التصميم الداخلي للمنازل الفائضة للطاقة وتأثيره على الاقتصاد الأخضر

Interior Design of Energy Surplus Homes and Its Impact on The Green Economy

ا.د/ احمد حسني رضوان
جامعة حلوان، كلية الفنون الجميلة، قسم العمارة
Prof. Ahmed Hosny Radwan
Helwan University, Faculty of Fine Arts, Department of Architecture
ا.د/ مها محمود ابراهيم
جامعة ٦اكتوبر، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والاثاث
Prof. Maha Mahmoud Ebrahim
October 6 University, Faculty of Applied Arts, Department of Interior and Furniture Design
ا.د/ سالي محمد فريد
جامعة القاهرة، كلية الدراسات الافريقية العليا، قسم السياسة والاقتصاد
Prof. Saly Mohamed Farid
Cairo University, Faculty of Higher African Studies, Department of Politics and Economics
م.د/ نجلاء عزت احمد
جامعة ٦اكتوبر، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والاثاث
Dr. Nagla2 Ezzat Ahmed
October 6 University, Faculty of Applied Arts, Department of Interior and Furniture Design
م.د/ مي الدسوقي
جامعة ٦اكتوبر، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والاثاث
Dr. Mai Eldesoky
October 6 University, Faculty of Applied Arts, Department of Interior and Furniture Design
الباحثة/ راويه حسن حامد
جامعة ٦اكتوبر، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والاثاث
Researcher. Rawia Hassan Hamed
October 6 University, Faculty of Applied Arts, Department of Interior and Furniture Design
rawya.hassan.art@o6u.edu.eg
الباحثة/ رباب محمد ابراهيم
جامعة ٦اكتوبر، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والاثاث
Researcher. Rabab Mohamed Ebrahim
October 6 University, Faculty of Applied Arts, Department of Interior and Furniture Design
rababm945@gmail.com

الملخص

منذ عقود يواجه العالم مخاطروأزمات عديدة نتيجة زيادة معدلات استهلاك الطاقة والتي تسببت في مشكلات اقتصادية كبيرة. وفي ضوء هذه الازمة تسعي الدول الي تبني إستراتيجية تهدف الي الانتقال الي ما يسمي بالاقتصاد الأخضر استجابةً لهذه الأزمات، وهو الاقتصاد الذي يقلل من المخاطر البيئية وندرة الموارد الإيكولوجية ويقل فيه انبعاثات الكربون وتزداد من خلاله كفاءة الموارد. ولقد اظهرت الدراسات العالمية ان قطاع المباني وخاصةً المباني السكنية له النصيب الاكبر من استهلاك الطاقة والتي بلغت نسبة ٤٤,٢ %من الاستهلاك الكلي، ومن هنا ظهرت فكرة المنازل الفائضة للطاقة وهي مباني سكنية مستدامة قادرة على توليد الطاقة ذاتياً بحيث أن الطاقة المتولدة منها لا تنضب بسبب استمرار تجددها، كما انها طاقة نظيفة خالية من الكربون وصديقة للبيئة تحقق معايير الاقتصاد الأخضر. ومن هنا يهدف البحث الي الوصول الي معايير التصميم الداخلي للمنازل الفائضة للطاقة وتأثير ذلك على الاقتصاد الأخضر، وتتبع هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال دراسة أسس التصميم للمنازل المولدة لفائض الطاقة وتحليل بعض النماذج في مختلف دول العالم. كذلك دراسة مفهوم الاقتصاد الأخضر وعلاقته باستهلاك الطاقة في المباني السكنية، ثم وضع معايير لتصميم الحيز الداخلي للمنازل الفائضة للطاقة. ولقد توصلت هذه الورقة البحثية الي انه يمكن الاستفادة من معايير التصميم الداخلي للمنازل الفائضة الطاقة ليكون اداه لتعزيز مفهوم الاقتصاد الأخضر بما يتوافق مع الخطة الاستراتيجية لمصر في قطاع الطاقة والاقتصاد، ويوصي البحث بضرورة رفع الوعي لدي المصممين الداخليين وكلاً من المختصين والأجهزة المعنية بالدولة بأهمية تبني الأفكار التي تهدف الي الحد من استهلاك الطاقة بالمباني السكنية ووضع استراتيجية للاستفادة من فائض الطاقة لتحقيق اهداف الاقتصاد الأخضر.

الكلمات المفتاحية:

المنزل الفائض للطاقة، الاقتصاد الأخضر، التصميم والتطوير التجديدي، التصميم المناخ الحيوي.

Abstract

For decades, the world has faced many risks and crises as a result of increased energy consumption rates, which have caused major economic problems. In light of this crisis, countries are seeking to adopt a strategy aimed at moving to a so-called green economy in response to these commitments, one that reduces environmental risks and the scarcity of ecological resources, reduces carbon emissions and increases resource efficiency. Global studies have shown that the buildings sector, especially residential buildings, has the largest share of energy consumption at 44.2% of total consumption. Hence the idea of a surplus home, which is a sustainable residential building capable of self-generating energy, has emerged as the energy generated from it is inexhaustible due to its continued regeneration, and it is a clean, carbon-free, and environmentally friendly energy that meets the standards of the green economy. Hence, the research aims to reach the internal design standards of surplus homes energy and their impact on the green economy The study follows the analytical descriptive approach by studying the design foundations of surplus homes and analyzing some models in different countries of the world, as well as the concept of a green economy and its relationship to energy consumption in residential buildings, This paper found that the internal design criteria for surplus homes could be used to promote the concept of a green economy in line with Egypt's

strategic plan in the energy sector and the economy. The research recommends the need to raise awareness among in-house designers of the importance of adopting ideas aimed at reducing energy consumption in residential buildings and developing a strategy to take advantage of surplus energy to achieve green economy objectives.

Keywords:

Keywords: Energy Surplus Homes, Green Economy, Developmental and Regenerative Design, Bioclimatology

المقدمة

في ظل التحديات البيئية والاقتصادية التي يواجها العالم أصبح من الضروري إيجاد حلول مستدامة وابتكارية لتحسين كفاءة الطاقة والحد من انبعاثات الكربون. ومن بين هذه الحلول تبرز المنازل الفائضة للطاقة وهي مباني سكنية تنتج طاقة أكثر من احتياجاتها باستخدام مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية أو الرياح. وذلك للمساهمة في تحويل البنية التحتية إلى بنية أكثر استدامة وأكثر دعماً للاقتصاد الأخضر حيث يعتبر هدفا حيويًا حول العالم، وهو اقتصاد يرتكز على المحافظة على البيئة والتنوع الحيوي والتنمية الاقتصادية. إن المنازل الفائضة للطاقة تعزز الارتباط بين البيئة والاقتصاد وتشكل محفزًا قويًا لتحسين جودة الحياة وتحقيق التنمية المستدامة.

مشكلة البحث

تواجه جمهورية مصر العربية ودول العالم ازمة في الطاقة التقليدية اضافة للأزمة المناخية والاقتصادية الحالية، وذلك بسبب استهلاك الطاقة، خاصا بالمنازل تقليدية التصميم؛ كما يحتاج المجتمع العالمي لمنهج علمي لتصميم مسكن يحقق فائضا للطاقة؛ ويأصل مبدأ الاقتصاد الأخضر بأبعاده المستدامة، ومن هنا تكمن مشكلة البحث في:

- ❖ كيف يمكن ان يكون تحقيق معايير المنازل فائضة الطاقة مصدرا للتأمين الطاقة في المستقبل؟
- ❖ هل يمكن الاستفادة من تطبيق مفهوم المنازل فائضة الطاقة لتحقيق اهداف الاقتصاد الأخضر؟
- ❖ الي اي مدي يمكن للحيز الداخلي الفائض للطاقة أن يكون أداة لتحقيق مفهوم الاقتصاد الأخضر؟

أهداف البحث

1. دراسة الأساليب المعمارية والتقنيات الحديثة التي تساعد المنزل على توليد فائض للطاقة.
2. تحديد معايير التصميم الداخلي للمنازل فائضة الطاقة.
3. القاء الضوء على مفهوم الاقتصاد الأخضر كمبدأ اقتصادي من أبعاد التنمية المستدامة.
4. تحديد علاقة معايير التصميم الداخلي للمنازل فائضة الطاقة بالاقتصاد الأخضر كمبدأ له انعكاسه الإيجابي علي التنمية المستدامة.

فرضية البحث

- ❖ إن دراسة الاساليب المعمارية وتقنيات المنازل فائضة الطاقة؛ يمكن الاستفادة منها في تأمين مصدر الطاقة اللازمة للمنازل السكنية.
- ❖ إن تطبيق معايير التصميم الداخلي للمنازل فائضة الطاقة يحقق أهداف الاقتصاد الأخضر.

منهجية البحث

تتبع هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، من خلال دراسة أسس التصميم للمنازل المولدة لفائض الطاقة وتحليل بعض النماذج للمباني السكنية في مختلف دول العالم.

١- المنازل الفائضة للطاقة ومفهومها ومبادئها وأهميتها:

١-١-مفهوم المنزل الفائض للطاقة:

surplusوتعرف كلمة Surplus energy homeيعرف المنزل الفائض للطاقة باللغة الانجليزية
، أنها الكمية الإضافية أو أكثر من اللازم، University Oxford)من خلال قاموس اوكسفورد (
حيث يطلق على المنزل الفائض للطاقة العديد من المصطلحات، ومنها منزل الطاقة الإيجابية، منزل فائض الكفاءة (.
(Plus energy house, house plus-efficiency

وللوصول الي مفهوم أدق للمنزل الفائض للطاقة تم أستعرض العديد من التعريفات المرادفة، فيعرف المنزل الفائض للطاقة باسم المنزل النشط أو منزل الطاقة الإيجابية الصافية، وهو مبنى سكني مصمم لتوليد طاقة أكثر مما يستهلك خلال فترة محددة تكون عادة لعام واحد. وبشكل عام فأن مفهوم فائض الطاقة في المنازل يعتبر من " مبادئ التصميم المستدام وممارسات المباني الخضراء، مع التركيز على تعظيم كفاءة الطاقة واستخدام مصادر الطاقة المتجددة". (١٦)

وكذلك يعرف ايضاً بأنه المنزل الذي ينتج الطاقة الإيجابية أكثر مما يستهلك، وهذا بشكل عام يتحقق أولاً من خلال تقليل متطلبات الطاقة للمنزل، وذلك من خلال الكفاءة والتصميم والمواد، متبوعًا بتركيب توليد الطاقة المتجددة في الموقع، مثل الألواح الكهروضوئية أو توربينات الرياح، والتي تنتج في النهاية فائضًا من الطاقة. (٢٨)(١١)

وقد عرف وكلا من (Rosemeier & Brimblecombe) على انه "المنزل الذي يوفر راحة وصحة فائقة لشاغليه حيث يولد طاقة أكثر مما يحتاجه من خلال مصادر الطاقة المتجددة في الموقع وتوفير الطاقة النظيفة لتشغيل آلات النقل والعمل، ويتبقى ما يكفي للمشاركة". (٣)

والجدير بالذكر أنه من أحد المفاهيم التصميمية التي تطبق معايير المنزل الفائض للطاقة ويعبر عن المنهج الايجابي الصافي هو التصميم والتطوير التجديدي.

التصميم والتطوير التجديدي -

هو منهج يصف العمليات والأنظمة التي تستعيد أو تجدد أو تنشط مواردها الخاصة من الطاقة والمواد، وتخلق نظم مستدامة معتمده على النظام البيئي وتدمج احتياجات المجتمع مع سلامة الطبيعة؛ وذلك لإعادة الطاقة من الأشكال الأقل قابلية للاستخدام إلى الأشكال الأكثر قابلية للاستخدام ويكون خالي تماماً من النفايات، كما تزيد مخرجاته عن مدخلاته .

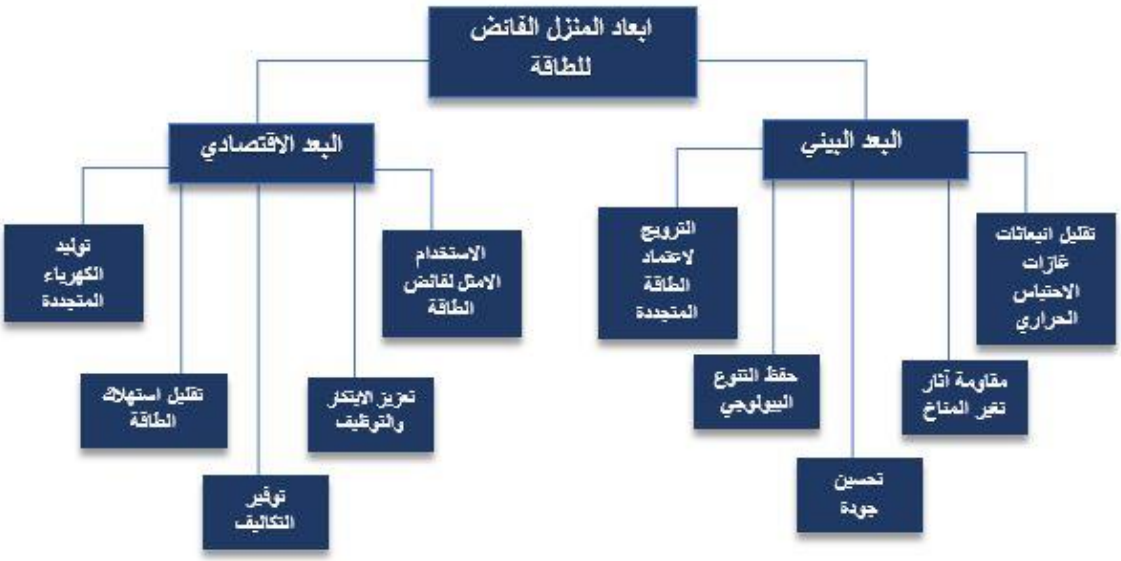
١-٢ أبعاد ومبادئ تصميم المنازل فائضة الطاقة:

في الآونة الأخيرة لقى مفهوم منازل الطاقة الفائضة اهتماماً متزايداً؛ فهذه المنازل عبارة عن محطات طاقة مصغرة توفر الطاقة النظيفة والمتجددة اللازمة لتشغيل منزل مريح للغاية مع فائض الطاقة لاستخدامات مهمة أخرى، وتهدف هذه المرحلة

من الدراسة إلى توضيح ماهية مباني الطاقة الإيجابية مع التركيز على توضيح الابعاد والاستراتيجية العامة للمنزل الفائض للطاقة، فلذلك يجب التعرض الي بعض المفاهيم التي تشكل النتيجة النهائية. (٥) (١١)

-أبعاد المنزل الفائض للطاقة:

هناك بعدين أساسين للمنزل الفائض للطاقة: البعد البيئي والبعد الإقتصادي، حيث إن لتحقيق الهدف الرئيسي لمنزل فائض الطاقة هو الوصول الي حالة الطاقة الصافية أو الإيجابية الصافية، يمكن التعرف على هذين البعدين من خلال الشكل رقم ١، حيث ان منازل الطاقة الفائضة تساهم بشكل كبير في تعزيز الاقتصاد الأخضر وتقليل انبعاثات الكربون، وذلك من خلال إنتاج طاقة نظيفة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري التقليدي لمكافحة تغير المناخ ودعم الانتقال إلى طاقة أكثر استدامة.



