

مدخل للتحكم في إستهلاك وإنتاج الطاقة من المصادر الطبيعية بالمباني السكنية بالمملكة العربية السعودية

د. خالد صلاح الدين الخياط*

أستاذ الهندسة المعمارية وتكنولوجيا مواد البناء الحديثة – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة حائل

د. غازي عبد الله البقعاوي

أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية ورئيس قسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة – جامعة حائل

د. عماد محمد نعيمة

أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة حائل

د. محمد حسان حسن عبد الحافظ

أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة حائل

أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة أسوان

*k.elkhat@liveuohedu.onmicrosoft.com

المخلص:

تم الاعتماد قديماً على المصادر الطبيعية للتكيف مع مناخ المبنى الداخلي، أما اليوم وفي المباني الحديثة فقد أصبح استخدام أجهزة التكييف هي السمة السائدة لتحكم الإنسان المعاصر في المناخ الداخلي للمبنى، ومن ثم يواجه الإنسان خطر نزوب مصادر الطاقة التقليدية بالإضافة إلى التلوث البيئي الناشئ عن الإسراف في استخدام الوقود الحفري كالنفط والفحم والغاز الطبيعي، الأمر الذي أدى لضرورة دراسة مباني موفرة للطاقة كوسيلة لخفض الأحمال وكذلك للحد من استخدام الوسائل الميكانيكية في التبريد صيفاً والتدفئة شتاءً ولترشيد الطاقة المستخدمة من خلال استخدام الطاقة من الموارد الطبيعية والمتجددة التي لا تنضب.

يهدف البحث إلى دراسة أهم الموارد الطبيعية والمتجددة وأهمية استغلالها بالشكل الأمثل لاسيما بما يتلائم مع المناطق العمرانية بالمملكة العربية السعودية كمدخل لتطوير عملية بناء التجمعات العمرانية بها. ويتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي من خلال جمع المعلومات وتوصيفها وتحليلها في سبيل استنتاج المشكلات الراهنة لاستخدام الطاقة في المباني السكنية في المملكة العربية السعودية، ومن ثم محاولة التوصل لعدة مداخل للتحكم في استهلاك الطاقة وإنتاجها كبداية مناسبة بيئياً لتطويرها وتنفيذها بالمباني السكنية بالمنطقة.

انتهى البحث بمجموعة من النتائج والتوصيات الهامة التي تحفز العمل باتجاه تقليل إستهلاك الطاقة بالمباني محل الدراسة، مما يساعد في الوصول إلى مباني صديقة للبيئة بالمنطقة.

كلمات مفتاحية: الطاقة، انتاج، استهلاك، المصادر الطبيعية، المباني السكنية، المملكة العربية السعودية.

Abstract:

It was previously relied on natural resources to adapt to the indoor climate of the building, but today and in modern buildings, the use of air conditions has become the dominant feature of contemporary human control in the indoor climate of the building, therefore the people face the risk of depletion of traditional energy sources in addition to the environmental pollution resulting from increases in the use of fossil fuels such as oil, coal, and natural gas, which led to the need to study energy-saving buildings as a way to reduce loads, as well as to limit the use of mechanical means for summer cooling and heating in winter, and to rationalize energy used through energy use Inexhaustible natural and renewable resources.

The research aims to study the most important natural and renewable resources and the importance of making optimal use of them, especially in a manner appropriate to the urban areas in the Kingdom of Saudi Arabia as an approach to develop the process of building urban clusters in KSA. The research follows the descriptive analytical approach through collecting, describing and analyzing information in order to derive the current problems of energy use in residential buildings in the Kingdom of Saudi Arabia, and then trying to come up with several approaches to control energy consumption and production as environmentally appropriate alternatives for their development and implementation in residential buildings in the region. The research ended with a set of important findings and recommendations that motivate work towards reducing energy consumption in the buildings, which helps in reaching environmentally friendly buildings.

Keywords: Energy, Production, Consumption, Natural Resources, Residential Buildings, Kingdom Of Saudi Arabia.

1- المقدمة:

اعتمد الإنسان قديماً في تهوية وإضاءة مسكنه على الأساليب والمصادر الطبيعية أما اليوم وفي المباني الحديثة فقد أصبح استخدام أجهزة التكييف هي السمة السائدة لتحكم الإنسان المعاصر في المناخ الداخلي للمبنى، ومع خطر نضوب مصادر الطاقة التقليدية الناتجة عن الإسراف في الاستهلاك وزيادة النشاط البشري، بالإضافة إلى التلوث البيئي الناشئ عن الإسراف في استخدام الوقود الحفري كالنفط والفحم والغاز الطبيعي [11]، الأمر الذي أدى لضرورة دراسة مباني موفرة للطاقة كوسيلة لخفض الأحمال وكذلك للحد من استخدام الوسائل الميكانيكية في التبريد صيفاً والتدفئة شتاءً ولترشيد الطاقة المستخدمة من خلال استخدام الطاقة من الموارد الطبيعية والمتجددة التي لا تنضب، مثل أشعة الشمس وحركة الرياح وحركة أمواج البحار وغيرها، وبالتالي يساعد ذلك في الحد من أزمة الطاقة وخفض معدلات التلوث وترشيد الإنفاق [17]. وفي هذا الإطار، يتطرق البحث لدراسة عدة مداخل للتحكم في استخدام الطاقة المتجددة في المباني، والتي تتلائم مع المناطق العمرانية بالمملكة العربية السعودية خاصة في المناطق الحارة الجافة كمدخل لتطوير عملية بناء التجمعات العمرانية بها، وإبراز دور مساهمتها ليس فقط في ترشيد استهلاك الطاقة بل في تنوع مصادر إنتاجها داخل المبنى مما يجعلها مباني منتجة للطاقة - ليس فقط لها - ولكن لمن حولها أيضاً، بما يحقق هدف الاقتصاد في خفض تكلفة وتشغيل مرافق المسكن، ووضعها ضمن المقدره الاقتصادية وراحة المستخدمين لها.

1-1 مشكلة الدراسة وتساؤلاتها

مع خطر نضوب مصادر الطاقة التقليدية الناتجة عن الإسراف في الاستهلاك وزيادة النشاط البشري، بالإضافة إلى التلوث البيئي الناشئ عن الإسراف في استخدام الوقود الحفري كالنفط والفحم والغاز الطبيعي، الأمر الذي أدى لضرورة دراسة مباني موفرة للطاقة كوسيلة لخفض الأحمال وكذلك للحد من استخدام الوسائل الميكانيكية في التبريد صيفاً والتدفئة شتاءً ولترشيد الطاقة المستخدمة من خلال استخدام الطاقة من الموارد الطبيعية والمتجددة التي لا تنضب، مثل أشعة الشمس وحركة الرياح وحركة أمواج البحار وغيرها، وبالتالي يساعد ذلك في الحد من أزمة الطاقة وخفض معدلات التلوث وترشيد الإنفاق، وقد خلص البحث لعدة تساؤلات كالتالي:

- ماهي مكونات العمارة البيئية وتأثيرها على ترشيد الطاقة بالمباني السكنية بمنطقة الدراسة ؟
- ماهي طرق ترشيد الطاقة في المباني السكنية ؟
- ماهي المشكلات الراهنة لاستخدام الطاقة المتجددة ؟
- مدى الكفاءة في الاعتماد على مصادر الطاقة الطبيعية ؟
- بدائل مصادر الطاقات الطبيعية والمتجددة بالمباني السكنية بالمملكة العربية السعودية؟
- كيفية التحكم إستهلاك وترشيد الطاقة بالمباني السكنية بمنطقة الدراسة ؟

2-1 أهداف وأهمية الدراسة:

يهدف البحث إلى تسليط الضوء على أهم الموارد الطبيعية والمتجددة وأهمية استغلالها بالشكل الأمثل لاسيما في حالة نقص الإمدادات غير المتجددة من الطاقة كالمشتقات البترولية والغاز الطبيعي مع البدء في الرؤية المستقبلية وعرض أساليب ووسائل تطبيقية لاستغلال الموارد المتجددة للطاقة بالمباني وخاصة السكنية منها في المناطق الحارة الجافة بالمملكة العربية السعودية، ولتحقيق ذلك الهدف يتم دراسة عدة مداخل للتحكم في استهلاك الطاقة و إنتاجها بهذه المباني.

3-1 منهج الدراسة:

ويتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي من خلال جمع المعلومات وتوصيفها وتحليلها في سبيل استنتاج المشكلات الراهنة لاستخدام الطاقة في المباني لاسيما السكنية منها في المملكة العربية السعودية، ومن ثم محاولة التوصل لعدة مداخل للتحكم في استهلاك الطاقة وإنتاجها كبداية مناسبة بيئياً لتطويرها وتنفيذها بالمباني السكنية بالمنطقة. ويتطرق البحث إلى المحاور التالية:

- المحور الأول: مكونات العمارة البيئية وتأثيرها على الطاقة بالمباني السكنية بالمملكة العربية السعودية.
- المحور الثاني: مصادر الطاقة الطبيعية غير المستغلة في المملكة العربية السعودية.
- المحور الثالث: طرح عدد من المداخل للتحكم في استهلاك الطاقة وإنتاجها وكيفية تطبيقها بالمملكة العربية السعودية.

2- مكونات العمارة البيئية وتأثيرها على الطاقة بالمباني السكنية بالمملكة العربية السعودية:

تفرض احتياجات الطاقة في المناطق الحضرية عبئاً ضخماً على الاقتصاد والبيئة حيث تمثل المباني النصيب الأعلى من استهلاك وميزانيات الطاقة القومية، حيث تستهلك معظمها في التدفئة والتبريد وتسخين المياه والإضاءة والطهي. وقد تزايد الاحتياج لطاقة تتوافق مع البيئة بكل أركانها وتساعد على استمرارية الحياة وتدعو إلى مبادئ العمارة البيئية التي تعمل على تقليل الطاقة المستخدمة عن طريق تصميم أفضل للمباني وتساعد على تقليل الحمل الحراري في الشوارع حول المباني، وفي الجزء التالي من البحث سيتم تناول دراسة الطاقة في المباني وإستهلاكها وطرق ترشيدها.

