الطاقة على المستوى القومي. وغالبا ما تتركز استراتيجية ترشيد المياه في أمرين رئيسيين: الأول هو استخدام أجهزة ومعدات وأنظمة تغذية مرشدة لاستهلاك المياه، والثاني وهو إعادة التدوير للمياه الرمادية، حيث يتم إعادة تدوير المياه القادمة من حمامات الاستحمام وأحواض اليد وإعادة استخدامها في ري الحدائق والمزروعات وغسيل السيارات وغسالات الملابس والسيفونات؛ بينما يتم توجيه المياه القادمة من المراحيض وحوض المطبخ مباشرة إلى شبكة الصرف العمومية، يظهر نظام بسيط لإعادة تدوير المياه الرمادية في الشكل رقم (١٣) [21]

يمكن استخدام وحدة معالجة مصنعة محليا لمنزل صغير، تعتمد على مراحل أولية يستخدم فيها الرمل والزلط للمعالجة الأولية وهو ما يسهم في خفض التكلفة الى ٤٠٠ دولار أمريكي بدلا من وحدات المعالجة الجاهزة التي تصل تكلفتها الى ١٠٠٠ دولار، ويعتمد حجم وتكلفة هذه الوحدات على سعات التصريف المقدرة للمبنى "Drainage Fixture units" والتي تختلف تبعا لحجم ونوعية نشاط المبنى [1]



الشكل رقم (١٣) نظام بسيط لإعادة تدوير المياه الرمادية [٢١]

٥- الخلاصة:

يخلص البحث إلى ملائمة وفعالية بعض تطبيقات العمارة الخضراء عن البعض الآخر للتطبيق في المباني السكنية في مصر، ويرجع ذلك لعدة أسباب منها وجود تجارب تراثية ناجحة لها في بيئاتها المحلية في مصر نجحت في تلبية احتياجات مستخدميها لعقود طويلة، كذلك قابليتها للتنفيذ في مصر وبتكلفة اقتصادية مقبولة تراعي الوضع الاقتصادي للفئات السكانية المستهدفة، وتوافر الخبرات المحلية لتنفيذها وتشغيلها وصيانتها، وغيرها من الاعتبارات التي تناولها البحث.

٦- النتائج والتوصيات:

يمكن إجمال نتائج وتوصيات البحث في النقاط التالية:

1. تستهلك المباني السكنية سنوياً أكثر من ٥٠٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في مصر.
2. يعد الإسكان من أكثر القطاعات نموًا في مصر، وتخطط الحكومة لبناء الكثير من المجتمعات العمرانية الجديدة في المستقبل القريب.
3. يجب على الحكومة ووزارة الإسكان وضع سياسات تحفيز أو إلزام للمصممين والمخططين المعماريين عند تصميم الوحدات السكنية في المجتمعات العمرانية الجديدة لإنشاء نماذج الإسكان منخفضة استهلاك الطاقة. فالأكواد والقواعد موجودة ولكن دون تحفيز أو إلزام لن يكون هناك دافع لتطبيقها.
4. ZEB عبارة عن مبنى مرشد لاستهلاك الطاقة و يولد الطاقة من موارد متجددة مساوية لاحتياجاته ، لذا فإن الطاقة السنوية التي يستهلكها المبنى تساوي الطاقة المولدة منه ، من الأفضل توصيل المبنى بالشبكة للحالات الطارئة حتى يتمكن المبنى من أن يستمد الطاقة من الشبكة عند الحاجة.
5. يجب نشر مفهوم صفرية الطاقة ومدى أهميته للمجتمع بين دائرة صنع القرار في مجال البناء والإسكان في مصر، كالمطورين العقاريين والاستشاريين وشركات المقاولات إضافة إلى الجهات الحكومية المعنية كأجهزة المدن والوحدات المحلية وخلافه.

7- **References**

1- Shiba, Ahmed Salal Eldin & Ali, Mohamed N. " Grey water treatment, reused and benefit of the heat capacity of water to improve the environmental performance of internal space" Journal of Xi'an University of Architecture & Technology" Volume XII, Issue VII, 2020 pp. 983-992

2- Shiba, Ahmed Salal Eldin " Generating Energy from the Movement Resulted from the Human activities for Confronting the Global Energy Crisis" Advances in Environmental Biology Vol. 08, No.02, 2014, PP: 1931-1940

3- Anna Joanna Marszaland Per Heiselberg,*Zero Energy Building (ZEB) definetions- A literature review*,technical report of subtask A,iea-shc org.,2012

4- Elecric Energy Holding Company,*Report*,Egypt,2015

5- Mostafa Atwa,*Architectural Design with Environmental Solutionsas as a Scope for Sustainability*, paper,Journal of Buildings and Sustainability,vol.1,issue 2,2016.

6- Esbensen, T.V. & Korsgaard, V, *Dimensioning of the solar heating system in the zero energy house in Denmark*. Solar Energy Vol. 19, Issue 2, 1977, pp. 195-199

7- Gilijamse, W. , *Zero-energy houses in the Netherlands*. Proceedings of Building Simulation '95. Madison, Wisconsin, USA, August 14–16; 1995, pp. 276–283. Web address: http://www.ibpsa.org/proceedings/BS1995/BS95_276_283.pdf

8- Iqbal, M.T. , *A feasibility study of a zero energy home in Newfoundland*, Renewable Energy Vol. 29, Issue 2 February 2004, pp. 277-289

9- Torcellini, P., Pless, S. & Deru, M. , *Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition*, National Renewable Energy Laboratory (NREL), USA , 2006 Web address: http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf

10- Laustsen, J. , *Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings*, International Energy Agency (IEA), 2008 Web address: http://www.iea.org/g8/2008/Building_Codes.pdf

11- Energy Efficiency and Conservation Division Agency for Natural Resources and Energy, Ministry of Economy,Trade and Industry,Japan, *Definition of ZEB and future measures proposed by the ZEB Roadmap Examination Committee*, technical report, 2015.

12- Peter St. Clair, *Low – Energy Design in U.A.E. – Building Design Principles*, BEDF Environment Design Guide, Feb.2009

13- Hala Abdelmoez Mohamed, *Merging traditional Arabian Architecture and Smart Architecture Between theory and Application" Electronic Windcatcher- Malkaf" as a new way to solve identity and energy dilemma*,Ph.D Thesis, Faculty of Engineering,Cairo University,2012

14- Ministry of Housing, Utilities & Urban Communities, (2018), ith UN Human Settlements Habitat, Housing Strategy in Egypt, Cairo, May 2018.

١٥- وزيري، يحي، "تطبيقات على عمارة البيئة، التصميم الشمسي للفناء الداخلي"، مكتبة مدبولي، القاهرة، ٢٠٠٢.

15-Wazery, yahya, "tatbekat alaa elemara el beeaa , eltasmem el samsy llfenaa el dakhely",maktabet madboly, elkahera, 2002

16. http://www.soundproofingcompany.com/soundproofing101/triple-leaf-effect

17. http://www.payette.com/conferences/a-sun-shading-performance-retrospective

18. http://www.pinterest.ie/pin/501307002258033787

19. http://www.pinterest.ie/pin/501307002263270325

20. www.cleanenergyreviews.info

21. https://ecoseptic.com.au/aerated-wastewater-treatment-system/

22. https://www.pinterest.com/pin/101471797824475828/

23. http://inhabitat.com/norway-to-double-wind-power-capacity-with-worlds-largest-onshore-wind-farm/norway-wind-energy-farm/