شكل (١) يوضح الابعاد الاساسية للمنزل الفائض للطاقة
المصدر: الباحثة

- مبادئ المنزل الفائض للطاقة:

شبكه أداء المباني (Global buildings performance Network) طبقً لأخر تعريفاً وضعته العالمية للمبني ذو الطاقة الفائضة او الإيجابية؛ تم استبيان بعضاً من المبادئ العامة للمنزل الفائض للطاقة، وتتلخص في الاتي:

- **مستويات الراحة:** يجب السعي لتحقيق التوازن بين التصميم المناخي الحيوي واستخدام مصادر الطاقة المتجددة المدمجة، بهدف ضمان تحقيق مستويات مرتفعة من الراحة في المنزل الفائض بالطاقة. (٥)
- **إمدادات للطاقة المتجددة:** ينبغي توليد الطاقة المتجددة في المنزل الفائض بالطاقة في الموقع عن طريق وضع مصادر الطاقة داخل المبنى، أو فوقه، أو أسفله، أو حتى في محيطه القريب. بمعنى آخر يجب أن تكون مصادر الطاقة المتجددة موجودة ضمن حدود الملكية الخاصة للمبنى، أو ضمن نظام شبكة مغلقة خاصة به، أو على بُعد محدد من المبنى ومسافة تقترح ١٠٠ متر مربع كمسافة مناسبة. (٥)(١٣)

- **الطاقة الموزعة (فائض الطاقة):** وعلى الرغم من أن المباني تعتمد على الطاقة المتجددة، إلا أنه يجب أن يولد الطاقة بكميات تتجاوز احتياجات المبنى، وذلك ليتمكن المنزل من توفير الطاقة الفائضة، بالرغم من أنها تتصل بشبكة الكهرباء فهذا الاتصال أساسي، حيث يتم تبادل الطاقة في اتجاهين مع شبكة المرافق، أي ارسال الطاقة إلى الشبكة عندما تفيض عن الاحتياج أو إلى تصدير أو بيع فائض الطاقة الصافي كما يظهر بالشكل ٢. (١٣)

الشكل (٢) توضح المنزل الفائض بالطاقة
المصدر
https://stock.adobe.com/eg/

- **حساب الصافي المقدر للطاقة:** يحسب "الصافي المقدر للطاقة" خلال مرحلة التصميم وقبل التنفيذ. وقد يختلف الأداء الفعلي للصافي الفائض بشكل كبير عن الحساب المقدر، وذلك يتوقف على عوامل متنوعة، مثل سلوك المستخدمين غير المتوقع، وتغيرات الأحوال الجوية وعوامل أخرى. وبالرغم من اختلاف صافي الفائض بين مرحلة التصميم ومرحلة التشغيل، إلا أن المباني الإيجابية يتم اعتبارها نظامًا ديناميكيًا يتفاعل مع الاضطرابات الداخلية والخارجية بهدف تعزيز الراحة داخل المبني.
- **استهلاك الطاقة:** توفر الطاقة المتجددة بالنسبة لمقدار الطاقة المستهلكة فيما يتعلق بالأغراض المختلفة للتدفئة والتبريد، التهوية، الاحتياجات المنزلية من المياه الساخنة، أنظمة الإضاءة وغيرها. وفي المبنى الإيجابي يجب أن يكون الاستهلاك أقل من الإنتاج. (٧)
- **الإطار الزمني:** لتفاوت المتطلبات في المبني من وقت لأخر وعلى هذا الأساس تم تحديد الفترة لسنه واحده لحساب صافي الطاقة الفائضة وتحديد كمية الفائض بين توليد واستهلاك الطاقة بالمبني لقياسها يؤخذ في الاعتبار تبادل الطاقة بالمباني على أساس سنوي. (١٣)

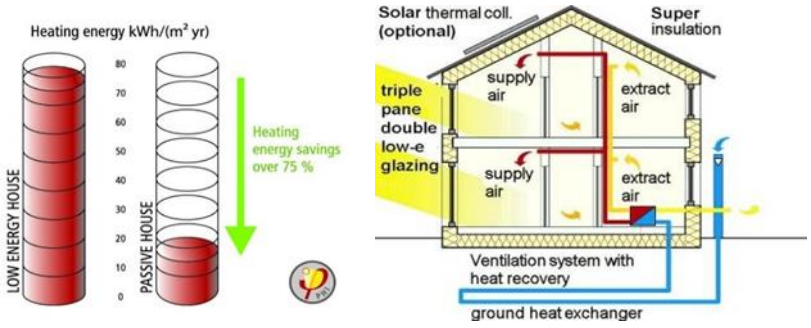
٢- المعايير التصميمية للمنازل فائضة الطاقة:

يشير مصطلح "منزل فائض الطاقة" في الهندسة المعمارية إلى مبنى سكني يولد طاقة أكثر مما يستهلك، تم تصميم هذه المنازل مع التركيز القوي على الاستدامة وكفاءة الطاقة واستخدام مصادر الطاقة المتجددة، تعتبر منازل الطاقة الفائضة نهجًا مبتكرًا للمباني الخضراء والتصميم المستدام. حيث تعتمد المعايير التصميمية للمنزل الفائض للطاقة على مبدأين يوضحهما الشكل رقم ٣.

الشكل (٣) يوضح معايير التصميم الداخلي للمنزل الفائض للطاقة المصدر: الباحثة

1-٢ التصميم السلبي

هو أكثر من مجرد مبنى منخفض الطاقة هو فكر تصميمي وبيئي فعال للاستفادة من عوامل المناخ المحيطة بالمبني في توليد الطاقة والحفاظ على درجة الحرارة المريحة في المبني السكني. حيث تسمح مباني المنازل السلبية بتوفير الطاقة المتعلقة بالتدفئة والتبريد بنسبة تصل إلى أكثر من ٧٥٪ مقارنةً بالمباني الجديدة المتوسطة، ويتم استخدام تقنيات التصميم السلبي مثل التوجيه الصحيح، أجهزة التظليل والتهوية الطبيعية لتحسين استخدام الموارد الطبيعية، وتقليل الحاجة إلى الأنظمة الميكانيكية كما موضح بالشكل بالتالي رقم (٤). (١٠)



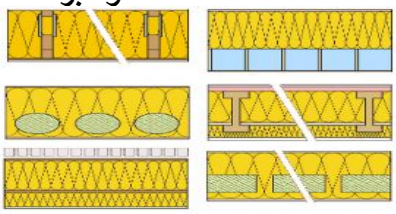
شكل (٤) المنازل السلبية تتطلب أقل من ١٥ كيلو واط في الساعة للتدفئة أو التبريد
المصدر: https://passipedia.org/basics/what_is_a_passive_house

عناصر المنزل السلبي:

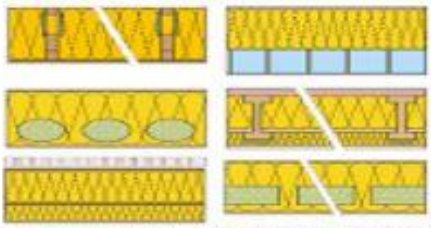
تنقسم عناصر المنزل السلبي الي عنصرين اساسين لخلق مبني منخفض الطاقة وهما عناصر معمارية والمعالجات الداخلية.

-أولا العناصر المعمارية: وتتمثل في الشكل التالي رقم (٥)

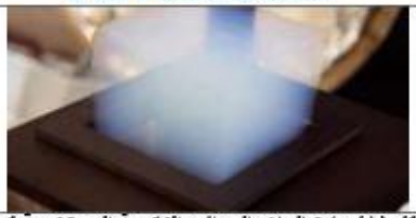
شكل (٥) يوضح العناصر المعمارية الاساسية للتصميم للمنزل السلبي
المصدر: الباحثة



- **العزل والبناء المحكم**: يحدث هذا التدفق والتسرب خلال أسطح المنزل المختلفة من مواد بناء الغلاف الخارجي، الأسقف، الارضيات والفتحات وغيرها من المسطحات وتحدد الظروف المناخية المستوى المناسب من العزل، وأيضاً اختيار أنسب أنواع الخامات كما بالشكل (٦)؛ فيمثل فقد الحرارة من خلال الجدران والأسطح الخارجية أكثر من ٧٠٪ من إجمالي فقد الحرارة في المباني القائمة الطاقة؛ وبالتالي خفض الاستهلاك بنسبة تصل إلى أكثر من النصف إلى جانب الحد من انبعاثات غازات. لذلك فإن تحسين العزل الحراري هو الطريقة الأكثر فعالية لتوفير الطاقة. في نفس الوقت سيساعد على تحسين الراحة الحرارية ومنع الأضرار الهيكلية. كما بالشكل .٧،٨.(٢٦)



شكل (٧) الهياكل الفوقية للجدران الخارجية فائقة العزل المناسبة للمنازل السلبية . المصدر:
https://passipedia.org/planning/thermal_protection/integrated_thermal_protection



شكل (٨) مادة الهلام الهوائي النانوية المستخدمة كعازل
https://www.ibelieveinsci.com/%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%84%D8%A7%D9%85-%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%88%D8%A7%D8

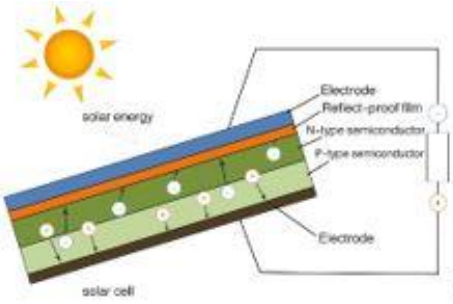
نوع المادة	التوصيل الحراري W/mK	السمك المطلوب U=0.13 W/(m²K) m
الخرسانة المسلحة	٢,٣	١٧,٣٠
طوب صلب	٠,٨٠	٦,٠٢
طوب مثقوب	٠,٤٠	٣,٠١
خشب لين	٠,١٣	٠,٩٨
خرسانة مسامية	٠,١١	٠,٨٣
قش	٠,٠٥٥	٠,٤١
مادة العزل النموذجية	٠,٠٤٠	٠,٣٠
مادة عزل تقليدية عالية الجودة	٠,٠٢٥	٠,١٩
مادة عازلة فائقة النانو الضغط العادي	٠,٠١٥	٠,١١
مادة عزل الفراغ (السيليكا)	٠,٠٠٨	٠,٠٦

شكل (٦) يوضح الخامات المختلفة المستخدمة في البناء والعزل لاختيار الأنسب في تصميم المنزل السلبي . المصدر:
https://passipedia.org/planning/thermal_protection/integrated_thermal_protection

❖ **النوافذ عالية الأداء:** هناك أنواع متعددة للنوافذ منها:

❖ النوافذ الفعالة: تعمل النوافذ الفعالة على تعزيز الراحة باستخدام التقنيات الحديثة مثل الطلاء منخفض الانبعاث (emissivity)، والإطارات الفعالة والمواد الأخرى، فتحافظ على درجات الحرارة الداخلية وتقلل من الاعتماد على أنظمة التدفئة والتبريد، في المناخ البارد تعمل النوافذ الفعالة على تقليل الفجوات في درجة الحرارة بين السطح الزجاجي وبقية المنزل. (١١) ويوضح الفرق بين ثلاث أنواع بالصور كما بالشكل ١٠،٩.

❖ النوافذ القادرة: على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية تسمى "نوافذ الطاقة الشمسية الشفافة" أو "نوافذ الطاقة الشمسية الشفافة الشبه المرئية". هذه النوافذ تستخدم تقنيات الخلايا الشمسية الشفافة أو النوافذ الشفافة الضوئية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية دون التأثير على وظيفة النافذة في السماح بدخول الضوء إلى المبنى كما بالشكل ١١. (٢٥)



شكل (١١) تعني تقنية الزجاج الشمسي انه يمكن استخدام نوافذ العالم لتوليد الكهرباء من الشمس المصدر:
https://www.weforum.org/agenda/2022/09/transparent-solar-panel-windows

شكل (١٠) تحتوي النوافذ التي تحتوي على أكثر من جزء على فجوة ثابتة بينها، كما أن ملء تلك المساحة بغاز امن وعديم الرائحة وعديم اللون مثل (الأرجون أو الكريبتون) يعزز الكفاءة؛ في المناخات الباردة، يقلل الغاز من فقدان الحرارة من خلال الزجاج. في المناخات الحارة، يقلل من اكتساب الحرارة غير المرغوب فيه. المصدر
https://efficientwindows.org/types_parts

شكل (٩) الطلاءات منخفضة الانبعاثات (Low-E) هي طبقات معدنية شفافة ، أرق من شعر الإنسان ، توضع على أسطح الزجاج. يمنع هذا الطلاء دخول الحرارة إلى المباني خلال أشهر الصيف والهروب منها خلال فصل الشتاء. المصدر:
https://efficientwindows.org/types_parts

- **توجيه المبني واختيار الموقع:** يتعلق هذا بوضع المنزل في الموقع المناسب للاستفادة الكاملة من الخصائص المناخية مثل الشمس والرياح الباردة؛ لتحقيق التوازن بين التصميم المناخي الحيوي واستخدام مصادر الطاقة المتجددة المدمجة فيُفضل أن يوجد المحور الطولي للمنزل باتجاه الشرق للتمتع بالاستفادة القصوى من الطاقة الشمسية والنسيم الرياح. باعتبار الاختلافات الموسمية في مسار الشمس وكذلك التصميم المعماري المناسب، يؤدي توجيه المنزل بشكل صحيح إلى تقليل الحاجة للتدفئة والتبريد المكمل، مع تحسين كفاءة الطاقة المتجددة المولدة من الألواح الكهروضوئية؛ وبهذا يصبح المنزل أكثر راحة للسكن وتشغيله أقل تكلفةً. (٥)

التصميم المناخي الحيوي: التصميم المناخي الحيوي وهو نهج يجمع المصطلح بين "البيولوجيا و المناخ" فهو تصميم معماري يهدف إلى تحقيق أقصى استفادة من العوامل المناخية المحلية لتحقيق الراحة والكفاءة الطاقة في المباني، دون الاعتماد على الطاقة الصناعية بشكل كبير. يتطلب هذا التصميم الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة والتي من اهمها الاستفادة من الطاقة الشمسية وغيرها من الظروف المناخية والبيئية لتوفير الراحة الحرارية والصحة وتجنب التصميمات التي تحجب أو تعيق الإشعاع الشمسي والهواء الطلق (١).

- **التظليل:**

أنظمة التظليل من أجل اعتراض الإشعاع الشمسي الساقط وبالتالي تقليل تأثيرات الحرارة المنبعثة من الشمس، لذلك يجب تنفيذ البدائل التالية: كما بالشكل ١٢

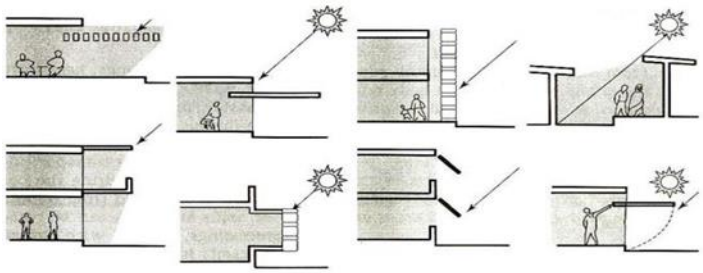
❖ **الجدران المظللة:** تتمثل في وضع أجزاء مظللة أو بروزات عند النوافذ أو الجدران الخارجية للمبنى لتحقيق التظليل، وتقليل انتقال الحرارة.

❖ **الأنواع القابلة للتعديل:** تشمل استخدام مظلات قابلة للتعديل أو أجهزة تحكم ذكية تسمح بتعديل مستوى التظليل وفقًا للظروف المناخية الحالية.

❖ **الأسقف المظللة:** يمكن استخدام أسقف مظللة أو مظلات عائمة فوق الأسطح لتقليل الاحترار الشمسي للمبنى (١٥).