1-2- الطاقة في المباني السكنية:

المباني هي العنصر الأكثر استهلاكاً للطاقة وخاصة أثناء إنشاءها وصيانتها، حيث يجب مراجعة التنظيمات البنائية وأسس الإنشاء للمباني السكنية والمواد المستخدمة في البناء لزيادة كفاءة النظام الحراري وتقليل استهلاك الطاقة في هذه المباني، كما أن الظواهر العالمية للتلوث لا يمكن للمصممين أن يساهموا في تقليلها فكل طن يتم حرقه من الوقود الحفري لتدفئة مبنى بصورة مباشرة أو يحرق في محطة توليد طاقة كهربائية للاستعمال في قطاع المباني يضيف العديد من الملوثات للغلاف الجوي والتي تعود للأرض عن طريق الأمطار كما أن المصمم المعماري والذي يتجاهل في تصميم مبانيه الأساليب التصميمية التي تعمل على توفير استهلاك الطاقة بها يعتبر مسؤولاً بطريقة غير مباشرة عن انبعاث هذه الملوثات، وإذا عرفنا أن الإنسان الذي يعيش لعمر ثمانين عاماً يقضي منها حوالي 46 عاماً داخل المباني،

وإذا كان يعمل عملاً مكتئباً داخل مبنى أيضاً فإنه يكون بذلك قد قضى 58 عاماً داخل المباني المغلقة أي ما يقرب من ثلثي عمره، وهو ما يوضح خطورة تأثير الملوثات المتواجدة داخل المباني على صحة الإنسان، وقد استفحلت مشكلة تلوث الهواء داخل المباني خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين مع زيادة استعمال مواد البناء والتشطيبات المخلفة وكيماريات البناء المختلفة وكل هذه المواد غير الطبيعية تساهم في تركيز الملوثات في الهواء وخلق بيئة داخلية غير صحية من أجل التحكم في عمليات التدفئة أو التبريد وزيادة كفاءتها وبذلك تصبح هذه المباني سيئة التهوية ويقل معدل تغيير الهواء بها لدرجة تصل إلى مرة واحدة كل خمسة أو ستة ساعات مما يساعد على زيادة تركيز الملوثات داخل المباني السكنية، ويمكن تحديد الأسباب المؤدية إلى تسرب وضياع الطاقة من المنازل نتيجة لما يلي [1]:

- من 30% إلى 40% من حرارة المنزل تفقد نتيجة التسرب من خلال المنشأ نفسه.

- أكثر من 20% من خلال الأبواب والنوافذ.

- 10% من الحوائط، 12% من الأسقف، 10% من خلال أرضيات الدور الأرضي.

مما سبق نجد إن التأثيرات السيئة للمباني الحديثة على البيئة تتمثل في صورة استنزاف مواردها وفي أسلوب استهلاك الطاقة وفي إنتاج النفايات، إلى جانب التأثيرات الصحية السيئة، هذا كله لا يمكن التغاضي عنه خاصة أن في مجموعها تهدد استمرارية واستدامة المستوطنات البشرية.

2-2- استهلاك الطاقة في المباني السكنية:

إن صور الطاقة داخل المبنى تكمن في أن الطاقة إما أن تولد داخل المبنى أو تستهلك أو يتغير شكلها. فلا بد من إيجاد التوازن بين الطاقة القادمة إلى المبنى والطاقة المستهلكة داخله والطاقة المفقودة ومعالجتها، ويوضح شكل رقم (1) العوامل المؤثرة على كفاءة استخدام الطاقة في المباني، وتعتمد فكرة استهلاك المباني للطاقة على أنه عند تصميم المبنى لا بد من الأخذ في الاعتبار الطاقة الكلية له شاملة جميع مراحل من إنشاء وتشغيل إلى إصلاح في حالة الإزالة أو الترميم وبالتالي فإن المبنى يستهلك طاقة عالية تستغل في [1]:

أ - تشييد المبنى (طاقة الإنتاج).

ب - تشغيل المبنى (الطاقة المتضمنة).

ج - هدم المبنى (طاقة الإزالة أو الترميم أو الإصلاح، أو إعادة التدوير أو الاستخدام).



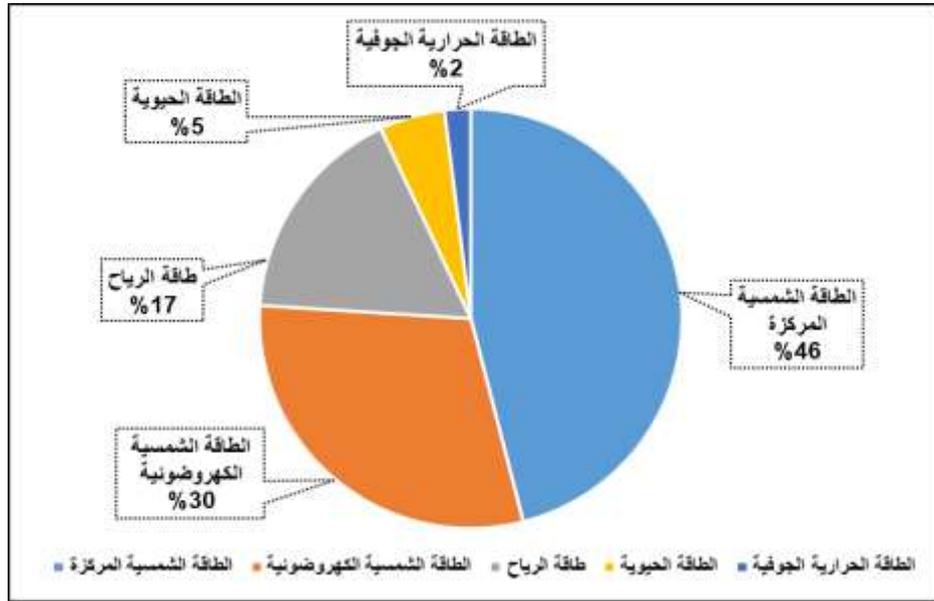
شكل (1) العوامل المؤثرة على كفاءة استخدام الطاقة في المباني [1].

تختلف احتياجات المبنى من الطاقة عند كل مرحلة من دورة حياته ويعتمد إمداد المبنى بالطاقة اللازمة على عدد من العوامل منها:

- الموقع والظروف المناخية والطبيعية.
- سهولة الوصول إلى مصادر الطاقة.
- التكلفة وتختلف باختلاف التكنولوجيات والنظم المستخدمة المتاحة.
- تغيير طرق تركيب وإنشاء المبنى.
- تغير أداء مواد ومكونات المبنى بتطور خدمات المبنى.
- طبيعة صيانة المبنى ومكوناته وخدماته.

3-2- طرق ترشيد الطاقة في المباني السكنية:

يعتبر المسكن بصفة عامة من أهم مطالب واحتياجات الإنسان على مر العصور وفي العصر الحديث بصفة خاصة، لأنه يقضي أغلب وقته اليومي داخل فراغ مبني يؤثر فيه ويتأثر به ويتعامل معه، فقد كان هذا الأمر السبب الرئيسي لزيادة استهلاك الطاقة، وقد ساعد على ذلك الزيادة المطردة العالية في قطاع الإنشاء والمعمار والطرق الحديثة في الإنشاء وتصنيع المواد الأولية، وتقدر الكميات التي تستغلها المباني السكنية الحديثة من الموارد الطبيعية بسدس المياه العذبة في العالم، و25% من الأخشاب و40% من إنتاج المواد والطاقة، فعلى سبيل المثال فإن الطن الواحد الجاف من الإسمنت يحتاج لحوالي 3.6 طن ماء كما يحتاج لكمية إضافية من الماء أثناء عملية إنتاج الخرسانة المسلحة تستخدم بغسيل الحبيبات والخلط، كما أن تصنيع طن من الحديد يحتاج إلى حوالي 300 طن من الماء إلى جانب أن عمليات بناء الطوب والبياض وغيرها تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء أثناء عملية تشييده بالموقع، ونجد أن نصف الطاقة المستخدمة في تشغيل المبنى السكني تستخدم لإنتاج مناخ صناعي داخلي (تدفئة، تبريد، تهوية، إضاءة)، مما ينبه المصممين إلى أهمية العمل على خفض استهلاك الطاقة بالمباني التي يصممونها بشتى الوسائل التصميمية الممكنة، فالتصميم الذي يراعي المناخ يكون أفضل وسيلة لتقليل الأثر البيئي السيئ للمباني السكنية الحديثة، ويوضح شكل رقم (2) نسب مصادر الطاقة المتجددة [11].



شكل (2) يوضح نسب مصادر الطاقة المتجددة [11].

مما سبق فقد كان من الضروري الأخذ بأسباب العلم الاقتصادي المتطور والشروع في جديّة دراسة كيفية استهلاك الطاقة في المباني السكنية ومدى كفاءتها، مع العمل على استحداث دراسات تساعد على تقليل هذا الاستهلاك بما لا يؤثر على مجالات التنمية والكفاءة لها مع مراعاة التكلفة الكلية شاملة جميع مراحل من إنشاء وتشغيل وصيانة وإصلاح في حالة الإزالة أو الترميم،

وبما لا يتعارض مع احتمالات استخدام ما استحدثت من طاقة متجددة كأحد العوامل المقللة لاستخدام الطاقة التقليدية، كل هذا تحت ستار الراحة الحرارية المطلوبة للمستخدم أولاً وعلى أن يتم هذا الأمر في اتجاهين:

- 1- اتجاه التصميم واختيار أنسب المواد والتكنولوجيا المتلائمة.
- 2- اتجاه كفاءة استخدام الطاقة لتوفير الراحة للإنسان.

ومهما يكن الاتجاه المتبع لترشيد الطاقة في المباني فإنه يجب مراعاة التطور التقني الحاصل في هذا المجال، حيث لا بد من استخدام برامج الحاسب الآلي مثل (Revit, Ansys, Design Builder,....ect) وإن هذه البرامج بمجملها تعتبر أدوات قياس هامة تساعد على اتخاذ القرار المحدد في مرحلة الدراسات المعمارية سواء في حالة الحاجة لتحسين كفاءة الطاقة للمباني القائمة أو كأدوات مساعدة في المراحل الأولية قبل اتخاذ القرار التصميمي.