❖ **الأشجار والنباتات:** يمكن زراعة الأشجار والنباتات حول المبنى لتوفير التظليل الطبيعي وتقليل درجات الحرارة.

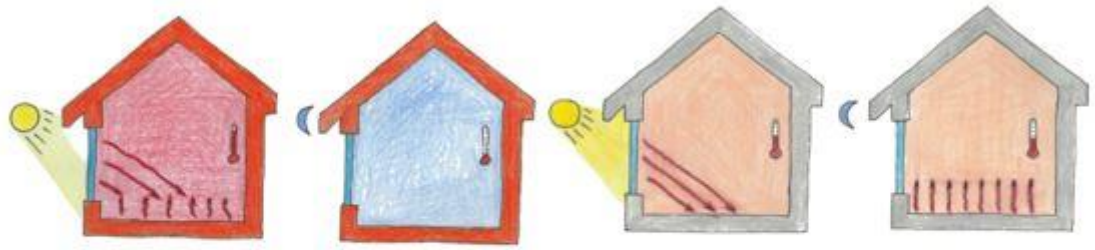
- **الزجاج المظلل:** استخدام طلاء مظلل أو نوافذ ذكية تقلل من امتصاص الحرارة والإشعاع الشمسي.
- **كاسرات الشمس:** يمكن استخدامها لتقليل نسبة دخول الشمس في المبني.



شكل (١٢) أنواع مختلفة من اشكال التظليل. المصدر
https://www.researchgate.net/figure/Different-types-of-shading-devices_fig1_337904958

❖ الكتلة الحرارية:

هي قدرة المادة على تخزين الطاقة الحرارية، الكتلة الحرارية هي استراتيجية حيوية في التحكم في المناخ المحلي للمبنى وتحسينه وخفض الطلب على الطاقة؛ مما يؤثر بشكل كبير على البنية التحتية. في المنازل السلبية تعتبر الكتلة الحرارية أحد العوامل الأساسية التي تؤثر على أداء المبنى من حيث تنظيم درجات الحرارة والحفاظ على الراحة الحرارية دون الحاجة للتدفئة أو التبريد الصناعي بشكل كبير. فالمواد العالية الكثافة كالخرسانة والطوب وغيرها، لديها قدرة تخزين عالية للحرارة؛ وبالتالي لديها كتلة حرارية عالية، أما المواد الخفيفة الوزن مثل الأخشاب لديها كتلة حرارية منخفضة. الاستخدام الجيد للمواد ذات الكتلة الحرارية العالية في شتى أنحاء المنزل يوفر بشكل كبير في فواتير التدفئة والتبريد. تتيح الكتلة الحرارية للمبنى تخزين الحرارة خلال الفترات الزمنية الطويلة وتحريرها ببطء خلال الفترات الباردة؛ مما يُساعد على توفير استقرار درجات الحرارة الداخلية وتقليل التقلبات الحرارية كما بالشكلين ١٣،١٤.



شكل (١٣) تأثير المواد ذات الكتلة الحرارية العالية على درجة حرارة المبنى
المصدر: https://theconstructor.org/building/thermal-

شكل (١٤) تأثير المواد ذات الكتلة الحرارية المنخفضة على درجة الحرارة داخل المبنى
المصدر: https://theconstructor.org/building/thermal-mass-

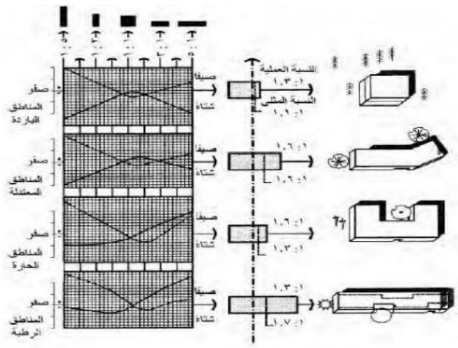
❖ التهوية:

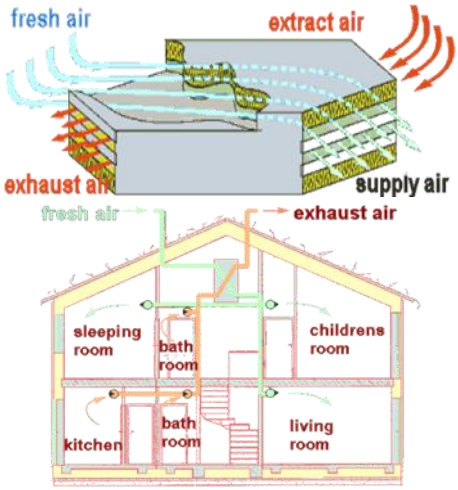
تحسين جودة الهواء الداخلي، نظرًا لأن المباني الجديدة أصبحت محكمة الإغلاق بشكل متزايد فإن التهوية من خلال الوصلات والشقوق وحدها لا تكفي لتوفير هواء داخلي منعش فالهواء النقي ليس مجرد مسألة راحة، ولكنه ضرورة لحياة صحية فجودة الهواء الداخلي (IAQ) هي هدف الأداء الأساسي. (٢٢)

أنواع التهوية الطبيعية:

- ❖ التهوية أحادية الجانب هي استخدام فتحات على جانب واحد من المبنى، يستخدم هذا لتهوية مساحة المشاريع ذات المساحة المحدودة بشكل طبيعي.
- ❖ المدخنة في المباني العمودية يتم استخدام تأثير المدخنة باستمرار.
- ينتج الهواء البارد ضغطًا تحت الهواء الدافئ، مما يجبره على الصعود.
- ❖ التهوية المتقاطعة هي عندما يتم ترتيب الفتحات الموجودة في الهيكل على جدران متقابلة أو متجاورة، مما يسمح للهواء بالدخول من كلا الجانبين. (٢٢)

أنظمة التهوية هي التكنولوجيا الرئيسية لجميع المباني السكنية في المستقبل. فاليوم تسمح تقنية التهوية الحديثة بمعدل استرداد حرارة يتراوح بين ٧٥% ال ٩٥٪. هذا ممكن بسبب المبادلات الحرارية ذات التدفق المعاكس والمراوح الخاصة الموفرة للطاقة مع ما يسمى بمحركات (EC) ذات الفعالية العالية، بحيث تكون الحرارة المستعادة ٨ إلى ١٥ ضعف الكهرباء المستهلكة. كما موضح بالشكل ١٥. (٢٧)

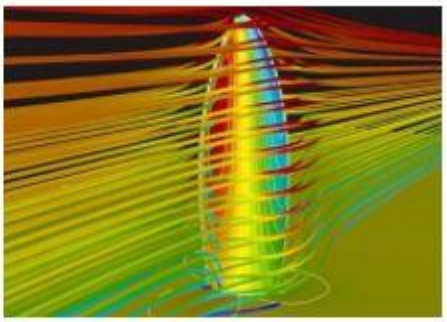




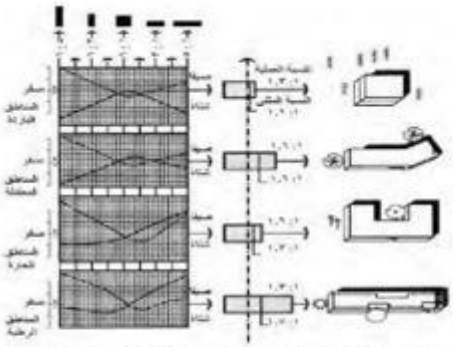
شكل (١٥) انظمه التهوية
المصدر :
https://passipedia.org/planning/building_services/ventilation/basics/types_of_ventilation#the_convenient_solutionsupply_and_exhaust_air_systems_with_heat_recovery

تشكيل المبني:

يعتبر شكل المبنى وتصميمه جزءًا أساسيًا لتحقيق كفاءة الطاقة والاقتصاد الأخضر في المنازل الفائضة للطاقة حيث يتأثر أداء المبنى بشكله وخطوط التصميم الخاصة به.

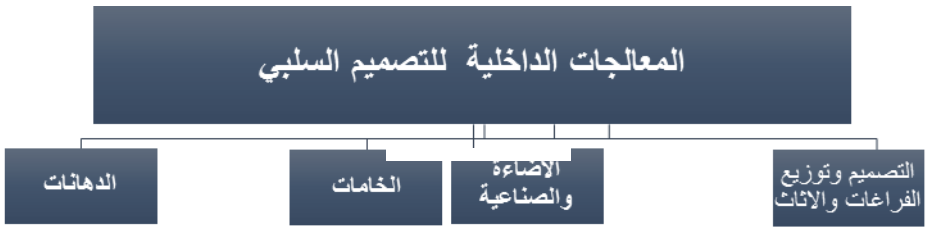


شكل (١٦)نموذج لتحليل الهواء يتدفق حول مبني
المصدر:
https://www.researchgate.net



شكل (١٧) الشكل الأنسب للمباني في البيئات المختلفة
المصدر:
https://mjaf.journals.ekb.eg

- **ثانيا: المعالجات الداخلية:**

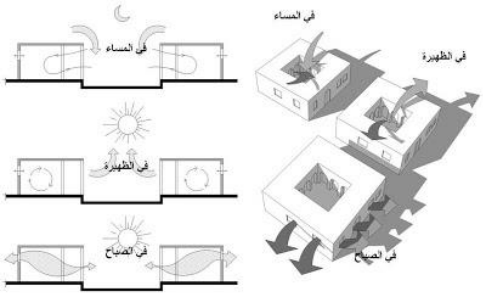


شكل (١٨) يوضع المعالجات الداخلية للمنزل السلبي
المصدر: الباحثة

١- التصميم وتوزيع الفراغات والاثاث:

أولاً: هناك نقاط مهمة يجب وضعها في عين الاعتبار أثناء التصميم وتوزيع الفراغات:

- التصميم المدمج فعالًا في استخدام المساحة وتحقيق الكفاءة الطاقة حيث يتمثل ذلك في توفير التهوية المناسبة واستخدام الفراغات بشكل مؤثر للحد من استهلاك الطاقة.
- مراعاة تصميم الاثاث والحوائط الداخلية بانسيابية وعدم خلق زوايا حادة في جوانب الغرف.
- تقليل مسارات الحركة داخل المنزل لان زيادة المسارات تؤثر سلباً علي جودة الحياة داخل المبني والطاقة المهدورة وزيادة حركه الهواء داخل الفراغ. (٢٠)
- توزيع الفراغات الداخلية وفقاً للواجهات الملائمة من ناحية كمية التهوية والإضاءة الطبيعية المعرضة لها، فمن المعلوم أن الواجهة الجنوبية تكون عرضة لأشعة الشمس بمقدار أعلى في فصل الشتاء، بينما تستقبل كمية أقل في فصل الصيف؛ لذا أثناء توزيع الفراغات يجب علينا تجنب وضع المساحات الأساسية على الواجهة الجنوبية في حين توزيعها على الواجهة الشمالية سيكون الأفضل. (١٢)



شكل (١٩) يوضح الفناء الداخلي
المصدر:
HTTPS://TASMEEMBLOG.WORDPRESS.COM/2015/12/17

❖ تطبيق فكره الفناء الداخلي هو مساحة مفتوحة محاطة بحوائط يمكن تعريفه بأنه مساحة من الأرض تقع داخل أو خارج المبنى وتطل عليها بعض نوافذ الحجرات، ويستخدم كعنصر معماري في تصميم المبنى لتلطيف درجة الحرارة داخل الحجرات، ولإضاءتها وتهويتها، يتم تزويده بالتشجير الداخلي مثاليا للتهوية وتبريد الهواء بمساعدة أبراج التهوية وذلك بتوجيه حركة الهواء لمساحة الفناء كما بالشكل١٩.

- الأثاث:

❖ الأثاث خفيف الوزن يقلل من التداخل مع اكتساب الحرارة وإطلاقها. تحتاج الجدران الجماعية إلى مساحة دوران للسماح للحرارة بالإشعاع.

❖ يجب أن يكون الأثاث جيد التهوية وخفيف الوزن للحفاظ على التظليل إلى الحد الأدنى.

❖ استخدام الألوان الفاتحة وغير اللامعة والأنسجة الناعمة لعكس الضوء إلى كتلة حرارية أكثر كفاءة.

❖ يجب ترتيب الأثاث للحفاظ على أكبر مساحة ممكنة مفتوحة بالقرب من النوافذ المواجهة للجنوب.

٢ - الخامات:

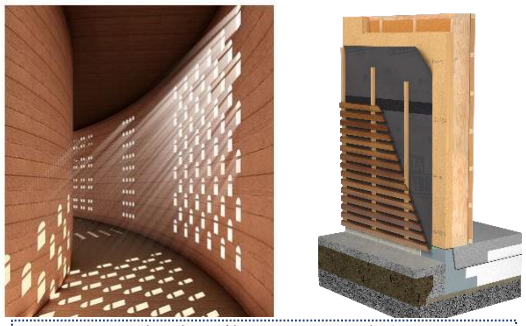
العديد من الخامات تصلح لمختلف التطبيقات في المنازل السلبية.

❖ الألياف المقبولة للتنجيد هي الأكريليك والقطن والجلود والكتان الفينيل والنايلون والبوليستر والصوف.

❖ لمعالجة النوافذ استخدم الأكريليك والزجاج والنايلون والموداكريليك والبوليستر. (٢٠)

❖ الألياف الأكثر ملاءمة لأغطية الأرضيات هي الأكريليك والنايلون والبوليستر والصوف الطبيعي.

❖ عزل الرغوة الحيوية هذا نوع من العزل مصنوع من مواد نباتية وله قيمة مقاومة تدفق الحرارة عالية.



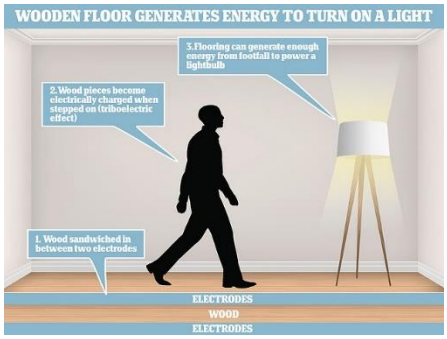
شكل (٢٠) يوضح الفناء الداخلي
المصدر:
HTTPS://WWW.ECOLOGICALBUILDINGSYSTEMS.COM/SOLUTIONS/PASSIVE-HOUSE

❖ الإطارات الخشبية ذات الألواح المغلقة: وهي إطارات خشبية مسبقة الصنع تستخدم للأبواب والنوافذ، وتتميز بأداء حراري جيد ومتانة. (١٢)

❖ الخشب المعاد تدويره المصنوع من قطع صغيرة من الخشب أو مستخلصة من مصادر أخرى لها تأثير بيئي أقل من الخشب التقليدي.

❖ نوافذ UPVC تتميز هذه النوافذ بقدرتها الفائقة على عزل الحرارة وهي تعتمد بذلك على نوعية الزجاج العاكس للحرارة. (٢٠)

❖ القوالب الخرسانية المعزولة العزل الداخلي يتكون من ألياف الخشب الطبيعية من ألياف الكربون السلبية ضمن فراغ خدمة ٥٠ مم ألواح الجبس ١٥ ملم، فهي مناسبة لأنظمة البناء لمتطلبات الحريق والصوت كما بالشكل (٢٠).



شكل (٢١) يوضح طريقة توليده الكهرباء من الارضيات الخشبية
المصدر:
https://www.sawtbeirut.com/wp-content/uploads/2021/09/%D9%82.jpg

الأرضيات الخشبية مثل خشب التنوب يمكن أن تحصد طاقة كافية لتشغيل مصباح LED، عن طريق مولد نانوي خشبي يستخدم الطاقة الناتجة عن خطوات الأقدام لتوليد الكهرباء، ويتكون المولد النانوي من قطعتين من الخشب بطبقات مختلفة، محصورة بين طبقتين من الأقطاب الكهربائية.

فتصبح قطع الخشب مشحونة كهربائيًا من خلال التلامس الدوري عند الخطى عليها، وهي ظاهرة تسمى تأثير الاحتكاك الكهربائي. وذلك عن طريق تعديل الخشب لجعله كهربائياً مع إضافة الطلاء الكيميائي الذي يكون أكثر ملاءمة للبيئة وأسهل في التنفيذ كما بالشكل ٢١. (٢٠)

٣ - الاضاءة:

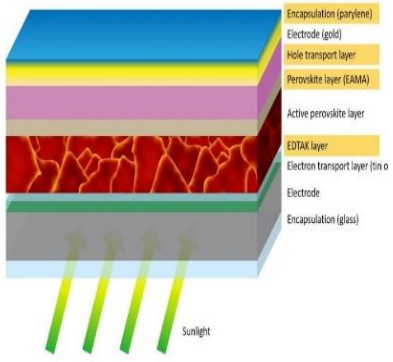
تعتبر الانارة الكهربائية مستهلك رئيسي للطاقة لذلك يمكن توفير نسبة كبيرة من استهلاك الانارة في الحيز الداخلي عن طريق استبدال مصابيح التن جستن التقليدية بأخرى موفرة للطاقة مثل مصابيح الفلورسنت المدمجة (CFL) والتي تعمل على توفير ٨٠% من الطاقة. كما يمكن استبدال مصابيح التن جستن بمصابيح (LED) التي تتسم بكفاءة كهربائية وعمر افتراضي يفوقان المصابيح التقليدية عدة مرات حيث تصل نسبة التوفير الى 90% من الطاقة (٢٠).

- تقنية الإضاءة بالانبعاث الضوئي الثنائي(LED) :

موفرة للطاقة الكهربائية بنسبة تصل إلى ٩٠% مقارنة بالمصابيح التقليدية، أمنه وصديقة للبيئة وخالية من الزئبق والرصاص، ويمكن إعادة تدويرها مقارنة بمعظم المصابيح الفلورية تتميز طول العمر الافتراضي وتدوم أكثر من المصابيح التن جستن بمقدار ٣٠ مرة؛ تنتج حرارة أقل مقارنة بالمصابيح الأخرى حيث انها سهلة التركيب وتحل محل المصباح التقليدي بسهولة.

تقنية الإضاءة الفلورية المدمجة (CFL):

- موفرة للطاقة الكهربائية بنسبة تصل إلى ٨٠% مقارنة بالمصابيح التقليدية.
- أطول عمراً ضعف المصابيح التقليدية ب ١٥ مرة مما يعني عدم الحاجة لتبديل المصابيح الموفرة للطاقة لمدة طويلة. (٢٠)



شكل (٢٢) دهان بيروفسكايت الشمسي
المصدر:
HTTPS://1.BP.BLOGSPOT.COM.

٤- الدهانات:

يمكن استخدامها للحصول على طاقة نظيفة وليس فقط الشكل الجمالي في التصميم، مثل الدهانات الشمسية الشهيرة والتي تعتبر تقنية مبتكرة وتجد هذه المنتجات نقطة قوتها في طابعها العملي، لأنها تُطبق بنفس طريقة الطلاء العادي، بالإضافة إلى واجهات المباني والأسقف والأبواب والنوافذ (٤)(٢٠)، كما هو موضح في الامثلة الاتية:

- **دهان بيروفسكايت الشمسي:**

البيروفسكايت مادة شبه موصلة قادرة على امتصاص الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء على شكل رذاذ يحتوي المنتج المرشوش على خلايا ضوئية تعتمد على البيروفسكايت. ووفقاً للباحثين الذين قاموا

بتطويره، فإن الطلاء فعال للغاية لدرجة أن طبقة واحدة مطبقة ستكون كافية للحصول على نتائج كما موضح بالشكل ٢٣. (٢٠)

- **دهان (ANZ):**

تعمل على تكوين طبقة ذات مواصفات مصممة ومطورة بتكنولوجيا النانو تتكون من بلورات وجزيئات بالغة في الدقة كروية الشكل بدون فراغات مرتبة بشكل هندسي دقيق تعمل على تشتيت وعكس أشعة الشمس وحرارتها عن السطح المدهون، وبالتالي تنخفض درجة الحرارة الداخلية للسطح المدهون.؛ إذ يعمل على خفض درجة التبريد أو التدفئة من ٥-٢ درجات عن المعدل الطبيعي بدون الدهان العازل، وبالتالي يوفر من استهلاك الطاقة الكهربائية ٢٠% على أقل تقدير. (٤)

مميزاتها:

- دهانات للجدران الخارجية والداخلية، والأسطح، والزجاج، والمعادن.
- توفير الكهرباء وترشيد استهلاك الطاقة في الفراغات الداخلية.
- تعمل كعازل للحرارة يغني عن أي بطانات أو طلاءات مساعدة
- لها استخدامات متعددة في الحماية من أخطار حرارة الشمس
- اقتصادية في التكلفة والوقت.
- مقاومة للرطوبة والأملاح والصدأ.
- يسهم في تحقيق التصميم الداخلي المستدام المولد لفائض الطاقة.

شكل (٢٣) ابعاد المنزل السلبي (اقتصادياً وبيئياً(
المصدر: هالة أديب، (المنازل المولدة لفائض الطاقة–لتحقيق المكاسب الاقتصادية والبيئية لقاطنيها)

٢-٢ كفاءة الطاقة

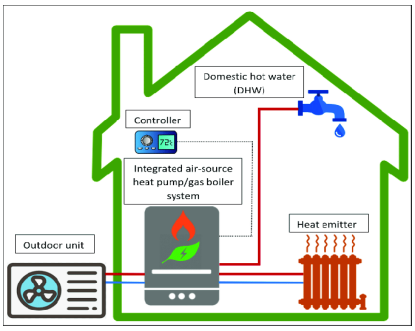
تعتبر كفاءة الطاقة من الأسس المهمة الواجب أتباعها لتحقيق مفهوم المنزل الفائض للطاقة، حيث يركز المهندسون المعماريون على دمج استراتيجيات التصميم الموفرة للطاقة، مثل العزل المناسب، والتصميم الشمسي السلبي، والنوافذ والأبواب الموفرة للطاقة، وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء الفعالة. تقلل هذه الإجراءات من استهلاك الطاقة وتضمن عمل المبنى بأكبر قدر ممكن من الكفاءة.

❖ **مفهوم كفاءه الطاقة:** يعني قياس لكمية الطاقة المفيدة المولدة أو المستخدمة في مقابل الطاقة الإجمالية المستهلكة؛ وعندما يكون المبنى "فائض طاقة"، قد يعني أن المبنى يولد طاقة زائدة مما يحتاجه لتلبية احتياجاته الطاقة اليومية، وبالتالي يمكنه بيع الفائض من هذه الطاقة إلى الشبكة العامة للكهرباء (٨)، ويمكن تحقيق ذلك من خلال التدابير الاتية:

أ) تصميم المبنى: تنفيذ تصميم معماري موفر للطاقة، مثل العزل المناسب، والتوجيه الإضاءة الطبيعية والتهوية، واستخدام مواد ذات كتلة حرارية عالية، وذلك كما تم ذكره في معايير المنزل السلبي.

ب) الأجهزة والأنظمة الموفرة للطاقة: مع انتشار مظاهر الحياة الحديثة ارتفع استهلاك الطاقة بشكل لم يسبق له مثيل، وللحد من هذا الاستهلاك المرتفع تم الاتجاه الي تركيب أنظمة الموفرة للطاقة سواء في الإضاءة والتدفئة، التهوية، تكييف الهواء الموفرة للطاقة، بالإضافة إلى الأجهزة التي تتمتع بتصنيفات عالية لكفاءة الطاقة.

- **الإضاءة:** يتم استخدام وحدات إضاءة في جميع انحاء المنزلLED يتم تشغيلها من خلال مستشعر الحركة أو استخدام أجهزة تحكم لإطفاء الأنوار تلقائياً وأثناء النهار وغيرها من الإجراءات (١٧).
- يتم اختيار الأجهزة الكهربائية التي تتسم بكفاءة عالية في استخدام الطاقة حيث تم تصميم هذه الأجهزة لاستهلاك طاقة أقل، وتوفير الكهرباء والمال.
- **منازل الاتمتة الذكية (Smart Home Automation):** تطبيق للمنزل الذكي للتحكم في الأجهزة المستهلكة للطاقة بكفاءة، على سبيل المثال ضبط التدفئة والتبريد بناءً على الإشغال والتفضيلات والتحكم بالمنزل سيقوم نظام التشغيل الآلي للمنزل بمراقبة سمات المنزل مثل الإضاءة، والمناخ، وأنظمة الترفيه ،والأجهزة. قد يشمل أيضًا أمن المنزل مثل التحكم في الوصول وأنظمة الإنذار. (٢٣)

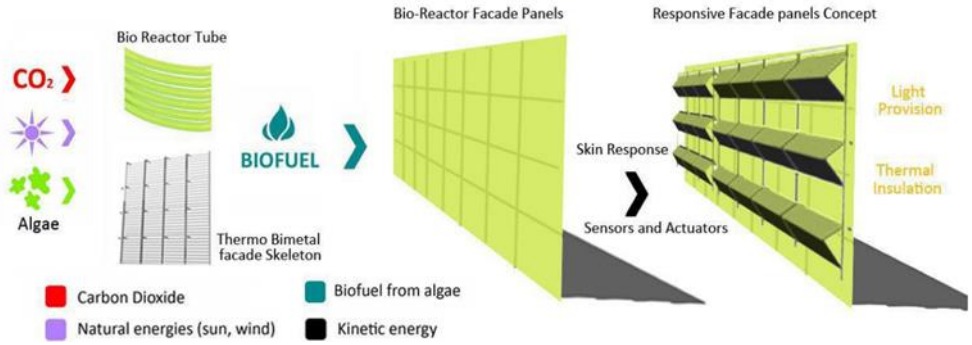


شكل (٢٤) الانظمة الثنائية الوقود للتدفئة والتبريد

المصدر
https://www.researchgate.net/figure/Hybrid-gas-heat-pump-system-schematic_fig2_335138049

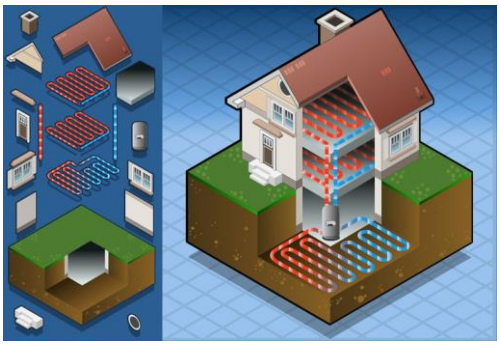
- **الأنظمة الذكية المتعلقة بالتدفئة والتبريد:** ذات الكفاءة العالية أنظمة ثنائية الوقود نظام يجمع بين مضخة الحرارة الكهربائية الكهرباء الغاز الطبيعي، ويتم التبادل بين مصدرين لتحقيق أقصى قدر من الراحة وكفاءة استخدام الطاقة إلى جانب توفير المال على المدى الطويل. فخلال أشهر الصيف تعمل المضخة الحرارية مثل مكيف هواء مركزي عالي الكفاءة، وفي الشتاء تغلق المضخة ويتيح للفرن تولي المسئولية كما بالشكل ٢٤. (٥)

❖ **الأغلفة الذكية:** وتسعى الأغلفة الذكية إلى تكييف نفسها مع بيئتها عن طريق الإدراك والاستنتاج ورد الفعل للتغيرات المناخية التي تتعرض لها كما بالشكل١٦. (٢)



شكل (٢٠) يوضح رد الفعل للغلاف الذكي

المصدر https://erjsh.journals.ekb.eg/article_268158_4933f3db1a0d03600c3bcd7b0eeb14b8.pdf



شكل (٢٥) توضحي لطريقه عمل نظام الطاقة الحرارية
المصدر: هالة أديب، (المنازل المولدة لفائض الطاقة–لتحقيق المكاسب الاقتصادية والبيئية لقاطنيها)

❖ **الأنظمة البيئية:** يعمل نظام الطاقة الحرارية الأرضية للتدفئة والتبريد على نقل الحرارة من الأرض، لتوفير وسيلة للتدفئة والتبريد أكثر كفاءة كما بالشكل ٢٥. (٥)

ج) تكامل الطاقة المتجددة:

تدمج منازل الطاقة الفائضة تقنيات الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية الكهروضوئية (PV) أو توربينات الرياح أو أنظمة الطاقة الحرارية الأرضية؛ تسخر هذه التقنيات الطاقة النظيفة والمتجددة من الموارد الطبيعية، مما يسمح للمنزل بإنتاج الكهرباء والطاقة الحرارية يتم استخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية أو توربينات الرياح أو أنظمة الطاقة الحرارية الأرضية لتوليد الكهرباء والتدفئة للمبنى كما يلي: (٢)

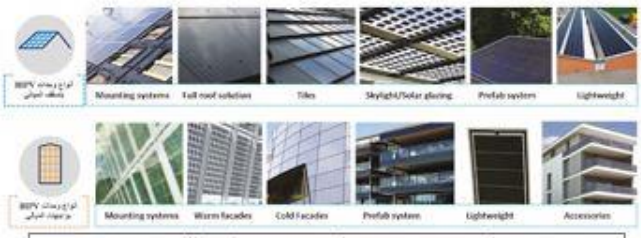
- **أنظمة توليد الطاقة الشمسية:**

يمكن تقسيم أنظمة الطاقة الشمسية إلى :

❖ مجمعات حرارية شمسية شكل رقم ٢٦ .STC (Solar Thermal Collectors)

❖ خلايا كهروضوئية .PV (Photovoltaic Panels) كما بالشكل٢٧.

شكل (٢٦) أنظمة المجمعات الحرارية الهيدروليكية بأنواعها الأربعة المصدر:
https://www.archdiwanya.com/2022/04/Active-systems.html

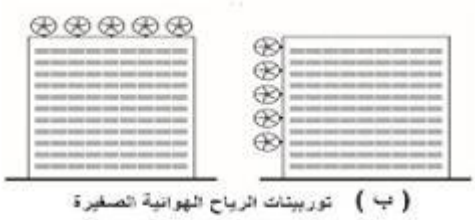


شكل (٢٧) صور وحدات BIPVبغلاف المبنى
المصدر:
https://www.archdiwanya.com/2022/04/Active-systems.html

- **أنظمة توليد الطاقة من الرياح:**

يمكن تطبيق أنظمة على أغلفة المباني بثلاثة طرق مختلفة هي :

- الطريقة الأولي: توربينات الرياح كبيرة الحجم شكل ٢٨
- الطريقة الثانية: توربينات هوائية صغيرة الحجم على أغلفة وواجهات المباني شكل ٢٩
- الطريقة الثالثة: نظم أكثر تطوراً وتستخدم مباشرة لبناء المبنى أو كغلاف خارجي للمبنى (٢) (٩).