شكل (3) مشروع مصدر في أبو ظبي (بيئة حارة) حيث تظهر كمية الظلال والتي تم تطويرها بالاعتماد على برامج المحاكاة [17]

يمكن ترشيد استهلاك الطاقة في المباني السكنية من خلال طريقتين إحداهما تعتمد على ترشيد الطاقة الحالية بحيث يساعد الترشيح على تقليص حجم المشكلة من الطاقة المستهلكة بدون كفاءة أو بإهدار دون معنى، الطريقة الثانية تعتمد على الطاقة المستقبلية بما تحمل من ترشيح على المدى البعيد باستبدال الطاقة الحالية بأخرى مستدامة أو أكثر كفاءة، وبالتالي فإن طرق ترشيح الطاقة تتمثل في [5]:

- طريقة مباشرة:

تعتمد على ترشيح الطاقة الحالية من خلال:

أ- إعادة تنظيم ما هو متاح لخفض الفقد.

ب- تحسين كفاءة الأداء باستخدام النظم المرشدة للطاقة.

- طريقة غير مباشرة:

تعتمد على الطاقة المستقبلية على المدى البعيد من خلال:
أ- استبدال الطاقة الحالية بأخرى مستديمة أو أكثر كفاءة.
ب- إعتقاد المبنى السكني ذاتياً على الطاقة المولدة داخله من مصادر متجددة.
وسيتناول البحث في الجزء التالي التركيز على أساليب ترشيد الطاقة غير المباشرة والتي تهتم بالتطبيقات الحديثة لمصادر الطاقة المتجددة وكيفية ادماجها بالتصاميم بالمباني السكنية بمنطقة حائل بالمملكة العربية السعودية.

2-4- المشكلات الراهنة لاستخدام الطاقة المتجددة:

- المشكلات القانونية والتشريعية:

تتمثل المشكلة السياسية والتشريعية في عدم وجود سياسات تشريعية واضحة تسير عليها الدولة لتحقيق انتشار واستخدام الطاقات المتجددة، وعدم التنظيم والوضوح في الخطوات التي تدعم نمو وانتشار قطاع الطاقات المتجددة والاستثمار فيها، بالإضافة الى تغيير ثقافة المجتمع فيما يتعلق بالاعتماد على الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء [5].
- المشكلات التكنولوجية والفنية لتقنيات الطاقة المتجددة:

إن توطين تكنولوجيا الطاقة المتجددة بالمملكة العربية السعودية تحتاج إلى إجراءات نقل معرفة وتصنيع معدات وتكنولوجيا هذه الطاقات مما يلزم خبرات فنية خاصة لذا يراعى التوسع في هذا المجال على مراحل تهتم بتحديد قائمة أولويات للمكونات التي يمكن نقل تقنيات تصنيعها للمملكة وذلك بناءً على دراسة وافية للقدرات المحلية في التصنيع ومدى توفر الأيدي العاملة والاستثمارات وتظهر هذه المشكلة في عدة مجالات (افتقار الخبرات والكفاءات في مجال الطاقة المتجددة - ارتفاع أسعار التكنولوجيا مع انخفاض كفاءتها - ضعف الخطط الاستراتيجية والتنفيذية في مجال الطاقة المتجددة - عدم توفر التمويل والدعم المالي من خلال توفير الحوافز المالية) [5].

- المشكلات الاقتصادية:

يظهر في الفوارق السعرية الكبيرة بين توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة وبين الطاقة التقليدية النفطية، وكذلك تذبذب أسعار الوقود مع دعم الدولة للوقود، مما يحد من انتشار ونمو الطاقة المتجددة، وأخيراً ارتفاع تكلفة مشاريع الطاقة المتجددة مع تزايد النفقات الاستثمارية أمام المستثمرين خلال فترة قصيرة.

- مشكلات مناخية وبيئية:

إن ارتفاع درجة الحرارة إلى ما فوق الأربعين ليس مناسباً للاستفادة من الطاقة الشمسية لتوليد طاقة كهربائية، بل إن أفضل درجة حرارة ما بين 25 إلى 30 درجة مئوية، بالإضافة إلى أن الغبار والرطوبة يؤثران بشكل كبير في عملية الاستفادة من الطاقة أثناء تكونهما على الألواح الشمسية مما تعيق الاستفادة من الطاقة الشمسية كونها تحتاج صيانة دورية، مما يؤدي الى تردد البعض في دعم مجالات القطاع المختلفة والبحث عن تقنيات ذات كفاءة عالية تكون قادرة على مواجهة المتغيرات والمشاكل المناخية بالمملكة التي قد تعارض ادائها وكفاءتها في الإنتاج [5].

2-5- مدى الكفاءة في الاعتماد على مصادر الطاقة الطبيعية:

يشير هذا المفهوم إلى تخفيض استهلاك الطاقة في العملية الانتاجية دون الاخلال بمستوى مخرجاتها من السلع والخدمات من حيث الكمية المنتجة أو التكلفة أو الجودة، وكذلك يمكن أن يشير إلى رفع مخرجات العملية الانتاجية باستهلاك نفس القدر من الطاقة، ويطلق على هذا المفهوم أيضاً على الاستخدام الكفاء للطاقة [5].

والاستخدام الكفاء للطاقة يستلزم بالضرورة رفع كفاءة الاستهلاك عن طريق برامج إدارة الأحمال الكهربائية، وكذلك ضرورة تفعيل الاستثمارات في مجالات كفاءة الطاقة والعمل على التطوير المستمر لما هو قائم من استثمارات، لذا من المهم مراقبة عملية استهلاك الطاقة، وتوعية أصحاب المباني الكبيرة كالفنادق والمستشفيات بأهمية الترشيد. كما أن كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة لا بد أن ينطلقا معا بهدف ربط مناطق المملكة ببعضها وتقليل الاستهلاك المحلي، حيث أن المملكة بدأت في تحسين أداء الطاقة لتمهد الطريق للطاقة المتجددة فمن المعروف أن معظم استهلاك الطاقة في المملكة يتمثل في قطاع الكهرباء، حيث يمثل 59% من الاستهلاك وفي قطاع البناء والتكييف 75%، كما أن الطلب على البترول سيخفف إلى 25% إذا ما عملنا على تخفيض استهلاك الطاقة، حيث أن بعض الدول العربية تمكنت من ترشيد 6% من استهلاك الطاقة من خلال تطبيق الإجراءات المناسبة.

3- بدائل مصادر الطاقات الطبيعية والمتجددة بالمباني السكنية بالمملكة العربية السعودية:

الطاقة المتجددة هي تلك الطاقات المولدة من مصدر طبيعي غير تقليدي، مستمر لا ينضب ويحتاج فقط إلى تحويله من طاقة طبيعية إلى أخرى يسهل استخدامها بوساطة تقنيات العصر، ويعيش الإنسان في محيط من الطاقة الطبيعية تعمل من حولنا دون توقف معطية كميات ضخمة من الطاقة غير المحدودة، فأقوى المولدات على الإطلاق هي الشمس، ومساقط المياه وحدها قادرة على أن تنتج من القدرة الكهرومائية ما يبلغ 80% من مجموع الطاقة التي يستهلكها الإنسان، وتدخل الطاقة الشمسية والمصادر المتجددة كعناصر أساسية في برامج الطاقة لدى جميع البلدان، وخاصة تلك التي تتمتع بظروف شمسية جيدة. وهو ما تتميز به المنطقة العربية بصفة عامة والمملكة العربية السعودية بصفة خاصة، ويوضح شكل (4) مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة. حيث تنقسم مصادر الطاقة إلى:

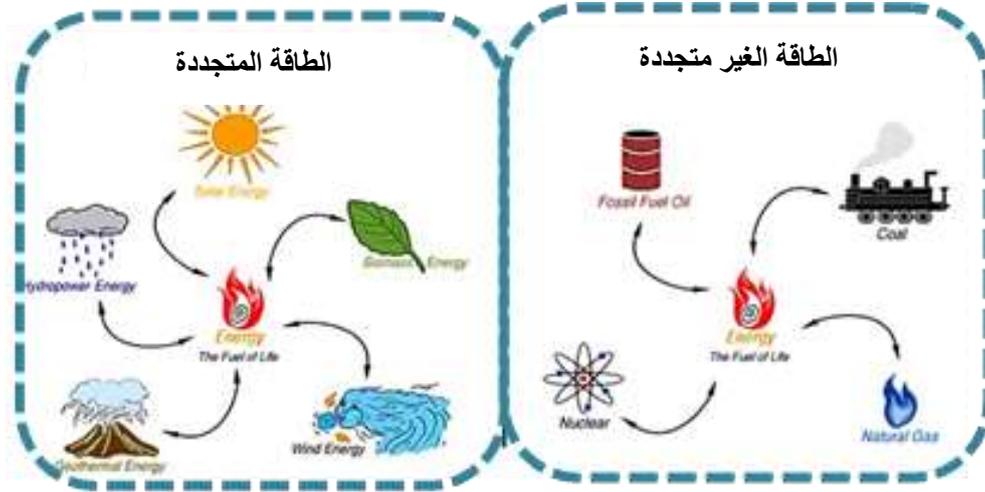
أ- مصادر غير متجددة:

مصادر البترول - الغاز الطبيعي - الفحم - الطاقة النووية.

ب - مصادر الطاقة المتجددة:

الطاقة الشمسية - طاقة الرياح - طاقة المساقط المائية - طاقة الكتلة الحيوية - طاقة الحرارة الأرضية - الطاقة الهيدروجينية.

وسيتيم التركيز في هذا الجزء من البحث على مصادر الطاقة المتجددة والتي يمكن إستخدامها بالمملكة العربية السعودية وتطبيقاتها في المباني السكنية.



شكل (4) مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة [3].

3-1-1- الطاقة الشمسية:

تعود معظم مصادر الطاقة المتوفرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية فجميع أنواع الطاقات بما فيها البترول والغاز والفحم تكونت بسبب أشعة الشمس وما تلي ذلك من حرارة وضغط عبر الأحقاب الزمنية، وفي الجزء التالي سيتم تناول مقومات الطاقة الشمسية وإمكانيات تطبيقها بالمباني السكنية بالمملكة العربية السعودية.