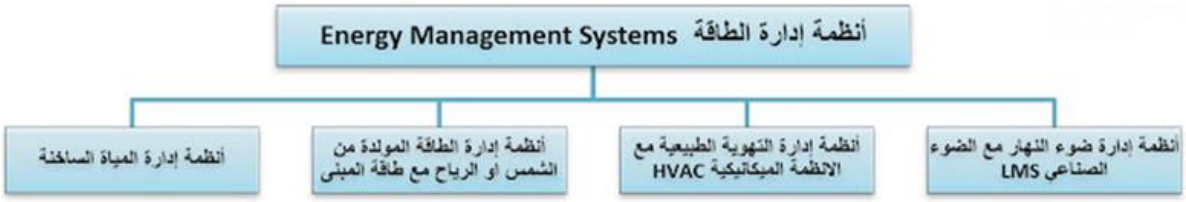


شكل (٢٩) توربينات هوائية صغيرة الحجم على أغلفة وواجهات المباني. المصدر
https://mirathlibya.blogspot.com/2010/09/blog-post_22.html

شكل (٢٨) توربينات الرياح كبيرة الحجم. المصدر
https://mirathlibya.blogspot.com/2010/09/blog-post_22.html

- **أنظمة إدارة الطاقة BMS:**

المباني هي المسؤولة عن ٧٠% من استهلاك الطاقة، والتي يمكن أن تقل بمقدار ٣٠% أو أكثر في المباني المُعتمِدة على أنظمة إدارة الطاقة؛ لتحقيق مبدأ الكفاءة في الطاقة كما يوضحها الشكل (٣٠) التالي:

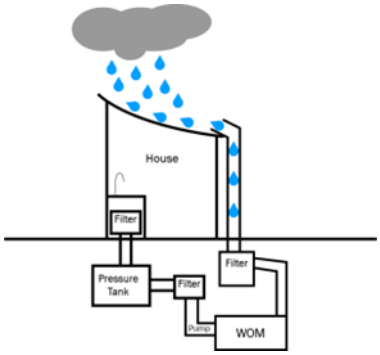


شكل (30)أليات الأنظمة الذكية للتحكم في عناصر المناخ بغلاف المبنى
المصدر https://www.archdiwanya.com/2022/04/Active-systems.html

- **الأنظمة الذكية للمياه بالمباني:**

تعد منظومة المياه واحدة من أهم أجزاء البنية التحتية؛ حيث تستند هذه المنظومة إلى مجموعة من المعايير التي تُسهم في تشكيل الهيكل العام لاستخدامات المياه بشكل ذكي في الأبنيَّات. تنقسم هذه الاستخدامات إلى استخدامات داخلية وخارجية، حيث يمكن الاستفادة من جمع واستخدام مياه الامطار وتكنولوجيا المياه الرمادية كما موضح بالأشكال الاتية ٣١،٣٢. (٩)

شكل (٣١) تكنولوجيا المياه الرمادية. المصدر:
https://ar.parsethylene-kish.com/saparsekish/default.aspx?page=Document&app=Documents&docId=26333&docParId=26165

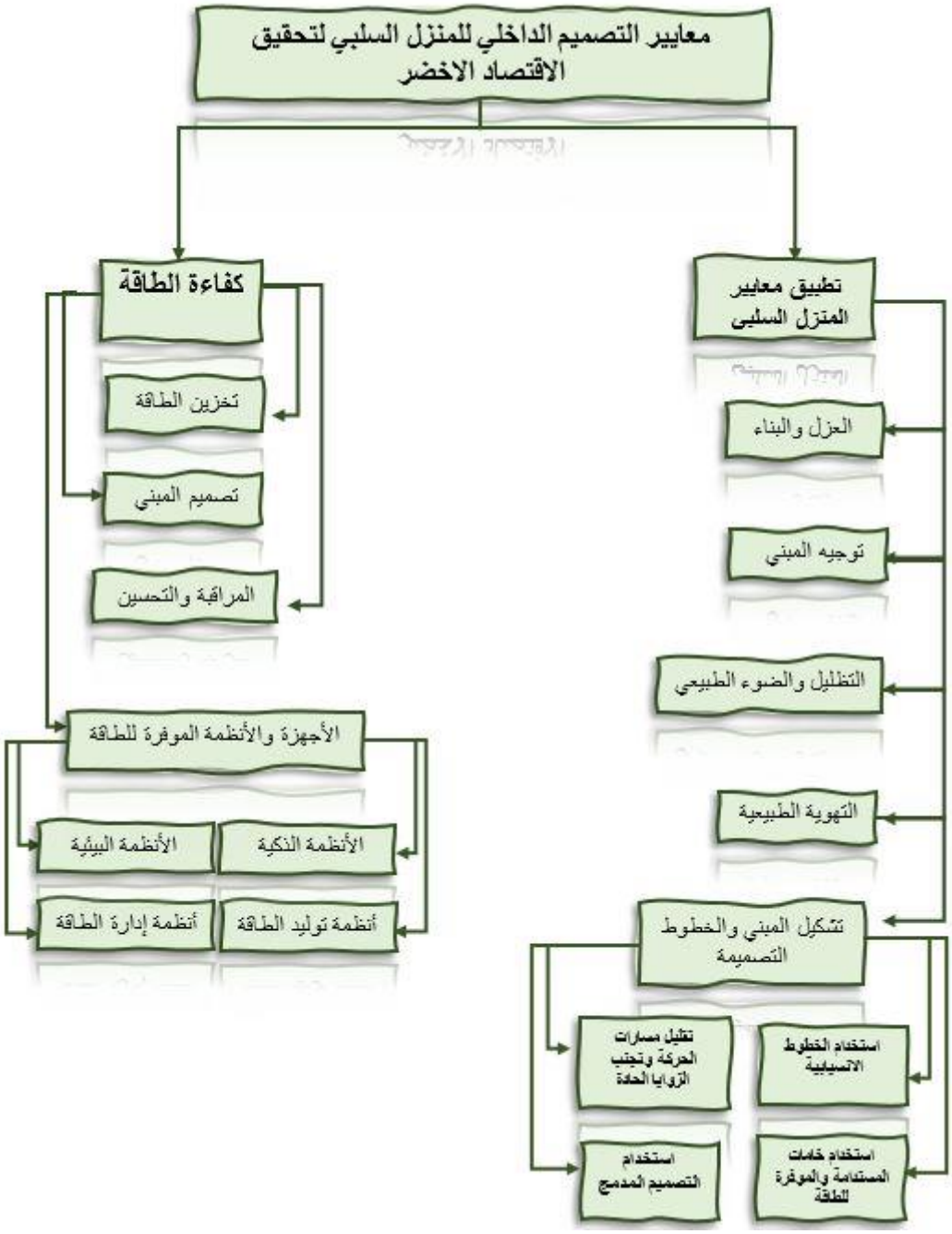


شكل (٣٢) تكنولوجيا واستخدام مياه الامطار. المصدر :
https://justinsmediaclassblog.wordpress.com/2011/09/14/resarch-5-earthship-/ systems-water-cycle

شكل (٣٣) بطارية نظام تخزين الطاقة الشمسية المنزلية
https://www.lithiumbatterychina.com/ar/home-solar-storage-system-battery/

- **تخزين الطاقة:** لضمان استمرار إمداد الطاقة، قد تدمج منازل الطاقة الفائضة أنظمة تخزين الطاقة، مثل البطاريات أو التخزين الحراري، لتخزين الطاقة الزائدة لاستخدامها لاحقًا خلال فترات انخفاض إنتاج الطاقة المتجددة كما بالشكل ٣٣.
- **المراقبة والتحسين:** غالبًا ما تستخدم منازل الطاقة الفائضة تقنيات المباني الذكية وأنظمة المراقبة لتتبع إنتاج الطاقة واستهلاكها وتحسين استخدامها.. تساعد هذه البيانات مالكي المنازل والمهندسين المعماريين على تحسين استخدام الطاقة وتحديد الفرص لتحقيق المزيد من توفير الطاقة. (٩)

- **العدادات الذكية:** كما تراعي شبكة المستقبل الذكية ميزانية المستهلكين من خلال ما يسمى بـ "العدادات الذكية" التي تمكن برمجتها بحيث تحدد الأوقات التي يكون فيها سعر الكهرباء أرخص ليتم حينها تشغيل الغسالات والأجهزة الأخرى في المنازل تلقائيا، ولكن يجب في هذه الحالة أن تكون شبكة المعلومات المتصلة بشبكة الطاقة الذكية محصنة ضد القرصنة، وللحفاظ أيضا على معلومات المستهلكين الشخصية.



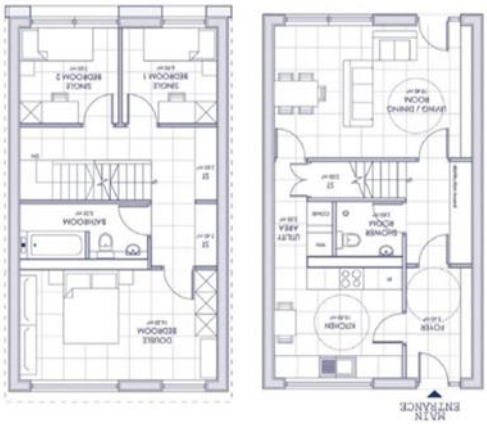
مخطط موضح به معايير التصميم الداخلي للمنزل السلبي لتحقيق الاقتصاد الاخضر
المصدر: الباحثة

٣-٢ دراسة حالة

وهنا يستعرض تحليل نماذج لمباني سكنية أثبتت نجاحها في توليد الطاقة، من حيث تصميمها وكفاءة الطاقة من خلالها؛ وبالتالي تحقيق بعض من أهداف الاقتصاد الأخضر:

جدول (١) دراسة تحليلية لكفاءة الطاقة بمباني سكنية

النموذج	الاسس التي تم تطبيقها
نموذج (١) للمنزل Solcer House تم الإشادة به انه أول منزل ميسور التكلفة وموفر للطاقة في بريطانيا، يمتص Solcer House ما يكفي من الطاقة الشمسية بحيث يمكنه إعادة الطاقة الزائدة إلى الشبكة لمدة ثمانية أشهر من العام، يتم سحب الكهرباء من الشبكة عندما لا تكون هناك طاقة كافية متوفرة من نظام الطاقة الكهروضوئية والبطارية، والهدف هو تعظيم استخدام الطاقة المتجددة داخل المنزل، والتصدير إلى الشبكة فقط عندما يتم تلبية جميع احتياجات المنزل من الطاقة. تصميم المنزل يتكون من ثلاثة غرف، والتي تبلغ تكلفته ما يزيد قليلاً عن ١٩٥٠٠٠ دولار - أقل من تكلفة المنزل العادي في معظم المناطق الحضرية الكبري ولا يصدر منه انبعاثات كربونية. (٢٥) 	**اولا: العناصر المعمارية** • المنزل مزود بطبقة عازلة من الخارج. • توجيه المبني والذي يساعد الخلايا الشمسية في تلقي أكبر قدر من الطاقة • تصميم المنزل من الخارج يستخدم النهج التكاملي لأنظمة الطاقة المتجددة كعناصر بناء؛ يشتمل جدار الطابق الأول العلوي على مجمع الهواء الشمسيTSC ، والسقف المواجه للجنوب عبارة عن نظام الألواح الكهروضوئية بقدرة ٤,٣ كيلو واط. وهذا يقلل من التكاليف ويحسن الشكل الجمالي، مع تجنب النهج "المثبت" الذي غالبًا ما يرتبط بأنظمة الطاقة المتجددة. وكان الهدف من التصميم هو تقليل الطاقة المتجسدة في تشييد المبنى، وكذلك تقليل طاقة التشغيل على مدى فترة استخدامه. • المنزل مزود بمنصات شمسية على السطح المواجه لجهة الجنوب بشكل يسمح بإضاءة المنطقة أسفلها بشكل طبيعي. • استخدام نظام التهوية الشمسي. • استخدام خامات البناء المستدامة مثل: الأسمنت منخفض الكربون والألواح الهيكلية المعزولة والطبقة الخارجية المعزولة ومجمعات الطاقة الشمسية الشفافة. باستخدام المنتجات والتقنيات "الجاهزة للاستخدام" المتوفرة بالفعل والتي تساعد على تقليل الانبعاثات الكربونية . • الهيكل/الجدران: ألواح هيكلية معزولة، بسماكة ١٩٤ مم، مع عزل(BASF Nupoor) بقيمة تبلغ ٠,١٤. **ثانيا: المعالجات الداخلية** • يستخدم المنزل الطاقة الشمسية، عن طرق تخزين الطاقة في البطاريات لدمج تشغيل أنظمة التدفئة، والتهوية،



صور توضيحية لمنزلSOLCER HOUSE
من حيث التصميم الداخلي والمعماري
المصدر-HTTPS://INHABITAT.COM/8-HOMES-THAT-GENERATE-MORE-ENERGY-THAN-THEY-CONSUME/

والمياه الساخنة، وكذلك توليد الطاقة الكهربائية لتشغيل الأجهزة، وتشغيل الاضاءة LED ومضخات الحرارة.

- في فصل الشتاء، يتم توفير حرارة الفضاء عن طريق تمرير الهواء الخارجي عبر مجمع الهواء الشمسي المواجه للجنوبTSC ، ثم من خلال وحدة استرداد الحرارة للتهوية الميكانيكية MVHR، ثم يتم تسليمه إلى الحيز الداخلي.
- نظام النوافذ الهجين Senior، نوافذ خشبية مكسوة بالألمنيوم تجمع بين متانة الألومنيوم خارجيًا والفوائد البيئية والجمالية للخشب داخليًا، فهي مصنوعة من الألومنيوم القابل لإعادة التدوير بنسبة ١٠٠% التصميم الداخلي للنوافذ من خشب التنوب أو البلوط وتوفر النوافذ الهجينة الخاصة بـ Seniorخصائص حرارية ممتازة.
- الابواب ذات إطار خشبي مزدوج زجاجي منخفض الانبعاثات.
- تم دمج الألواح الكهروضوئية في هيكل السقف، مما يسمح بإضاءة المساحة الموجودة بالأسفل بشكل طبيعي. من خلال المناطق الشفافة حول الخلايا الكهروضوئية. يوفر هذا النهج جمالية مختلفة، وربما يقلل من التكاليف، مقارنة بنظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية
- الزجاج في الحيز الداخلي يعتبر اداة لتوفير الطاقة.
- الدهانات المستخدمة تتميز بعزل حراري مبتكر من رغوة البولي يوريثان عالية العزل (PUR) وذات كفاءة حرارية.
- تم استخدام مواد متجددة وصديقة للبيئة في تصميم الحيز الداخلي، بدءًا من الدهانات منخفضة الانبعاثات وورق الحائط بالحبر الطبيعي، إلى المواد الطبيعية المعتمدة عضويًا مثل القطن والصوف والحرير.
- الاثاث المستعمل من مواد معاد تدويرها يقل من خلالها انبعاثات الغازات الضارة، وترشيد استهلاك الطاقة في الانتاج.

نموذج (٢) لمنزل B10 Aktivhaus
(by Werner Sobek)

وهو منزل إيجابي الطاقة ينتج طاقة نظيفة كافية ليس فقط لتشغيل نفسه، بل بأماكنه تشغيل سيارتين كهربائيتين ايضا وبأماكنه ايضا تشغيل المنزل المجاور له، يتميز المنزل الذي تبلغ مساحته ٩١٤ قدمًا مربعًا بنظام طاقة ذكي يمكن التحكم فيه عن بُعد عبر هاتف ذكي أو جهاز لوحي ومُبرمج "للتعلم" ينتج النظام الكهروضوئي على الأسطح حوالي ٨٣٠٠ كيلوواط / ساعة من الطاقة الشمسية سنويًا؛ حيث يعتبر اول منزل نشط في العالم فأنه يولد ضعف احتياجاته من الطاقة من مصادر مستدامة.

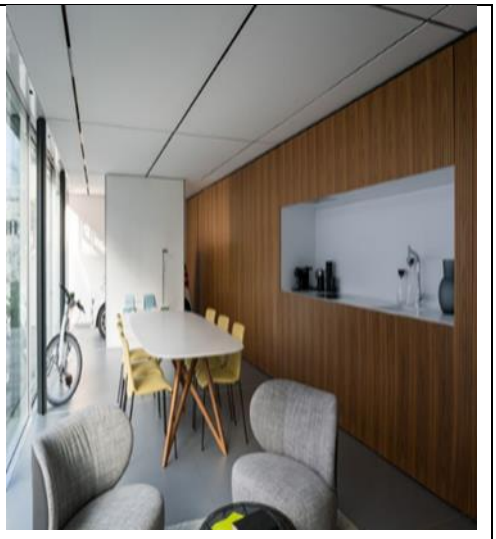
كان الهدف من التصميم هو تحقيق فائض من الطاقة يصل إلى حوالي ٢٠٠٪، كان أحد المتطلبات الأساسية لتحقيق هذا الهدف هو أيضًا مبدأ البيت النشط: نظام إدارة طاقة تنبؤي ذاتي التعلم يجعل من الممكن زيادة فائض الطاقة المتجددة المتولدة في الموقع بشكل كبير بما يتجاوز المستويات المعتادة. المبنى قادر على التكيف باستمرار مع الظروف والمتطلبات المتغيرة للمناطق الداخلية والخارجية؛ وهذا يمكّنها من توليد ما يقرب من ٢٠٠٪ من الطاقة اللازمة لخدمات المباني والضوابط وكذلك الكهرباء المنزلية.

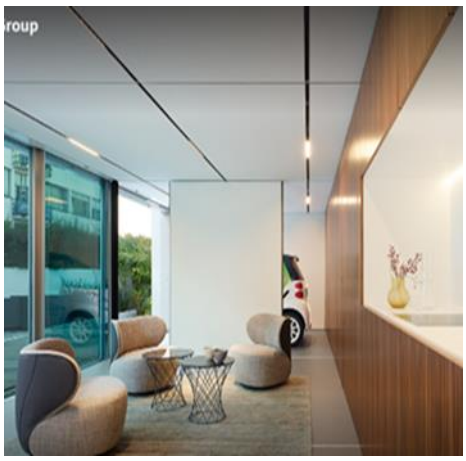
يتطلب B10 حدًا أدنى من الموارد ويمكن إعادة تدويره بالكامل. ونتيجة لذلك، فإنه يلبي جميع المتطلبات التي يتطلبها معيار الصفر الثلاثي: يولد المبنى طاقة أكثر مما يحتاج إليه (طاقة صفر)، ولا ينتج أي انبعاثات على الإطلاق (صفر انبعاثات) ويمكن إعادتها إلى المواد دون ترك أي نفايات متبقية (صفر نفايات).(٢٥)

- **اولا: العناصر المعمارية**
- استخدام تقنيات بناء مستدامة تخلق ضعف الطاقة من مصادر مستدامة.
- هيكل المبني عالي الكفاءة عن طريق العزل الفراغي باستخدام الواح Aktivhaus.
- يتميز المبنى أيضًا بنظام واجهة نسيج مرن. يتكون هيكل الواجهة من مقاطع الألمنيوم، والتي يتم تثبيت قماش الألياف الزجاجية المطلي بالسيليكون عليها. القماش المستخدم مقاوم للأوساخ، وله مقاومة ممتازة للأشعة فوق البنفسجية ويستجيب لمقاومة الحرائق، يسمح النسيج بإضاءة الواجهات من الخلف في الليل.
- توجيه المبني: فأن واجهة المنزل المواجهة للشارع، تواجه الشمال الغربي، تعتبر زجاج بالكامل. يضمن الزجاج العازل بالفراغ مستويات عالية من الشفافية وفي نفس الوقت خصائص عزل حراري جيدة جدًا في السقف والجدران وعندما يحل الليل، تنزلق الألواح العازلة لتغطي الزجاج حتى لا تتسرب الطاقة.
- استخدام زجاج مفرغ بسمك ١٧ ملم فقط على شكل واجهة زجاجية بارتفاع طابق، حيث ان عناصر الواجهة قابلة للطي (تؤدي وظيفة مزدوجة كالفناء)، وبناء جدار من الخشب والنسيج قابل لإعادة التدوير بالكامل.

ثانيا: المعالجات الداخلية

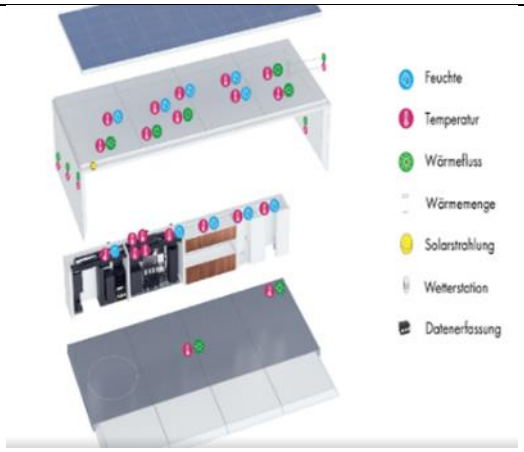
- استخدام الاجهزة والانظمة الموفرة للطاقة والتقنيات المبتكرة فهو يعمل بنظام التشغيل الآلي والتحكم التنبئي الذاتي للمبنى، فهو أول منزل نشط يعمل بكامل طاقته في العالم.
- استخدام الخامات المستدامة في الحيز الداخلي والخارجي التي تقلل من الانبعاثات الكربونية ويمكن اعادة تدويرها.
- تعتمد التدفئة أو التبريد على مضخة تسخين الماء والماء التي تصل إلى مصدرين للحرارة. يتم تنشيط الأرضيات والأسقف لنقل الحرارة/البرودة، يتم توليد درجات حرارة





التدفق المنخفضة من الخلايا الكهروضوئية والطاقة الحرارية الشمسية، يستخدم نظام التدفئة والطاقة داخل المنزل سلسلة من أجهزة الاستشعار اللاسلكية في الداخل والخارج .

- التهوية تتم باستخدام جهاز تهوية مدمج أو التحكم المدعوم بالخوارزمية في الواجهة الزجاجية.
- الإدارة التنبؤية للطاقة يمكن أن تتكيف مع الظروف والمتطلبات المتغيرة، هي ايضا المسؤولة عن فائض الطاقة المرتفع. وباعتباره نظامًا للتحكم في البناء ذاتي التعلم، فهو يعمل على تحسين البنية التحتية للشحن وتكنولوجيا النظام والتخزين ويحد من استهلاك الطاقة إلى الحد الأدنى. يسجل النظام احتياجات وعادات الراحة والتنقل للسكان، وتوقعات الأحمال للأجهزة بالإضافة إلى العوامل المؤثرة الخارجية، مثل توقعات الطقس أو التوقعات اليومية لإنتاج الطاقة. يتم أيضًا تخزين متطلبات الكهرباء للمباني المجاورة والمعلومات حول فائض الكهرباء لدى مشغل الشبكة .
- الاضاءة في الحيز الداخلي تنتج من الوحدات الكهروضوئية الموجودة في السقف والواجهة ١٧٠% من استهلاك المبنى الخاص. يتم تغذية الطاقة الزائدة في شبكة الكهرباء. يتم ترتيب نواة الطاقة المدمجة مع جميع المكونات المطلوبة للتحكم والتخزين والتوزيع بشكل مركزي بين منطقة المعيشة الخاصة والمنطقة المفتوحة التي تمثل التنقل؛ لتحسين توليد وتوزيع الطاقة .
- تم اختيار عنصر العزل-VACUPOR® TS-B2S القوي للغاية كعزل للأرضية.
- تم إخفاء المطبخ والحمام خلف الجدار المكسو بألواح الجوز داخل المبنى الذي تبلغ مساحته ٧٠ مترًا مربعًا. يشكل المراب لتصبح مساحة المعيشة مساحة بصرية متكاملة مع مراعاة الشكل الجمالي للتصميم.
- الوحدات الداخلية يمكن تعديلها بالكامل ودمجها معا لتغيير التصميم في الحيز الداخلي وساعد على ذلك المواد المستخدمة في التصميم ذان النسيج المرن.

 **صور توضيحية لمنز ل B10 AKTIVHAUS المصدر HTTPS://WWW.ARCHDAILY.COM/596695/HOUSE-B10-WERNER-SOBEK-GROUP/54D6ADC0E58ECE14700000DC-P03_AKTIVHAUS_B10_-_ANSICHT_-01-JPG**	• الخشب المستخدم في التصميم الداخلي هو خشب الجوز الأخضر الذي يساعد على توليد الطاقة.

- **استخدام فائض الطاقة اقتصادياً وبيئياً:**

الهدف من التصميم الفائض للطاقة ليس فقط استهلاك كميات أقل من الطاقة ولا توليد المزيد من الطاقة، ولكن توزيع فائض الطاقة هو هدف رئيسي ايضاً؛ فتعمل تلك المنازل كمحطات مصغرة لتوليد الكهرباء، هناك عدة طرق للتعامل مع الفائض للاستفادة الكاملة من الطاقة موضحه بالشكل التالي ٣٤:

شكل (٣٤) استخدام فائض الطاقة اقتصادياً وبيئياً
المصدر: الباحثة

بيع الفائض إلى شركة الكهرباء: أبسط طريقة للتعامل مع فائض طاقة المنزل، هي بيعها إلى شركة مرافق الكهرباء لتحقيق الأرباح والمساهمة في خفض الانبعاثات، ومن خلالها يمكن للمالك الحصول على:

- ❖ مبلغ لكل كيلوواط/ساعة kWh بأقل سعر للكهرباء لكل كيلوواط/ساعة.
- ❖ مبلغ نقدي بسعر موحد للكيلوواط/ساعة.
- ❖ مبلغ نقدي بأعلى سعر للكيلوواط/ساعة.
- ❖ بدون مبلغ نقدي ويتم نقل المبلغ لصندوق يساعد الآخرين في دفع الفاتورة الخاصة بهم.

- **تصدير فائض الطاقة إلى شركات الكهرباء العام**: تُصدَّر الطاقة الفائضة إلى شركات الكهرباء العامة لتعويض استهلاك الطاقة المُستخلَصة، وذلك في حال عدم توفُّر طاقة متجددة مُتاحة، سواءً كانت لتشغيل الأحمال الكهربائية داخل المبنى أو لتغطية الطاقة الكامنة التي تم استهلاكها أثناء بناء المنزل، ويجني مالك المنزل مكاسب مالية من المنزل بسبب إعادة الكهرباء الزائدة.
- **تشغيل السيارات الكهربائية والأجهزة الكهربائية المختلفة:** مع تطور جيل جديد وتطور التكنولوجيا ومع تحسين استخدام كفاءة الطاقة في وسائل النقل والانتقال الي مرحلة خالية من الانبعاثات والاضرار واستخدام السيارات الكهربائية وشحنها بالطاقة الفائضة من المنازل. (٥)(٢٩)

ومن هنا يتضح أن هناك علاقة بين توفير الطاقة من خلال مفهوم المنازل الفائضة للطاقة واستراتيجيات التنمية الاقتصادية عن طريق المشاريع الصديقة للبيئة، وباستخدام تكنولوجيات جديدة في مجال الطاقة المتجددة والنظيفة. وقد بدأت دول العالم في التوجه إلى ما يعرف بالاقتصاد الأخضر كاستراتيجية جديدة لتقليل المخاطر البيئية المرتبطة بالاقتصاد، حيث يعمل الاقتصاد الاخضر على تحقيق التنمية المستدامة دون أن تؤدي تلك التنمية إلى حالة من التدهور البيئي؛ ولهذا فان الاقتصاد الاخضر يهدف الى تحقيق تنمية اقتصادية. الذي يعرف بالاقتصاد الأخضر ويدعو إلى خضرنة القطاعات القائمة وتغيير أنماط الاستهلاك غير المستدامة، إلى جانب تقليل كثافة استخدام الطاقة واستهلاك الموارد وانتاجها؛ وفي هذا الإطار تسعى الدول الى وضع تصور لأطلاق اقتصاد مبني على استراتيجية انتقال الى اقتصاد أخضر.

3 – الاقتصاد الأخضر وعلاقته بالطاقة:

٣- ١ مفهوم الاقتصاد الأخضر:

وفق برنامج الأمم المتحدة للبيئة يعرف الاقتصاد الأخضر بأنه اقتصاد يؤدِّي إلى تحسين حالة الرفاه البشري والإنصاف الاجتماعي، مع العناية في الوقت نفسه بالحدّ على نحو ملحوظ من المخاطر البيئية. أما على المستوى الميداني، فيمكن تعريف الاقتصاد الأخضر بأنه اقتصاد يُوجَّه فيه النمو في الدخل والعمالة بواسطة استثمارات في القطاعين العام والخاص من شأنها أن تؤدي إلى تعزيز كفاءة استخدام الموارد، وتخفيض انبعاثات الكربون والنفايات والتلوّث ومنع خسارة التنوّع الأحيائي وتدهور النظام الإيكولوجي. وهذه الاستثمارات هي أيضاً تكون موجّهة بدوافع تنامي الطلب في الأسواق على السلع والخدمات الخضراء، والابتكارات التكنولوجية، بواسطة تصحيح السياسات العامة الضريبية فيما يضمن أن تكون الأسعار انعكاساً ملائماً للتكاليف البيئية. (٣)

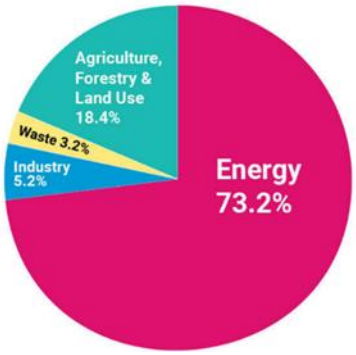
ويمكن أن ننظر إلى الاقتصاد الأخضر في ابسط صوره وهو ذلك الاقتصاد الذي يقلل من الانبعاثات الكربونية ويزداد فيه كفاءة استخدام الموارد ويستوعب جميع فئات المجتمع. (١٩)

- **اهمية الاقتصاد الأخضر**

أصبح الاقتصاد الأخضر متطلب اساسي لمعظم دول العالم وذلك لإيقاف التدهور البيئي المتمثل في ظاهرة تغيير المناخ، حيث ان هذا النوع من الاقتصاد يعد من نماذج التنمية الاقتصادية سريعة النمو حيث انه يقوم على معرفة الاقتصاديات البيئية التي تهدف الي معالجة العلاقة المتبادلة ما بين الاقتصاديات الانسانية والنظام البيئي الطبيعي. كذلك يعد التوجه نحو الاقتصاد الاخضر من شأنه زيادة النمو الاقتصادي وخفض أثار الاقتصاد على البيئة والتحول الي مستقبل يقل فيه انبعاثات الغازات الضارة وترشيد استهلاك الطاقة، وبالتالي تحقيق اهداف الدولة للتنمية المستدامة.

وفي قطاع الطاقة الذي يعد مصدر حوالي ثلاثة أرباع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ويمثل المفتاح الأساسي لتجنب أثار تغيير المناخ حسب ما تم ذكره في تقرير الامم المتحدة للبيئة كما موضح بالشكل٣٥.