3-1-1-1- مقومات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية:

تتمتع المملكة العربية السعودية والمنطقة العربية بأعلى فيض إشعاع شمسي في العالم، وتمتلك المملكة العربية السعودية العديد من المميزات والمقومات في مجال الطاقة الشمسية ومنها:

- وفرة الأراضي الصحراوية المشمسة أغلب أيام السنة كما أن أشعة الشمس تمد كل متر مربع بنحو 7000 واط من الطاقة وذلك لمدة 12 ساعة يومياً.
- امتداد الأراضي من الشرق إلى الغرب مما يعرضها إلى الشمس لفترة زمنية أطول وبالتالي تستطيع إنتاج الطاقة بشكل أكثر.

3-1-1-2- تطبيقات الطاقة الشمسية بالمباني السكنية:

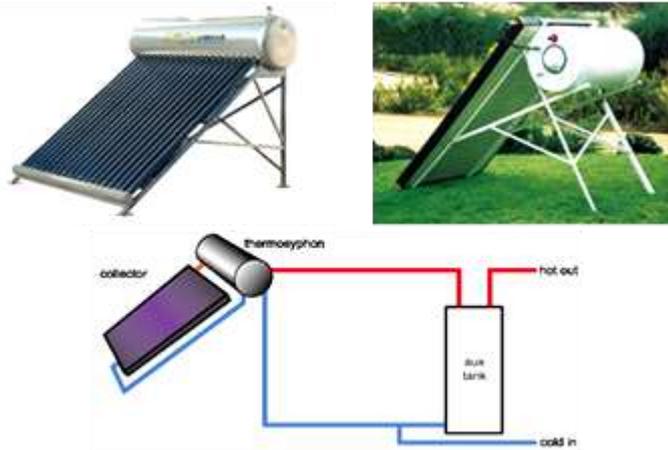
يتم توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات الفوتوفولتية. ومن التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظام التسخين خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، والماء الصالح للشرب خلال التقطير والتطهير، واستغلال ضوء النهار، والماء الساخن، والطاقة الحرارية في الطهو،

ودرجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية، كما تتسم الوسائل التكنولوجية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تعتمد على نظم الطاقة الشمسية السلبية أو نظم الطاقة الشمسية الإيجابية وفقاً للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها.

وتشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفوتوفولتية والمجمع الحراري الشمسي، مع المعدات الميكانيكية والكهربائية، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة الشمسية، هذا في حين تتضمن التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية السلبية توجيه أحد المباني ناحية الشمس واختيار المواد ذات الكتلة الحرارية المناسبة أو خصائص تشتيت الأشعة الضوئية، وتصميم المساحات التي تعمل على تدوير الهواء بصورة طبيعية [2].

ويمكن تصنيف النظم الشمسية للطاقة إلى نوعين أساسيين:

- النظم الحرارية: التي تستخدم طاقة الشمس على شكل حرارة كنظم تدفئة أو تبريد الفراغ وتسخين المياه، ويوضح شكل رقم (5) السخان الشمسي المسطح.
- نظم استخدامات الضوء: التي تحول ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية أو ضوء ومن أشهرها الوحدات الفوتوفولتية ونظم الحرارة الشمسية.



شكل رقم (5) السخان الشمسي المسطح [1].

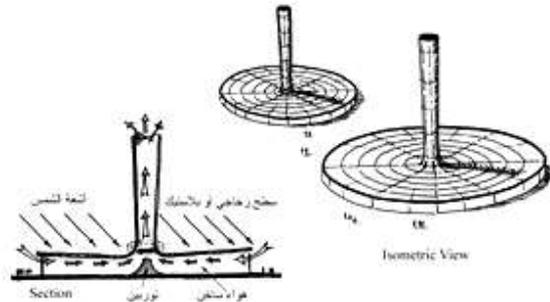
3-1-3- التوظيف المعماري للسخانات الشمسية:

يمكن الاستفادة من السخانات الشمسية وادماجها في المباني السكنية المتوافقة بيئياً من خلال مراعاة الاعتبارات الفنية في اختيار وتركيب السخان الشمسي المناسب ومنها [1]:

- 1- نوع منظومة السخان الشمسي والتي يتم تحديدها بناءً على طبيعة الاستهلاك ونوعية المياه المتوفرة وكمية المياه المطلوبة للاستعمال اليومي.

2- سعة الخزان والتي تمثل كمية المياه المطلوبة للاستعمال اليومي والتي تعتمد بالدرجة الاولى على عدد افراد المنزل.

3- زاوية الميل للمجمعات الشمسية والتي يجب ان تتناسب مع الموقع الجغرافي، تثبيت سخان الشمسي بإحكام مواجهاً للجنوب بقدر الامكان مع تفادي حدوث ظلال على سطح المجمع من المباني المجاورة، ويوضح شكل (6-ب) السخانات المركزة ذات المرايا.



شكل (6-ب) السخانات المركزة ذات المرايا[2].

شكل (أ-6) المداخن الشمسية[1].

3-1-3-1- نظم تحويل الطاقة الشمسية الي كهربائية:

أ - المداخن الشمسية:

حيث تعتمد على الإشعاع الشمسي الذي يسخن الهواء في الجزء السفلي من المحطة حيث يسخن وتقل كثافته فيرتفع لأعلى بسرعات كبيرة (حيث فرق درجات الحرارة كبير جدا) ويمر هذا الهواء في المدخنة التي بها توربين فيولد الكهرباء. وهذه المحطات قدرتها كبيرة جداً لدرجة جعلها محطات إقليمية على مستوى المدن وإن كانت حتى الآن في طور التجارب، ويوضح شكل (6-أ) المداخن الشمسية.

ب - توليد طاقة شمسية (وحدات قطع ناقص):

تعتمد هذه الفكرة على تركيز أشعة الشمس على أنبوب به زيت فترتفع درجة حرارته ويمر هذا الزيت على مبادل حراري به ماء حيث يسخن فيتبخر ونتيجة هذا البخار تدور توربينات توليد طاقة كهربائية وكلما زادت ضخامة المحطة كلها زادت القدرة الكهربائية المستمدة منها.

ج - توليد الطاقة من الوحدات الفوتوفولتية:

هي محطات تعتمد في توليدها للطاقة الكهربائية على تجميع أكبر قدر ممكن وحدات الخلايا الشمسية في منظومة متكاملة، ويمكن أن تكون تلك الوحدات ثابتة أو متحركة لزيادة كفاءة الطاقة المنتجة، وتتميز هذه المحطات بإمكانية تشغيلها على نطاق واسع (إقليمي، عدة قرى سياحية، تجمع سكني، مدن جديدة)، أو على نطاق ضيق (قرية سياحية واحدة).

3-1-4- التوظيف المعماري للألواح الضوئية في المباني:

- 1- استغلال النوافذ والاعلغة الخارجية في توليد الطاقة من الخلايا الضوئية.
- 2- ادماج الخلايا الضوئية في المداخل وواجهات المباني، ويوضح شكل (7) توظيف الخلايا الضوئية في المداخل والواجهات.
- 3- استغلال أسقف المباني في توليد الطاقة الكهربائية من خلال ادماج الخلايا الضوئية بالمباني.

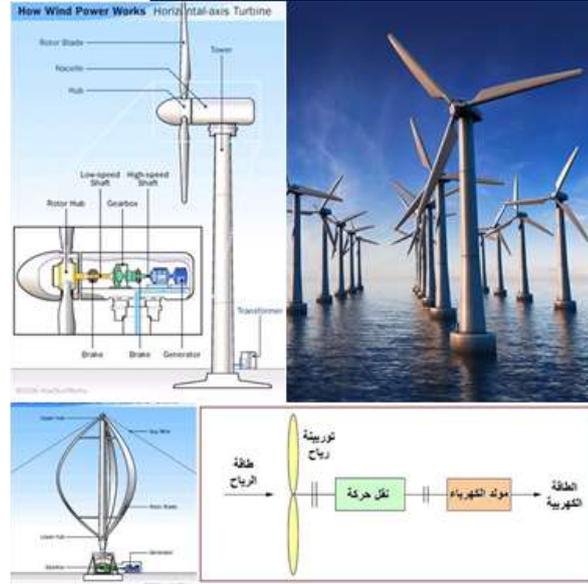


شكل (7) توظيف الخلايا الضوئية في المداخل والواجهات [2].

3-2- طاقة الرياح:

إن استعمال الإنسان للطاقة الهوائية ليس بالأمر الجديد، فقد استعمل الإنسان الرياح لدفع سفنه في البحار والأنهار، وشهدت الطواحين الهوائية تطوراً سريعاً وانتقل استعمالها عبر القارات والمحيطات لتشمل أجزاء كثيرة من العالم. إذ شكلت الطاقة الهوائية مصدراً مهماً من المصادر التي استخدمها الإنسان عبر تاريخه في أغراض مختلفة كالزراعة والصناعة والنقل. غير أنه مع نهاية القرن التاسع عشر أخذ الإنسان في التفكير في استخدام الطاقة الهوائية لتوليد الكهرباء. غير أن الطاقة الهوائية أبعد ما تكون عن الانتظام في توفرها إذ تعتمد كمية الطاقة الممكن استخلاصها من الهواء على سرعة الهواء نفسه. ومن المعلوم أن سرعة الهواء ليست ثابتة بل تتغير بشكل كبير وخلال فترات قصيرة جداً، وعليه فإن أصحاب المصالح الاقتصادية لا يستطيعون تكيف أنفسهم ومصالحهم بحيث ينتظرون هبوب الهواء وتوليد الطاقة ليبدؤوا بعدها تشغيل معداتهم وأدواتهم الإنتاجية. ولكن مع ذلك تعتبر طاقة الرياح طاقة هائلة يمكن الحصول منها على ملايين الكيلووات، وتقام على المناطق الساحلية والمناطق المكشوفة والأماكن المرتفعة فوق الجبال والهضاب أعمدة ترتفع أكثر من عشرين متراً،

وتوضع فوقها أجهزة قياس سرعة واتجاه الرياح، ويوضح شكل (8) فكرة عمل توربينات الرياح ذات المحاور الرأسية والأفقية[2].



شكل (8) فكرة عمل توربينات الرياح ذات المحاور الرأسية والأفقية[1].

3-2-2- مميزات وعيوب طاقة الرياح:

تتميز طاقة الرياح بأنها طاقة محلية متجددة ولا ينتج عنها غازات أو ملوثات، مثل ثاني أكسيد الكربون أو أكسيد النترينك أو الميثان، وبالتالي فإن تأثيرها الضار بالبيئة طفيف. كما أن 95% من الأراضي المستخدمة كحقول للرياح يمكن استخدامها في أغراض أخرى مثل الزراعة أو الرعي، كما يمكن وضع التوربينات فوق المباني[2].
التأثير البصري لدوران التوربينات والضوضاء الصادرة عنها قد تزعج الأشخاص القاطنين بجوار حقول الرياح، ولتقليل هذه التأثيرات يفضل إنشاء حقول الرياح في مناطق بعيدة عن المناطق السكنية. تتسبب التوربينات العملاقة أحياناً في قتل بعض الطيور خاصة أثناء فترات هجرتهم، ولكن يمكن دراسة المواقع وتحليلها لاختيار الأنسب منها والأجدي.

3-2-3- تطبيقات طاقة الرياح:

من أهم التطبيقات المعتمدة على طاقة الرياح هي طواحين الهواء وهي محطات تعتمد في توليدها للطاقة الكهربائية على حركة الرياح، فإذا قمت بوضع جسم ما مثل طاحونة الهواء في طريق تلك الريح فستقوم الريح بدفعها، محولة البعض من طاقتها الحركية الخاصة إلي التوربين داخل طاحونة الهواء، ويتم إنتاج الطاقة من الرياح بواسطة المحركات (أو التوربينات) ذات ثلاثة أذرع تديرها الرياح توضع على قمة أبراج طويلة وتعمل كما تعمل المراوح، ولكن بطريقة عكسية فبدل استخدام الكهرباء لإنتاج الرياح كما تفعل المراوح، تقوم هذه التوربينات باستعمال الرياح لإنتاج الطاقة.

3-2-4- التوظيف المعماري لطواحين الهواء:

يمكن الاستفادة من طواحين الهواء بالمباني المعمارية الحديثة بإدماجها في تصميم المبني من مرحلة التصميم الأولي والاستفادة بتوليد الطاقة الكهربائية في تشغيل المبني حيث تساهم التوربينات في الطاقة اللازمة لتشغيل المباني والتي تختلف باختلاف قدرة التوربينات المستخدمة وحجم الطاقة المستهلكة في تشغيل المبني، ومن الأمثلة على ذلك:

1 - مركز برجي التجارة بالبحرين والتي يستخدم ثلاث مراوح توربينات هوائية بهدف الاستفادة من طاقة الرياح في توفير مصدر بديل لتوليد الكهرباء للمركز التجاري ويبلغ قطر كل من هذه التوربينات الضخمة 29 متراً مدعومة بجسور تمتد بين البرجين اللذين يبلغ ارتفاع كل منهما 240 متراً، وستكون هذه التوربينات قادرة على تغطية توليد ما يتراوح بين 11 - 15 % من الطاقة الكهربائية التي يحتاج إليها المركز (1100 و1300) ميغاوات في الساعة سنوياً، وهو ما يعادل إنارة 300 بيت لمدة تزيد على سنة، ويوضح شكل (9) ادماج عدد من توربينات الرياح ذات المحاور الرأسية أو الأفقية صغيرة الحجم فوق أسطح المباني القائمة أو الحديثة[2].



شكل (9) ادماج عدد من توربينات الرياح ذات المحاور الرأسية أو الأفقية صغيرة الحجم فوق أسطح المباني القائمة أو الحديثة[1].

2- ادماج توربينات الرياح بأسطح المباني القائمة والحديثة وذلك من خلال توظيف توربينات صغيرة الحجم وذات قدرات صغيرة وباستغلال واجهات المباني وأسطحها بعدد أكبر من المولدات فتساهم بنسبة كبيرة في توليد الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل المباني. وتنتشر العديد من توربينات الهواء صغيرة الحجم بأقطار مختلفة لا تتعدى 3 أمتار وقدرات توليد كهرباء تتراوح بين 100 واط وحتى 6500 واط.

3-3- الطاقة الحيوية:

تعد الطاقة الحيوية من أهم الطاقات المتجددة التي يمكن استخدامها لتوفير طاقة نظيفة قابلة للاستخدام خاصة بالمباني السكنية وخصوصاً بالمناطق الريفية، ويتم إنتاجها من المواد العضوية المتجددة ذات المنشأ النباتي والحيواني، فالمخلفات الزراعية الناتجة من حصاد المحاصيل المختلفة تعتبر مصدراً هاماً من مصادر الطاقة الكامنة يشاركها في ذلك مخلفات النباتات المائية الناتجة عن تنظيف المجاري المائية.

ولا تقل المخلفات الحيوانية أهمية عن سابقتها في هذا المجال، كما تكون المخلفات الأدمية بما تحتويه من مواد عضوية مصدراً هائلاً للطاقة، وتعتبر تقنية إنتاج الغاز الحيوي أحد أهم الوسائل لتوفير الطاقة النظيفة والمتجددة كما أنها في نفس الوقت أحد أهم الوسائل الهامة للاستفادة من المخلفات والفضلات الأدمية والحيوانية والنباتية إلى جانب القمامة أيضاً مما يعتبر أحد الوسائل التي تساعد وتساهم في نظافة البيئة، وتتميز المملكة العربية السعودية مثلاً بالعديد من القرى الزراعية في المحافظات المختلفة والتي تتوافر بها المخلفات الزراعية التي يمكن الاستفادة منها من خلال اخذ زمام المبادرة بدراسة نموذج قابل للتطبيق في هذه القرى، ويوضح شكل (10) خزان تحليل للتخلص من المخلفات العضوية بأحد القرى الهندية والمستخدم لإنتاج الغاز الحيوي [1].



شكل (10) خزان تحليل للتخلص من المخلفات العضوية بأحد القرى الهندية والمستخدم لإنتاج الغاز الحيوي. [1]

3-4- الطاقة المائية:

إن مصادر الطاقة المائية ذات تقنية قديمة ومستخدمة منذ عقود، وتأتي الطاقة المائية من طاقة تدفق المياه أو سقوطها، ولقد كانت طاقة المياه من أول أنواع الطاقة التي تعلم الإنسان استخدامها قديماً، حيث اخترع الإنسان الساقية (الناعورة) وهي عبارة عن عجلة ذات أرياش حول إطارها وعندما يرتطم الماء المتحرك بها فإنه يدير العجلة ويستخدم العجلة الدوارة في تسيير آلة. بهذه الطريقة تتحول طاقة المياه إلى طاقة ميكانيكية. لقد ظلت السواقي لمئات السنين تستخدم في طواحين المياه لطحن الغلال.

يعتبر توليد الكهرباء من أهم استخدامات القدرة المائية، فعندما يتدفق الماء من مستوى عالٍ إلى مستوى منخفض فإنه يدير التوربينات التي تشغل المولدات الكهربائية، والتوربين يعمل بنفس الطريقة التي تعمل بها الساقية، ويطلق على الكهرباء التي تولد بهذه الطريقة اسم الكهرباء المائية،

في العادة تشيد بجانب النهر محطة لتوليد القدرة الكهربائية بالقوة المائية يقام سد لحجز مياه الوادي أو النهر حيث يقوم بتغذية التوربينات وتحريكها. وتوجد في المملكة العربية السعودية على سبيل المثال أنواع مختلفة من المساقط المائية من السدود . [16]

3-5- توليد الكهرباء من المد والجزر:

المد والجزر من الظواهر الطبيعية المعروفة عند سكان سواحل البحار. فهم يرون مياه البحر ترتفع في بعض ساعات اليوم وتنخفض في البعض الآخر. وهذا الارتفاع ناتج عن جاذبية القمر عندما يكون قريبا من هذه السواحل وأن ذلك الانخفاض يحدث عندما يكون القمر بعيداً عن هذه السواحل، أي عندما يغيب القمر، علماً بأن القمر يدور حول الأرض في مدار بيضاوي الشكل دورة كل شهر هجري، وأكثر بلاد العالم شعورا بالمد والجزر هو الطرف الشمالي الغربي من فرنسا حيث يعمل مد وجزر المحيط الأطلسي على سواحل شبه جزيرة برنتانيا إلى ثلاثين مترا وقد أنشئت هناك محطة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة 400 ميغاواط. حيث توضع توربينات خاصة في مجرى المد فتديرها المياه الصاعدة ثم تعود المياه الهابطة وتديرها مرة أخرى. [2]

وهناك شرطان رئيسان لتوفر إمكانية استغلال طاقة المد لتوليد الكهرباء هما:

- 1- أن يكون هناك فارق معتدل بين منسوبي المياه وقت المد والجزر.
- 2- أن تتوفر مناطق طبيعية ملائمة تشكل أحواضا احتمالية بحيث لا يتطلب الأمر سوى إنشاء سدود بمقاسات معتدلة وتكلفة قليلة، ويوضح شكل (11) توليد الكهرباء من طاقة المد و الجزر في المناطق الساحلية.