يعمل التحول نحو الاقتصاد الأخضر علي تحسين كفاءة الموارد الطبيعية والطاقة حيث تمثل الطاقة المتجددة فرصه اقتصادية رئيسية، حيث يتم استبدال الوقود الاحفوري (كالفحم والبترول) بالطاقة النظيفة المستدامة واستخدام التقنيات منخفضة الكربون، والتي تمثل حلول فعالة التكلفة تساعد على تقليل اسعار الوقود الاحفوري المرتفعة والغير مستقرة وهذا ما يجعلها فرصة اقتصادية كبيرة تساعد في التحول نحو الاقتصاد الأخضر. (٣)



شكل (٣٥) يوضح انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حسب القطاع متمثل بها ان قطاع الطاقة يأخذ الحيز الاكبر من هذه الانبعاثات
المصدر :
HTTPS://WWW.CLPINNOFINITY.COM/CONTENT/DAM/INNOFINITY/CHANNELS/SOLUTIONS/IMAGES/65_PIE_CHART_V4.JPEG

- **خصائص الاقتصاد الأخضر**

يتميز الاقتصاد الأخضر بمجموعة من الخصائص ويعتبر من أهمها:

- ❖ لا يمثل الاقتصاد الأخضر بديلاً عن التنمية المستدامة، بل هو وسيلة لتحقيقها.
- ❖ تسهيل التكامل بين أبعاد التنمية المستدامة هو دور الاقتصاد الأخضر.
- ❖ لا بد من تناسب الاقتصاد الأخضر مع الواقع والأهداف الوطنية لكل دولة .
- ❖ تتطلب الانتقالية إلى الاقتصاد الأخضر مشاركة المسئوليات بين الأجهزة المعنية للدولة.
- ❖ الموارد الطبيعية تخضع لسلطة الدول التي تملكها وفقا لمبادئ الاقتصاد الأخضر.
- ❖ الاستهلاك والإنتاج المستدام وكفاءة الموارد هما أساس الاقتصاد الأخضر.
- ❖ التكيف مع تغيير المناخ والمحافظة على الموارد الطبيعية بشكل مستدام.
- ❖ الطاقات المتجددة المعتمدة على الطاقة البديلة هي الأساس للاقتصاد الأخضر الذي يحافظ على الثروات الطبيعية ويقلل من التلوث بتخفيض استهلاك الطاقة والمياه. (٢١)

- **أهداف التحول نحو الاقتصاد الأخضر**

يهدف التحول إلى الاقتصاد الاخضر إلى تحقيق العديد من الأهداف (١٩)، والتي من أبرزها:

- ❖ التوازن بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبشرية وحماية البيئة.
- ❖ اختلاف المسار التي تتجه اليه الدول والحكومات في كيفية التعامل مع الموارد الطبيعية والبشرية .

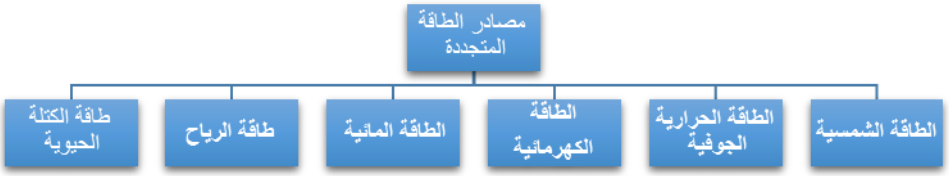
- تحقيق التنمية المستدامة وتعزيز القدرة على إدارة الموارد الطبيعية على نحو مستدام وزيادة كفاءة استخدام الموارد، والتقليل من الهدر والحد من الاثار السلبية للتنمية على البيئة ومواجهة آثار تغير المناخ.
- تحسين كفاءة وإنتاجية الموارد والطاقة والمياه وتقليل النفايات والتلوث من خلال الاستثمارات الحكومية والبحث والتطوير في التقنية الخضراء والحفاظ على الأصول المحلية والطبيعية والثقافية لدعم الاقتصاد المحلي وخلق فرص عمل جديدة ومساعدة الفقراء. (١٩)
- تطوير الاقتصاد والحفاظ على الأمن الاجتماعي.

٣-٢ الطاقة المتجددة

أصبح استخدام الطاقة المتجددة أحد المحاور الرئيسة نحو الانتقال إلى منظومة طاقة مستدامة وقد ازداد الاهتمام بتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في العالم، باعتبارها من عناصر المزيج الوطني للطاقة مع اعتبارها أحد أهداف خطة التنمية المستدامة ٢٠٣٠ والتي تمثل الهدف السابع في معظم الدول التي اعتمدتها الامم المتحدة إلى جانب دورها البارز في الحفاظ على البيئة. وتعرف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ مفهوم الطاقة المتجددة على أنها:

الطاقة التي يتم الحصول عليها من تيارات الطاقة المستمرة الموجودة في الطبيعة وتضم التكنولوجيا غير المنتجة للكربون كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، والطاقة الحرارية الجوفية فضلاً عن التكنولوجيا غير المؤثرة على انبعاثات ثاني اكسيد الكربون.

وهناك مصادر للطاقة المتجددة عرفها الانسان وتتميز بإمكانية الاستفادة منها دون نفاذها كما بالشكل ٣٦ والتي تمثل المصادر المستخدمة حاليا على النطاق العالمي (١٨)، وهي:



شكل (٣٦) يوضح مصادر الطاقة المتجددة والتي تستخدم حاليا على النطاق العالمي
المصدر: الباحثة

- الطاقة المتجددة وتأثيرها على البعد الاقتصادي

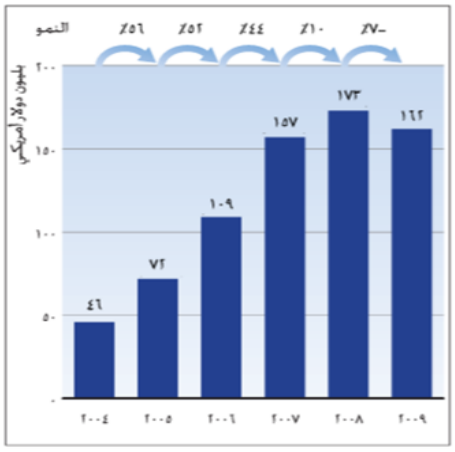
بينما تستهلك صناعة الوقود الأحفوري ٥,٩ تريليون دولار سنويًا في الإعانات والإعفاءات الضريبية، والأضرار الصحية والبيئية في عام ٢٠٢٠، تحتاج الطاقة المتجددة إلى ٤ تريليونات دولار سنويًا لخفض الانبعاثات إلى الصفر بحلول عام ٢٠٥٠. هذه التكلفة الأولية قد تثقل كاهل بعض البلدان لكنها ستجلب فوائد مالية وصحية وأمنية في المستقبل. وبإمكان الحد من التلوث ومن آثار تغير المناخ وحده أن يوفر للعالم ما يصل إلى ٤,٢ تريليون دولار سنويًا بحلول عام

شكل ٣٧ توضح استثمارات مجال الطاقة عالميا ومدي تأثير هذه الاستثمارات على الاقتصاد الأخضر . المصدر:
/HTTPS://ATTAQA.NET/2022/01/26

٢٠٣٠. التقرير يشير إلى أن البلدان التي تزيد من الطاقة المتجددة وتحسن من كفاءة شبكاتها ستكون في موقع جيد للتحول إلى اقتصاد أخضر موضح بالشكل ٣٧.

- الطاقة المتجددة كألية للتحول نحو الاقتصاد الأخضر

الاقتصاد الأخضر يتميز باستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في إطار ممارسات بيئية تتسم بالاستدامة، حيث يتم الحصول على الطاقة من مصادرها النظيفة التي تتجدد من خلالها طبيعياً. حيث تعمل الطاقة المتجددة على تأمين الطاقة وذلك لان الأزمات المالية تؤثر سلبا على قطاع الطاقة مثل الازمة العالمية في عام ٢٠٠٨ والتي اثرت على قطاع الطاقة عالمياً.



المصدر UNEP and Bloomberg New Energy Finance، ٢٠١٠.

شكل (٣٨) توضح الاستثمار في الطاقة المستدامة لسنة (٢٠٠٤-٢٠٠٩) – مليار دولار امريكي
المصدر UNFP AND BLOOMBREG NEW ENERGY FINANCE
برنامج الأمم المتحدة للبيئة، نحو اقتصاد اخضر، مسارات الي التنمية المستدامة والقضاء علي الفقر، مرجع لواضعي السياسات ٢٠١١ص٢٣

وقد تم توضيح ذلك من خلال تقرير (نحو إقصاد أخضر) الذي أعده برنامج الامم المتحدة للبيئة أوضح إن مصادر الطاقة المتجددة يمكن ان تتيح نمواً اقتصادياً الي الأجل الطويل والمتوسط يتجاوز نهج العمل المعتاد خلال الفترة من ٢٠١٠ وحتى سنة ٢٠٥٠ م.

وذلك من خلال دعم الاقتصاد القومي وتعزيز التنمية المستدامة عن طريق التوسع في استخدام الطاقة لما لها من مردود إيجابي على اقتصاديات كل دولة ، وبالتالي دعم الاقتصاد العالمي و تحقيق الامن البيئي والحد من التلوث نتيجة لما سببته الطاقة الاحفورية ، والتي تسيطر على المزيج العالمي من الطاقة في حدوث عديد من المشكلات البيئية كالاحتباس الحراري وانبعاثات الغازات الدفيئة .ومن هنا يشير الي ان استخدام الطاقة المتجددة النظيفة يساهم في الحد من التلوث والتدهور الايكولوجي الذي ينتج عن الطاقة الاحفورية ومن ثم يساهم في التحول نحو الاقتصاد الأخضر كما موضح بالشكل ٣٨.(٦)

4 - تأثير المنزل الفائض للطاقة على الاقتصاد الاخضر

٤-١ علاقة المنزل الفائض للطاقة بالاقتصاد الأخضر:

عندما تُصمم المنازل بحيث تنتج طاقة إضافية عن الاحتياجات الحالية للسكن، يمكن أن تكون هذه الطاقة الفائضة مفيدة في تحقيق أهداف الاقتصاد الأخضر علي النحو التالي:

❖ **توليد الكهرباء المتجددة:**

إن تجهيز المنازل بأنظمة الطاقة الشمسية أو أنظمة توليد الطاقة الرياحية يمكن أن يسمح بإنتاج كميات إضافية من الكهرباء تتجاوز احتياجات المنزل؛ يمكن بيع هذه الطاقة الفائضة إلى شبكة الكهرباء المحلية (إذا كانت متاحة)، مما يساهم في تلبية احتياجات الطاقة في الأماكن الأخرى وتحسين استدامة البنية التحتية للطاقة.

❖ **توفير التكاليف:**

إن إنتاج الطاقة الفائضة يمكن أن يقلل من فواتير الكهرباء أو حتى يقلل من الاعتماد على الشبكة الكهربائية التقليدية. يعني هذا أن المنازل الفائضة للطاقة قد تحقق توفيراً اقتصادياً لأصحابها على المدى الطويل، حيث يمكن أن توفر الكهرباء

المنخفضة التكلفة المولدة من المصادر المتجددة ٦٥ في المئة من إجمالي إمدادات الكهرباء في العالم بحلول عام ٢٠٣٠. كما يمكن أن تزيل الكربون عن ٩٠ في المئة من قطاع الطاقة بحلول عام ٢٠٥٠، مع الحد من انبعاثات الكربون بشكل كبير والمساعدة في التخفيف من آثار تغير المناخ.

❖ **الاستدامة والبيئة:**

تساهم المنازل الفائضة للطاقة في تقليل الانبعاثات الكربونية وآثار البيئة السلبية المرتبطة بإنتاج الطاقة التقليدية؛ فمن خلال استخدام مصادر طاقة متجددة ونظام توليد الطاقة الفائضة، يسهم أصحاب هذه المنازل في حماية البيئة والاستدامة البيئية.

❖ **تعزيز الابتكار والتوظيف:**

نمط الحياة الأخضر والتوجه نحو الطاقة المتجددة يؤدي إلى تطوير مزيد من الابتكارات والتكنولوجيات في مجال الطاقة والتصميم البيئي مما يعزز الاقتصاد الأخضر من خلال دعم صناعات المستقبل وتوفير فرص عمل في قطاع الطاقة المتجددة والتقنيات المستدامة.

❖ **التصدي لظاهرة تغير المناخ:**

حيث يمثل تغير المناخ تهديداً حقيقياً وداهماً للرخاء الذي يتمتع به الكثيرون حيث تتصل هذه الظاهرة بحماية النظم الإيكولوجية الذي يتعين علينا تأمينه ؛ كما أن تغير المناخ لا يزال متواصلاً إلى حدٍ كبير من جراء الانبعاثات التي تأتي من احتراق أنواع الوقود الأحفوري ، وبرغم وجود الكثير من العوامل المهمة الأخرى التي تساهم في هذا الأمر؛ ومن أجل الحد من تغير المناخ فإن علينا أن نخفض استهلاكنا من هذه المحروقات الكثيفة الكربون وهذا هو الدور المحوري التي تلعبه المنازل فائضة الطاقة من تقليل الانبعاثات وتأثيرها على البيئة ، وبالتالي تحقيق هدف اساسي من اهداف التحول نحو الاقتصاد الأخضر .

❖ **المحافظة علي الصحة العامة**:

وفقاً لتقديرات منظمة الصحة العالمية، ٩٩ في المئة من سكان العالم يتنفسون هواء يتجاوز الحدود القصوى لجودة الهواء، وهذا الهواء يهدد صحتهم، ويرجع أكثر من ١٣ مليون حالة وفاة في العالم كل عام إلى أسباب بيئية يمكن تجنبها، لاسيما تلوث الهواء.

ينتج عن المستويات غير الصحية للجسيمات الدقيقة وثاني أكسيد النيتروجين بشكل رئيسي من حرق الوقود الأحفوري؛ يتسبب تلوث الهواء من الوقود الأحفوري في تكاليف صحية واقتصادية بقيمة ٢,٩ تريليون دولار بعام ٢٠١٨. أي حوالي ٨ مليارات دولار في اليوم.

وبالتالي، فإن التحول إلى مصادر الطاقة النظيفة، مثل الرياح والطاقة الشمسية، لا يساعد في معالجة تغير المناخ فحسب، بل يسمح أيضًا بالتكفل بتلوث الهواء والصحة وبالتالي التقليل من التكاليف الاقتصادية.

❖ **تخزين الطاقة:**

توجهت الأنظار إلى تخزين الطاقات ولا سيما المتولدة عن مصادر الطاقة المتجددة على اعتباره خطوة فعالة في مواجهة أزمة الطاقة في العالم، علماً أن تخزين الطاقة هو العامل الأساسي في عملية التحول الطاقي من الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقات المتجددة الذي اتبعته معظم الدول الأوروبية ومن الناحية الاقتصادية فعلي الرغم من التكلفة الأولية المرتفعة لتركيب الالواح الشمسية على أسطح المنازل فائضة الطاقة إلا أن الاعتماد عليها في تزويد المنازل أو الشركات بالكهرباء يعود بقدر كبير من التوفير في فواتير الكهرباء على المدى الطويل.

من ناحية أخرى، يساعد تخزين الطاقة الشركات في تفادي حالات انقطاع الكهرباء التي قد تتسبب في أضرار كبيرة للعمل مما يعمل على السماح لها بمواصلة العمل وبالتالي توفير أي نفقات مترتبة على الانقطاعات المفاجئة للكهرباء.

❖ **خلق فرص عمل:**

ستتطلب الصناعات المتعلقة بالطاقة ١٦ مليون عامل إضافي، على سبيل المثال لتولي أدوار جديدة في تصنيع السيارات الكهربائية التي يمكن امدادها بالطاقة الفائضة من المنازل والأجهزة عالية الكفاءة أو في التكنولوجيات المبتكرة وفي تصنيع التقنيات التي سوف تساعد هذه المنازل على توليد فائض الطاقة. وهذا يعني أنه يمكن خلق أكثر من ٣٠ مليون وظيفة في مجالات الطاقة النظيفة والكفاءة والتكنولوجيات قليلة الانبعاثات بحلول عام ٢٠٣٠، والذي يعد هدف اساسي من اهداف الاقتصاد الاخضر وهو (خلق فرص عمل ودعم المساواة الاجتماعية والحد من مشكلة الفقر).