شكل (11) توليد الكهرباء من طاقة المد والجزر في المناطق الساحلية. [21]

4- مدخل للتحكم في إستهلاك وترشيد الطاقة بالمباني السكنية بالمناطق الحارة الجافة:

تشهد المملكة العربية السعودية نمواً متسارعاً وتزايداً في الطلب على الطاقة، ومع ارتفاع معدل النمو السكاني يتزايد استهلاك الطاقة بالقطاع السكني، لذلك يجب التوجه نحو مباني بيئية غير مستهلكة للطاقة مع التحول نحو إنتاج طاقة بديلة وتطبيق أنظمة للحفاظ على مصادرها، وهذا ما يحاول ان يطرحه البحث في الجزء التالي حيث يتناول دراسة عدد من المداخل للتحكم في إستهلاك وترشيد الطاقة في المباني السكنية بالمناطق الحارة الجافة بالمملكة العربية السعودية وأختص بالدراسة منطقة حائل، وهذه المداخل كالأتي (المدخل التخطيطي - التصميمي - التنفيذي - التكنولوجي وأخيراً إستخدام الطاقة المتجددة)، في محاولة للوصول لمباني غير مستهلكة للطاقة ومرشدة لها بل يمكن أن تكون منتجة لها ولمن حولها من المباني بعد الاستفادة من الطاقة المنتجة من خلالها وتصدير الزائد للمساكن من حولها في محاولة للوصول الى مباني صديقة للبيئة ومنتجة للطاقة، ويوضح جدول رقم (1) هذه المداخل للتحكم في إستهلاك وترشيد الطاقة لهذه المباني بمنطقة حائل وذلك كالأتي:

4-1- الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة حائل ضمن أراضي ذات منسوب يتراوح بين 825 - 1050 متر فوق سطح البحر، فوق طبقات منطقة الدرع العربي شحيحة المياه تحت السطحية، وترتبتها طميية عميقة صالحة للزراعة، والتركيب الجيولوجي من رواسب العصر الرباعي، كما يتكون شرق المدينة من صخور جرانيت غير متمايزة، أما المناطق في غرب المدينة فهي عبارة عن مرتفعات جبال أجا التي تصل إلى 1490 م فوق سطح البحر، كما يوجد في شرق المدينة وجنوبها الشرقي سلاسل جبال الأحيمرات ومرورة والمعلق، والمدينة نفسها تقع في وادي فسيح هو وادي الأديرع وشعابه. [19]

البيئة الطبيعية للمدينة وما حولها تتميز بوجه عام بالتنوع في التكوينات، مما أعطى المناطق المحيطة بها خصائص طبيعية مميزة لها بصفة عامة ونطاق مدينة حائل بصفة خاصة.

تقع منطقة حائل في منتصف الجزء الشمالي الغربي من المملكة العربية السعودية بين خطي طول 39° و 44° شرقاً، ودائرتي عرض 25° و 28° شمالاً، ويحدها من الشمال منطقتي الحدود الشمالية والجوف ومن الجنوب منطقتي المدينة المنورة والقصيم ومن الشرق منطقة القصيم ومن الغرب منطقتي المدينة المنورة وتبوك، [19]

يتميز مناخ حائل بأنه معتدل إلى حار في فصل الصيف، إذ تتراوح درجات الحرارة بين 30 و 40 درجة مئوية، وتبدأ درجات الحرارة بالانخفاض مع غروب الشمس، بينما يكون المناخ بارداً، مع تساقط الأمطار في فصل الشتاء، حيث تتراوح درجات الحرارة بين 5 و 15 درجة مئوية، وقد تصل في بعض الأحيان إلى الصفر. وتهب على المنطقة خلال العام رياح مختلفة الاتجاهات لا يتجاوز متوسط سرعتها 10 كم/ساعة. [19]

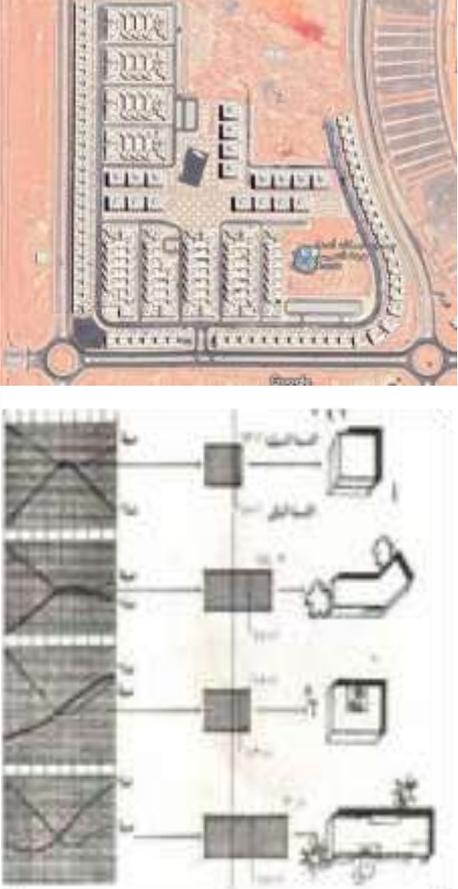
ومن خلال العرض السابق تبين أن إقليم منطقة حائل يتميز بأنه معتدل إلى حار في فصل الصيف، بينما يكون المناخ بارداً، مع تساقط الأمطار في فصل الشتاء والربيع، مما يجعل المناخ في جميع مناطق حائل قارياً وتابعاً للإقليم الحار الجاف الصحراوي.

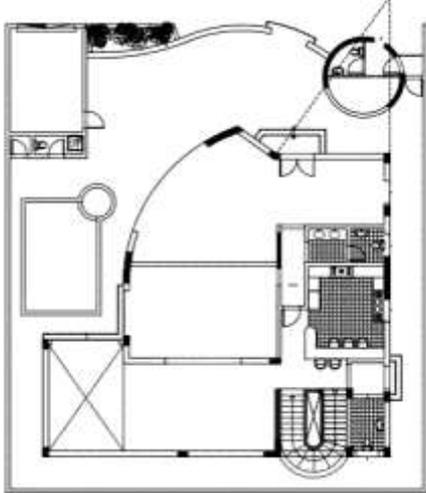


شكل (12) الموقع العام لمنطقة الدراسة. [18]

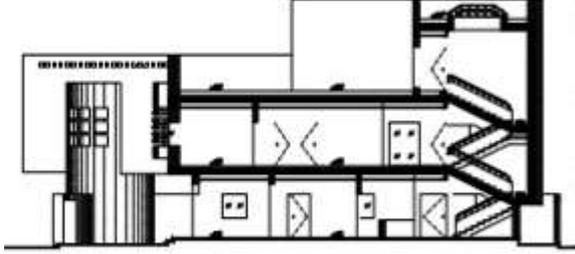
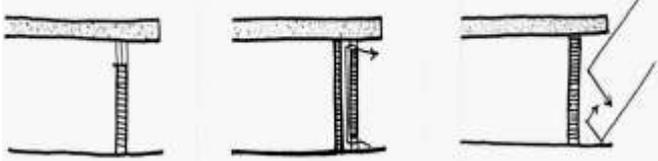
يرى الباحثين البدء تخطيطياً للمناطق محل الدراسة وتصميمياً للمسكن بعمل نموذج يراعى الاسس التصميمية والتخطيطية للمباني الصديقة للبيئة والمرشدة للطاقة ومن ثم تنفيذها بمواد ونظم صديقة للبيئة غير مستهلكة للطاقة مع إضافة التطور التكنولوجي المناسب للاستفادة منه في إنشاء مباني سكنية مرشدة للطاقة كل ذلك نجد أنه يقلل من إستهلاك المسكن للطاقة بنسبة كبيرة، وأخيراً مع دمج الطاقة المتجددة الملائمة للمنطقة والتي تم دراستها بالجزء السابق في إنشاء المساكن كل ذلك يساهم في إنتاج مبنى صديق للبيئة مرشد للطاقة وفي نفس الوقت منتج لها وللمن حولها من المباني، وسنتناول ذلك من خلال دراسة تحليلية للأهداف التطبيقية للمداخل السابقة كالآتي:

جدول رقم (1) يوضح مداخل للتحكم في إستهلاك وإنتاج الطاقة بالمباني السكنية بمنطقة الدراسة

الأهداف التطبيقية	المداخل
 <p>المصدر [2]</p>	<p>أ - حركة الهواء:</p> <p>- عند تخطيط المنطقة يراعى أن لاتعوق حركة الهواء، مع حماية ممرات المشاة والفراغات بين المباني من الشمس والمطر، ولكن مع مراعاة عدم اعاقاة حركة الهواء. [18]</p> <p>- تخضع اعتبارات توجيه المبنى في المناطق الحارة الجافة لاعتبارات أشعة الشمس، حيث يمكن معالجة تأثير الشمس بطرق متعددة، تحت جميع الظروف فيجب أن تتم تهوية المبنى بهدف التبريد، كما يكون من المهم تظليل الواجهات الغربية والجنوبية على حد سواء، مع ترك مسافات واسعة بين المباني في هذه المناطق.</p> <p>ب - شكل المبنى:</p> <p>يستحسن أن يأخذ شكل المبنى عند تخطيط المربع مع عمل فناء للداخل فذلك يسهل عملية التهوية، وفي هذه الحالة لتقليل التعرض للشمس. [10]</p> <p style="text-align: right;">المدخل التخطيطي</p>

الأهداف التطبيقية	المدخل
 <p>المصدر [20]</p>  <p>المصدر [الباحثين]</p>	<p>أ - المعالجات المعماري:</p> <p>- عند تصميم المساكن بالمناطق الحارة الجافة بالمملكة العربية السعودية يجب أن تحظى جميع الفراغات المعيشية بفتحتين خارجيتين على الأقل، كما توضع كل من المطابخ ودورات المياه والمخازن على واجهة المبنى الخلفية غير المواجهة لاتجاه الرياح، مع مراعاة سحب الهواء الساخن من المطابخ بواسطة مداخن أو شفاطات الهواء وذلك لتخفيف الحمل الحراري بالمسكن، مع وضع الفتحات على ناحية واحدة وفتحات في الواجهة الشمالية والجنوبية لتأكيد التهوية. [12]</p> <p>- تصميم التراسات والممرات الخارجية المظلمة ببروزات لحركة الهواء الأفقية، بالإضافة الى أبيار المصاعد والسلالم لسريان الهواء في الاتجاه الراسي.</p> <p>- تنسيق وضع الأشجار مع المبنى أن تكون كافية لتظليل معظمة مع تجنب الشجار الكثيفة التي تعوق ركة الهواء. الاهتمام بتصميم ملاقف الهواء بالمسكن ما أمكن وربط التهوية بالفناء الداخلي للمسكن مع عمل فتحات علوية له حتى يمكن للهواء التحرك في أكبر قدر ممكن من الفراغات، مع توظيف الأشجار والنباتات التي تلطف من درجات الحرارة، بالإضافة الى التعرض ما أمكن لبعض مفردات معالجة الأسقف مثل القبة، القبو الطولي والمتقاطع، والتي تساعد على الاحتفاظ بالراحة الحرارية للمستخدم بهذه المناطق. [10]</p> <p>المدخل التصميمي</p>

الأهداف التطبيقية	المداخل
<div data-bbox="338 421 1117 622" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="657 622 788 658">المصدر [2]</p> <p data-bbox="596 658 849 694">ب - المعالجات الطبيعية:</p> <p data-bbox="197 694 1254 806">- زراعة مسطحات خضراء حول المبنى لمنع تأثير الأشعة الشمسية المنعكسة إلى الحوائط، مع زراعة أشجار دائمة الخضرة حول المبنى، تعمل على اعتراض أشعة الشمس قبل وصولها إلى الحوائط الخارجية، كما تعمل كمرشح لتنقية الهواء من الأتربة العالقة الموجودة في الجو. [9]</p> <p data-bbox="612 842 833 878">ج - تصميم الفتحات:</p> <p data-bbox="549 878 1254 1061">- عند تصميم المساكن بالمناطق الحارة الجافة بمنطقة الدراسة فإراعى تصميم الفتحات العالية والتي قد تمتد من الأرضية إلى السقف والتي تساعد في حركة سريان الهواء، ونظراً لطول فترة الصيف مع مراعاة أن تكون الشبابيك العلوية متحركة لتسهيل عملية التهوية مع حمايتها من أشعة الشمس. [9]</p> <p data-bbox="549 1061 1254 1281">- تقليل مساحة الفتحات لخفض نسبة التسرب من الطاقة الحرارية إلى داخل المبنى، أو استخدام فتحات كبيرة معزولة حرارياً جيداً تغلق أثناء ساعات النهار، وتفتح أثناء ساعات الليل للاستفادة من الهواء المريح حرارياً أثناء ساعات الليل في تبريد المبنى ليلاً، بالإضافة إلى رفع منسوب الفتحات عن سطح الأرض نظراً لانعكاس الأشعة من سطح الأرض إلى الداخل.</p> <p data-bbox="804 1281 999 1317">المصدر [الباحثين]</p> <p data-bbox="788 1317 1015 1352">د - معالجات الأسقف:</p> <p data-bbox="185 1352 1254 1505">- عند تصميم أسطح المساكن بالمناطق الحارة الجافة يجب مراعاة تغطية السطح العلوي للسقف بمادة عاكسة لزيادة الانعكاسية وخفض الامتصاص بالنسبة للأشعة الشمسية بحيث تكون هذه المادة العاكسة إما ألواح معدنية لامعة السطح أو مادة للنفو فاتحة اللون، ويستحسن أن تكون من اللون الأبيض الناصع، مع وضع المواد العازلة للحرارة قريباً من السطح الخارجي. [7] [8]</p> <p data-bbox="197 1505 1254 1576">- التوجه نحو عزل الأسقف بالنباتات والتي لها تأثير في التصميم من الناحية الوظيفية كأداة لعزل المبنى. مما يؤدي إلى ترشيد استهلاك الطاقة، مما يساعد على ترشيد الموارد الطبيعية به.</p> <p data-bbox="197 1576 1254 1720">- يعتبر تصميم المساكن بسقف مزدوج أحد المعالجات الهامة في المناطق الحارة الجافة، ويتكون من فراغ هوائي بين السطح العلوي للسقف المعرض لأشعة الشمس والسطح السفلي، والغرض من ذلك هو إعاقة سريان الحرارة نهاراً، كما أن وجود الهواء داخل الفراغ يعمل كمادة عازلة للحرارة، تقاوم سريان الحرارة نتيجة اقتران كثافة الهواء في الفراغ مما يساعد على تبريده ليلاً.</p> <div data-bbox="338 1724 1117 1944" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="657 1948 788 1984">المصدر [1]</p>	<p data-bbox="1292 1164 1401 1240">المدخل التصميمي</p>

الأهداف التطبيقية	المداخل
 <p>- بناء السقف من بلاطتين منفصلتين كلياً عن بعضهما البعض، تكون حركة الهواء بينهما حرة تماماً فتقوم البلاطة العليا بدور السطح الخارجى للسقف، ويمكن التحكم فى حركة الهواء نهائياً فى المناطق الحارة الجافة والسماح له بالمرور ليلاً بين السطحين الداخلى للسقف المزدوج، ليقوم الهواء بدور تبريد السطح ومن ثم إحداث نسبة كبيرة من التفرغ الحرارى من داخل المبنى، مع عمل فتحات أسفل السقف للتخلص من الهواء الساخن المتجمع فى الفراغات الداخلية أسفل سقف المبنى أو بالقرب منه وفى اتجاهات الرياح السائدة وذلك للتخلص من الهواء الساخن بسرعة قبل تأثيره على درجة الحرارة الداخلية [8].</p> <p>- استعمال المواد العازلة المتحركة: يمكن استخدام الأسقف المستوية وذلك بتغطيتها بمادة عازلة للحرارة، يمكن رفعها وتعرض السقف أثناء الليل ليعمل السقف كعنصر تبريد، وتوضع المادة العازلة للحرارة أثناء ساعات النهار للوقاية من الشمس وذلك فى فصل الصيف.</p>  <p>المصدر [20]</p> <p>- يمكن تغطية سقف المساكن بالمناطق الحارة الجافة بطبقة من الركام تعمل على حجز الإشعاع الشمسى أثناء ساعات النهار، ونتيجة لاختلاف كثافة الهواء التى يتخلل الركام يرتفع الهواء الساخن إلى أعلى ليحل محله هواء بارد يعمل على تبريد أسقف المبنى .</p> <p>- امكانية تصميم أسقف المساكن بالمناطق الحارة الجافة بشكل القبة أو القبو حيث يتعرض سطح كلاهما لأقل كمية من الإشعاع مقارنة بالأسطح المستوية، شريطة اختيار مواد بناء له خصائص حرارية مميزة، ويجب أن لا تستخدم الخرسانة المسلحة فى إنشائها، كذلك يجب مراعاة إيجاد فتحات بأعلى القبة والقبو، مما يساعد على إحداث التفرغ الحرارى للمبنى من الهواء الساخن أثناء فترات الليل.</p>  <p>المصدر [2]</p> <p>ب - الحوائط:</p> <p>- بالمساكن المنفذة بالمناطق الحارة الجافة يمكن اختيار الأسطح الخارجية الخشنة ذات اللون الأبيض لمادة نهو السطح الخارجى للحوائط، والذى يؤدي إلى انعكاس جزء كبير من الأشعة الشمسية بعيداً عن المبنى.</p> <p>- استعمال الحوائط المزدوجة للحد من نفاذ الحرارة إلى داخل المبنى، مع وجود فتحات بالجزء السفلى والعلوى من الحوائط الخارجية المفرغة أو المزدوجة، وذلك لإيجاد نوع من حركة الهواء تساعد على تبريد الفراغ بين الحائطين، وتقليل السعة الحرارية للحوائط التى تعتبر أحد أهم المصادر التى تؤثر على خروج المبنى من منطقة الراحة الحرارية للإنسان ليلاً. [8]</p>	<p>المدخل التفذي</p>

الأهداف التطبيقية	المداخل
	<p>أستخدام فتحات صغيرة مرتفعة عن سطح الأرض، مع تظليلها بأستخدام الأسقف الممتدة للخارج.</p> <p>- يمكن التقليل من الإشعاع الشمسي الساقط على الحوائط بتظليلها أثناء ساعات النهار باستخدام مانعات الشمس المناسبة مما يقلل من كمية الحرارة المكتسبة لعنصر الحائط. [7]</p> <p>المصدر [الباحثين]</p>
	<p>- استخدام نظام تكنولوجيا النانو، بمقاومة درجات الحرارة العالية والإشعاعات الضارة والحماية من الحرائق والقدرة على التنظيف الذاتي، كما تتمكن من صيانة ومعالجة أي تشققات وتصدعات مبكراً، وإصلاحها بنفسها بصورة مباشرة، وذلك باستخدام مواد حديثة تتميز بتكنولوجيا عالية لتحقيق الصفات السابقة، [13]</p> <p>- استخدام أنظمة البناء الذكية في العمارة على الإستجابة المثلى للمتغيرات البيئية باستعمال تكنولوجيا المعلومات ونظم التحكم لسهولة استخدام المنتفعين للمبنى وإدارته وتشغيله، مع إستجابة المبنى للراحة الحرارية الداخلية، وتقليل تكاليف إستهلاك الطاقة داخل المبنى والاعتماد الكلي على إنتاج طاقة ذاتية تخدم عناصر المبنى، وتقليل الاحتياج للطاقة الغير متجددة، حيث تتكون واجهة المبنى الخارجية من طبقتين من الزجاج، تحيطان بتجويف يتحرك فيه الهواء الموجهة بالحاسب الآلي، كما أن نظام حساسات الطقس الموجودة على المبنى من الخارج يراقب درجة الحرارة وسرعة الرياح ومستوى أشعة الشمس، ويقوم بغلق هذه التجويفات وفتح لوحات النوافذ عند الحاجة. أما شكل المبنى فهو مصمم بحيث يزيد من استعمال ضوء النهار الطبيعي، ويقلل من الحاجة للإضاءة الاصطناعية. [13] [14]</p> <p>- يعمل المبنى الذكي على مدى توفير الإضاءة الطبيعية مع التحكم الآلي للإضاءة الإصطناعية وذلك بتزويدها بأنظمة استشعار تتدرج من صفر% إلى 100% من نسبة الإضاءة الطبيعية بالإضافة الى أنظمة الإضاءة الإصطناعية التي يتم التحكم في عدد ساعات تشغيلها، ولزيادة التهوية في أي منشأ أمكن الإستعانة بعناصر في نسيج واجهة المبنى مثل الأسقف المتحركة والنوافذ المتحكم فيها آلياً وذلك بالسماح بتنظيم التهوية ذاتياً وبغلق الفتحات في حالة التغير في المناخ كالرياح والأتربة والأعاصير والأمطار أو التلوث السمعي، وباستخدام وسائل الاستشعار أمكن تنظيم التهوية وذلك بالمحافظة على تدفق الهواء في حالة تغير سرعة الرياح [13]</p> <p>- استخدام مواد حديثة كالأيروجيل (مادة هلامية جافة شفافة تصنع أساساً من السيليكا)، وهذه المادة تقلل من درجة الحرارة مما يساعد على تقليل الإحساس بارتفاع درجة الحرارة داخل الفراغ، بالإضافة إلى خفة وزن هذه المادة والتي يمكن بذلك أن تستخدم بدلاً للزجاج في النوافذ. [15]</p> <p>المصدر [2]</p> <p>- اللدائن مادة تتغير تبعاً لمتغيراتها الكيميائية مع سهولة تدويرها وقد تحولت في الآونة الأخيرة من مادة ثانوية إلى مادة رئيسية في</p>
	<p>إستخدام التقنيات الحديثة</p>