٤-٢ تأثير تطبيق أسس تصميم المنازل الفائضة للطاقة مع التحول نحو الاقتصاد الأخضر في مصر الفرص والتحديات:

- تطبيق المنازل الإيجابية المولدة لفائض الطاقة في مصر يحسن الاقتصاد الأخضر ويعزز الاستدامة البيئية؛ وفيما يلي بعض الفرص والمزايا المتاحة في مصر:

- تتمتع مصر بمستوى هائل من الإشعاع الشمسي المباشر فيعد توليد الطاقة فرصة لتوفير وتقليل فواتير الكهرباء وبيع الفائض إلى شركات الكهرباء، مما يساهم في توفير المال وتحقيق عوائد مالية.
- تعزيز الاستقلالية للطاقة حيث النمو السريع في قطاع الطاقة الشمسية عالمياً باعتباره احدى الخيارات الاستراتيجية، يمكن تجنب تبعية الشبكة الكهربائية وتقليل تأثير انقطاع التيار الكهربائي.
- الاستفادة من برامج الدعم والتشجيع المقدمة من الحكومة أو الجهات المحلية لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة وتوليد الطاقة الزائدة.
- تحسين البيئة والحفاظ على الموارد: يساهم تقليل انبعاثات الكربون وتأثيرات تغير المناخ؛ كما يساعد على توفير الموارد الطبيعية الثمينة والمحدودة.
- الاستثمار في المستقبل: تطبيق المنازل الفائضة للطاقة يعد استثمارًا في المستقبل، حيث تتزايد الاعتمادية على مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة في جميع أنحاء العالم. (٥)

- تطبيق المنازل الإيجابية المولدة لفائض الطاقة في مصر يواجه بعض الصعوبات والتحديات التي تعيق تبني هذه التقنية بشكل واسع؛ ومن بين هذه الصعوبات:

- تكلفة الاستثمار الأولية حيث يتطلب تطبيق المنازل الإيجابية المولدة لفائض الطاقة استثماراً كبيراً في بناء البنية التحتية وتجهيزات الطاقة المتجددة، مثل الألواح الشمسية وأنظمة التخزين. قد تكون تكلفة هذه المكونات عالية بالنسبة للبعض.
- هناك نقص في الوعي والتثقيف حول فوائد المنازل الإيجابية المولدة للفائض من الطاقة وكيفية تنفيذها، يحتاج المشروع إلى جهود توعية وتثقيف لدى الجمهور والمهنيين لزيادة القبول والاعتمادية.
- تطبيق المنازل الفائضة للطاقة يحتاج إلى دعم من السياسات الحكومية والقوانين التي تشجع على استخدام الطاقة المتجددة وتحفز على بناء المنازل الفائضة. قد تكون التشريعات الحالية غير مشجعة أو غير واضحة بما يكفي لتحقيق التطبيق الواسع.
- تطوير التقنيات المتقدمة للبناء والتصميم، التقنيات الجديدة تحتاج إلى اعتمادها وتجربتها بشكل موثوق قبل أن تصبح عملية قياسية.

- تحديات في التكامل مع شبكة الكهرباء المحلية، خاصة في حالات تصدير الفائض إلى الشبكة. يجب توفير تكنولوجيا التحكم والتواصل مع الشبكة بشكل فعال.

وعلى الرغم من هذه التحديات، إلا أن هناك فرصًا كبيرة لنجاح تطبيق المنازل الإيجابية المولدة لفائض الطاقة في مصر، خاصة مع الاهتمام المتزايد بالطاقة المتجددة والاقتصاد الأخضر. يتطلب ذلك تحفيز الابتكار والبحث والتنمية في هذا المجال وتعزيز دور الحكومة والقطاع الخاص في دعم وتشجيع هذه التقنية الحيوية.

النتائج:

- إن تطبيق المعايير التصميمة للمنازل الفائضة الطاقة من عناصر معمارية ومعالجات داخلية يعتبر إحدى الأدوات لتعزيز مفهوم الاقتصاد الأخضر.
- التصميم الداخلي للمنازل فائضة الطاقة قادر علي تحقيق الاقتصاد الأخضر
- قدرة الاقتصاد الأخضر علي تحقيق التنمية المستدامة بهدف تحقيق تنمية اقتصادية.
- توليد واستهلاك كميات أقل من الطاقة وتوزيع الفائض في المنازل يساعد على تحقيق أهداف الاقتصاد الأخضر.
- المنزل الفائض للطاقة في المستقبل قادراً علي الانفصال عن الشبكات العامة لفترات طويله مع تقليل الاستهلاك وانخفاض الانبعاثات والقدرة للسكان بالاستفادة من العائد الطاقة اقتصادياً وبيئياً.
- تطبيق المنازل الإيجابية المولدة لفائض الطاقة في مصر يحسن الاقتصاد الأخضر ويعزز الاستدامة البيئية.

التوصيات:

- رفع الوعي لدي المصممين الداخليين وكلاً من المختصين والأجهزة المعنية بالدولة بأهمية تبني الأفكار التي تهدف الي الحد من استهلاك الطاقة بالمباني السكنية.
- وضع استراتيجية للاستفادة من فائض الطاقة لتحقيق اهداف الاقتصاد الأخضر.
- دعم المؤسسات الرسمية التي تدعم وتشجع على تطوير المباني السكنية في ظل التغيرات المناخية الحالية والاقتصادية.
- رفع كفاءه الطاقة في المباني السكنية باستخدام الطاقة المتجددة للانتقال إلى منظومة طاقة مستدامة التوجه الي الاقتصاد الأخضر.

المراجع:

المراجع العربية:

1. ابو الحسن، حسين محمد. ٢٠١٠. In Designing the Sustainable Building, 736-743. القاهرة مصر: دار المعرفة.

1. 'abu alhasani, husayn muhamadu. 2010. fi tasmim albina' almustadami, 736-743. alqahirata, masr: dar almaerifati.

2. العدوي، منى سعيد محمود، منى سعيد محمود، عبد الغني، ناهد فتحي، أبو العلا، منال أحمد سمير، إبراهيم, and إسلام غنيمي. "دور الأنظمة الذكية السالبة بغلاف المبنى في دعم تطبيق العمارة الخضراء." Engineering Research Journal-Faculty of Engineering (Shubra) ٤٢, 184-196 :(2019) 1 .no.

2. aleadawi, minaa saeid mahmud, munaa saeid mahmud, eabd alghani, nahid fatahi, 'abu aleala, manal 'ahmad smir, 'iibrahim, wa'iislam ghunimi. "dawr al'anzimat aldhakiat alsalbiat fi ghilaf

almabnaa fi daem tatbiq aleimarat alkhadra'." majalat albuhuth alhandasiati-kaliyat alhandasa (shbra) 42, aleadad. ja1 (2019): 184-196

3. بكلير، خليدة محمد، وعقيلة اقنيني. n.d. "الاقتصاد الاخضر: طريق العودة من الاقتصاد الافتراضي الي الاقتصاد الحقيقي في الدول العربية." الملتقي العلمي الدولي الخامس حول الاقتصاد الافتراضي وانعكاساته علي الاقتصاديات الدولية. ١-١٩.

3. bakilir, khalidat muhamad, waeaqilat 'aqnini. aikhtisar althaani. "alaiqtisad al'akhdar: tariq aleawdat min alaiqtisad alaiftiradii 'iilaa alaiqtisad alhaqiqii fi alduwal alearabiati." almuntadaa aleilmii alduwalii alkhamis hawl alaiqtisad alaiftiradii waineikasatih ealaa alaiqtisadat alduwliati. 1-19.

4. تطبيقات تكنولوجيا النانو الخضراء لتحسين جودة البيئة الداخلية لوحدات الاقامة في المدن الجامعية." ٢٠٢٢ .المجلة العربية الدولية للفن والتصميم الرقمي مجلد١ (عدد٢) 19-50 https://iajadd.journals.ekb.eg/article_227157_40a3e84155fcf315cd7b52cd85ad1cd9.pdf

4. tatbiqat tiknulujya alnaanu alkhadra' litahsin jawdat albiyat aldaakhiliat lilwahadat alsakaniat bialmudun aljamieiati. 2022. almajalat alearabiat alealamiat lilfani waltasmim alraqmii, almujalad 1 (aleadad 2), 19-50 https://iajadd.journals.ekb.eg/article_227157_40a3e84155fcf315cd7b52cd85ad1cd9.pdf

5. حنا، هالة أديب. "المنازل المولدة لفائض الطاقة–لتحقيق المكاسب الاقتصادية والبيئية لقاطنيها Energy Surplus Homes–To achieve economic and environmental gains for its inhabitants." Journal of Urban Research 26, no. 1 (2017): 113-133.

5. hanaa, halat 'adibi. "almanazil alfayidat ean altaaqat - litahqiq makasib aiqtisadiat wabiyiyat liqatiniha." majalat albuhuth alhadariat 26, aleadad. 1 (2017): 113-133.

6. "دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية " في إطار رؤية مصر ٢٠٣٠ "." ٢٠٢٢. مجلة البحوث التجارية مجلد٢٤ (عدد ٢): ٤٢٥–٥٢. https://zcom.journals.ekb.eg/article_229343.html.

6. "dawr altaaqat almutajadidat fi tahqiq altanmiat alaiqtisadiati" fi 'iitar ruyat misr 2030." 2022. majalat 'abhath al'aemal almujalada. 24 (raqm 2): 425-52. https://zcom.journals.ekb.eg/article_229343.html.

7. عطية، إيمان محمد عيد, إيمان محمد عيد, الشامي, أسماء مصطفي, الجيلاني, and بسنت محمد عبد القادر. "تطبيق استخدام الطاقة المتجددة بالمباني الإدارية القائمة كأحد جوانب توفير الطاقة." *ERJ. Engineering Research Journal*, no. 1 ٤٣ (2020): 71-83.

7. eatiat, 'iiman muhamad eid, 'iiman muhamad eid, alshaami, 'asma' mustafaa, aljilani, wabasant muhamad eabd alqadir. "tatbiq aistikhdam altaaqat almutajadidat fi almabani al'iidariat alqayimat kajanib min jawanib tawfir altaaqati. raqm 143" 'ii ar jih. majalat albuhuth alhandasiat, (2020): 71-83

8. عرفات، حنان حسن علي. ٤, ٢٠٢٢. "كفاءة الطاقة في المباني التقليل من احتياجات المبنى من التبريد." Journal of Engineering Research 169-176.

8. earafat, hanan hasan ealay. 4, 2022. "kafa'at altaaqat fi almabani tuqalil min aihtiajat tabrid almabani." majalat albuhuth alhandasiat 169-176.

9. منى العدوي - معماريه وأكاديمية حاصلة على الماجستير في. "الأنظمة الذكية النشطة في المباني العمارة ودورها في دعم العمارة الخضراء" *ديـــوانيـــة العمـــارة* May 17, 2022 . https://www.archdiwanya.com/2022/04/Active-systems.html

9. munaa aleadawi - muhandisat miemariat wa'akadimiat hasilat ealaa darajat almajistir fi "al'anzimat aldhakiat alnashitat fi almabani almiemariat wadawriha fi daem aleimarat alkhadra'" diwaniat aleimarat 17 mayu 2022

المراجع الأجنبية:

10. Alalouch, Chaham, Mohamed Salah-Eldin Saleh, and Saleh Al-Saadi. "Energy-efficient house in the GCC region." *Procedia*-Social and Behavioural Sciences 216 (2016): 736-743.
11. Brimblecombe, Robin, and Kara Rosemeier. Positive energy homes: creating passive houses for better living. CSIRO PUBLISHING, 2017. https://books.google.com.eg/books?hl=en&lr=&id=lYTFDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Positive+Energy+Homes:+Creating+Passive+Houses+for+Better+Living&ots=doILYoXkVK&sig=vpS2JDTFjdOulCpvBwj1MsFzJEA&redir_esc=y#v=onepage&q=Positive%20Energy%20Homes%3A%20Creating%20Passive%20Houses%20for%20Better%20Living&f=false
12. BREEN, JILL C. JULY 1981. "INTERIOR DESIGN FOR PASSIVE." U.S. Department of Energy.
13. Cole, Raymond J., and Laura Fedoruk. "Shifting from net-zero to net-positive energy buildings." Building Research & Information 43, no. 1 (2015): 111-120. -6Kolokotsa, D.; Roves, D.; Konstantopoulos, E.; Kalaitzakis, K., (2010), "A roadmap towards intelligent net zero- and positive-energy buildings", Solar Energy, P.2, 3, 10.
14. Kamal, Mohammad Arif. "The Study of Thermal Mass as a Passive Design Technique for Building Comfort and Energy Efficiency." *Journal* of Civil Engineering and Architecture 5, no. 1 (2011).
15. Maleki, B. Ahmadkhani. "Shading: passive cooling and energy conservation in buildings." International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE) 3, no. 4 (2011): 72-79.
16. Sartori, Igor, Assunta Napolitano, and Karsten Voss. "Net zero energy buildings: A consistent definition framework." Energy and Buildings 48 (2012): 220-232.

المواقع الإلكترونية:

17. "أبنية جديدة مكتفية ذاتياً بالطاقة." العربية، November 4, 2018. https://www.alarabiya.net/qafilah/2018/11/04
18. "أثر استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في التحول الي الاقتصاد الاخضر بالتطبيق على مصر." ٢٠٢٣. مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية المجلد الرابع والعشرون (العدد الاول). https://jpsa.journals.ekb.eg/article_279194.html.
19. "التحول نحو الاقتصاد الاخضر: تجارب دولية." ٢٠١٧. المجلة العربية للإدارة مجلد٣٧ (عدد٤). https://aja.journals.ekb.eg/article_17573.html.
20. "الاستدامة في المباني لترشيد استهلاك الكهرباء (١)," n.d. https://online.fliphtml5.com/lxhlf/bavu/#p=1
21. "الاقتصاد الأخضر." ٢٠٢٣. وزارة البيئة - جمهورية مصر العربية. ٢٠٢٣. Accessed June 12, 2023. https://www.eeaa.gov.eg/Topics/86/sub/176/index
22. اللافي، جمال الهمالي. "التهوية الطبيعية في المباني," n.d. https://mirathlibya.blogspot.com/2010/09/blog-post_22.html
23. "Home Automation." Wikipedia, August 18, 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/Home_automation.
24. "٨ Homes That Generate More Energy than They Consume." 2017. Inhabitat. July 4, 2017. Accessed August 7, 2023. https://inhabitat.com/8-homes-that-generate-more-energy-than-they-consume/.
25. "Stack Path," n.d. https://efficientwindows.org/types_parts/.2023

26. "Thermal Insulation [Passipedia EN]," n.d. https://passipedia.org/planning/thermal_protection/integrated_thermal_protection(2021)
27. "Types of Ventilation [Passipedia EN]," n.d. https://passipedia.org/planning/building_services/ventilation/basics/types_of_ventilation#the_convenient_solutionsupply_and_exhaust_air_systems_with_heat_recovery.
28. "What Is a Passive House? [Passipedia EN]." n.d. https://passipedia.org/basics/what_is_a_passive_house
29. Wikipedia contributors. "Energy-plus Building." Wikipedia, June 1, 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/Energy-plus_bulding.