الأهداف التطبيقية	المدخل
<p>مواد البناء والكسوات الداخلية والخارجية وخاصة بعد إنتاج الفايبرجلاس Fiber Glass، وكذلك دخلت تقنية جديدة تسمى Stealth Technology وهي خامات من Ferro Electronic and polymer-based تتشارك مع جسم الطائرات أو الغواصات لامتصاص موجات الرادار فتصبح غير مرئية لها، وبعبارة أخرى تعمل على توزيع الموجات الكهرومغناطيسية المعقدة النشطة، وهو ما يمكن استخدامها في الواجهات الذكية لامتصاص الموجات الصوتية فتعمل كعازل صوتي للمبنى. [2]، ومثال على ذلك يوضح مركز الألعاب المائية الوطني ببيكين - الصين. وهو عبارة عن فراغ مشكل بالفولاذ ومغلف بوسادات من مادة عضوية تسمى إختصار (ETFE) المكعب المائي والتي سمك غشاءه من ألف من البوصة كفقاعات الصابون المملوءة بالماء، وهذه الفقاعات مصنوعة من المواد المطاطية والتي لها تأثير كبير في التحكم في البيئة الداخلية للفراغ، [2] ETFE (ethylene Tetra-) فهي مادة (cladding) أما مادة التغطية وهي مادة بلاستيكية قريبة من مادة التيفلون (Fluoro Ethylene). وفي هذا (Air pillows). حيث تم تشكيلها كوسائد هوائية. [15]</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>المصدر [1]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>المصدر [1]</p> </div> </div> <p>- توظيف تقنيات توليد الطاقة الشمسية في المشروعات الإسكان بمنطقة الدراسة. - ضرورة دراسة وتطبيق نموذج تجريبي لخزانات الوقود الحيوي يصلح لمناطق القرى الزراعية كنموذج يحتذى به المواطنون للتخلص من المخلفات الزراعية وكذلك توليد الطاقة الحيوية والاستفادة منه في المنازل، مع مراعاة خفض إستهلاك الكهرباء بإستخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية والتي تنتج الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس مع دمجها مباشرة في واجهة أو سقف المبنى مما يرشد من استهلاك الطاقة ويزيد من كفاءة المبنى بيئياً، خاصتاً في المناطق ذات نسبة سطوع للشمس عالية، مع مراعاة تصميم الاسقف والواجهات كحداثق واختيار نوع النباتات الملائمة. - الاستدامة في الطاقة حيث من توجهاتها مراعاة تقليل الاحتياج للوقود الحفري في تصميمية وتشبيدة والاعتماد بصورة أكبر علي الطاقات الطبيعية، ومنها على سبيل المثال طاقة الرياح والتي تتميز بالاستدامة والتجدد ولا ينتج عنها غازات أو ملوثات، وبالتالي فإن تأثيرها الضار بالبيئة طفيف، كما يمكن وضع التوربينات فوق المباني أو بين كتل المبنى. [14] [2].</p>	<p>مدخل استخدام الطاقة المتجددة</p>

من الدراسة السابقة نجد إن التعامل مع الأنظمة السالبة لكتلة المبنى من إمتصاص وتخزين وتوليد الحرارة اللازمة للتدفئة أو التبريد وبالوسائل الطبيعية لعناصر المبنى المعالجة لزيادة تفاعل التبريد السلبي للمبنى أو إستخدام الخامات المساعدة لذلك كإستخدام الزجاج المزدوج الذي بداخله مادة جيلاتينية، أو بعمل كاسرات شمس صغيرة تقلل من الإكتساب الحراري داخله أو التعامل مع آلية كاسرات الشمس المتحركة، مما يعمل على تقليل إستهلاك الطاقة بالمباني محل الدراسة، ويساعد في الوصول إلى مباني صديقة للبيئة بالمنطقة.

5- خاتمة والتوصيات:

خُصّ البحث الي النتائج والتوصيات التالية:

(1-5) النتائج العامة:

- أ - تتمتع منطقة حائل بصفه عامة بموقع يتميز بتوافر مصادر الطاقة الطبيعية كالطاقة الشمسية والتي تتميز بنسبة سطوع شمسي عالي طوال العام وكذلك توافر سرعة رياح مرتفعة نسبياً، مع مناسبتها بيئياً وعمرانياً.
- ب - تتوافر بالمناطق الزراعية بمنطقة حائل العديد من المخلفات الزراعية التي يمكن الاستفادة بها وتدوير المخلفات الزراعية والعضوية للحصول على الطاقة الحيوية.
- ت - المباني محكمة الإغلاق تحبس المركبات العضوية المتطايرة، والتي يمكن أن تتسرب من خلال السجاجيد والدهانات والأثاث، وتتراكم هذه المواد بتركيزات تزيد إلى أكثر من 100 مرة عند وجودها خارج هذه المباني، وقد يؤدي التعرض طويل المدى لبعض المركبات العضوية المتطايرة إلى زيادة احتمالات التعرض لمرض السرطان أو الخلل في الجهاز المناعي مما جعل التسمية لهذه الأبنية المريضة.

(2-5) النتائج الخاصة بالمواد والتقنيات:

- أ - يجب على المصمم معرفة الخواص الحرارية لمواد الإنشاء والتفاعل مع المكونات الخارجية للغلاف الخارجي ودراسة تأثير العوامل المناخية على كل منهما مع دراسة الإنتقالية الحرارية لها، ودراسة أسلوب معالجة كل عنصر لتقليل الإمتصاص الحراري صيفاً والفقد الحراري شتاءً.
- ب - تعظيم دور المواد المقلدة لاستهلاك الطاقة على سبيل المثال (البوليسترين الصلب- ألواح العزل "ولميت")، مع الاستفادة من المواد المحلية غير المصنعة في البناء (كالحجر بالألوان غير ماصة للحرارة).
- ج - أهمية دراسة اختيار مواد البناء التي تناسب متطلبات اقتصاديات المسكن في المناطق الحارة، وذلك أثناء مرحلة التصميم، مع ربطها بمستوى الجودة المناسب للاستخدام، بما يؤدي لخفض تكلفة التشغيل المستقبلي للمبنى .
- د - يجب دراسة اختيار مواد البناء التي تناسب المناطق الحارة الجافة، حيث تعتبر أحد مداخل خفض تكلفة عملية بناء المساكن بمنطقة حائل، لأهميتها في ترشيد استهلاك مصادر الطاقة - بجانب المعالجات المعمارية - وهو ما يحقق خفض تكلفة التشغيل للمسكن.

(3-5) النتائج الخاصة بكفاءة استخدام الطاقة:

- أ - الأخذ بكل ما يعمل على تقليل إستهلاك الطاقة وذلك بالتعامل مع الأنظمة السالبة لكتلة المبنى من إمتصاص وتخزين وتوليد الحرارة اللازمة للتدفئة أو التبريد وبالوسائل الطبيعية لعناصر المبنى المعالجة لزيادة تفاعل التبريد السلبي للمبنى أو إستخدام الخامات المساعدة لذلك كإستخدام الزجاج المزدوج الذي بداخله مادة جيلاتينية، أو يعمل كاسرات شمس صغيرة تقلل من الإكتساب الحراري داخله أو التعامل مع آلية كاسرات الشمس المتحركة.
- ب - إستخدام أسلوب الأنظمة النشطة للطاقة الشمسية كالمجمعات الشمسية والخلايا الضوئية لإنتاج الطاقة بالمباني السكنية بمنطقة حائل، وتعظيم الإستفادة منهم لتقليل التلوث وترشيد الإنفاق.
- ج - تسليط الضوء على أهم الموارد الطبيعية والمتجددة في منطقة حائل وأهمية استغلالها بالشكل الأمثل وخاصة في حالة نقص إمدادات الغير المتجددة من البترول والغاز الطبيعي وسد ثغرة التضخم في الاعتماد بشكل كلي على الموارد الغير متجددة.

(4-5) التوصيات:

- أ - يوصي البحث بضرورة توظيف تقنيات توليد الطاقة الشمسية في المشروعات الاسكان بمنطقة حائل.
- ب - ضرورة دراسة وتطبيق نموذج تجريبي لخزانات الوقود الحيوي يصلح لمناطق القرى الزراعية كنموذج يحتذى به المواطنون للتخلص من المخلفات الزراعية وكذلك توليد الطاقة الحيوية والاستفادة منه في المنازل.
- ج - تعديل التشريعات المعمارية والعمرانية بإلزام المباني الجديدة وتحفيز المباني القائمة على تطبيق المعايير البيئية وكذلك توظيف الطاقات المتجددة.
- د - تعاون الادارات المعنية بالاسكان ووزارة الكهرباء والشركات العاملة في مجال الطاقات المتجددة لدراسة مشروع يهدف الي دعم المواطنين الراغبين في تطبيق تكنولوجيا الطاقات المتجددة اقتصادياً وفتحياً.
- هـ - يجب مراعاة خفض إستهلاك الكهرباء بإستخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية والتي تنتج الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس مع دمجها مباشرة في واجهة أو سقف المبنى مما يرشد من استهلاك الطاقة ويزيد من كفاءة المبنى بيئياً، خاصتاً في المناطق ذات نسبة سطوع للشمس عالية، مع مراعاة تصميم الاسقف والواجهات كحدائق واختيار نوع النباتات الملائمة.
- و - مراعاة أن تكون مخرجات المبنى الغازية والسائلة والصلبة غير ملوثة للبيئة أو تكون لها دورة توليد منها تستخدم كطاقة بحيث تنتهي بدورة لترشيح الملوثات وتنقيتها قبل خروجها للبيئة المحيطة أو تنتهي بدورات لإعادة الاستخدام لتقليل المخلفات الناتجة عن المبنى.
- ز - العمل على تقليل استخدام التكنولوجيا الملوثة للبيئة كأجهزة التكييف والأجهزة الكهربائية المتنوعة.
- ط - ضرورة الاعتماد على برامج المحاكاة البيئية كأحد أهم الأدوات المساعدة على تحديد شكل المداخل المعمارية منذ المراحل الأولية قبل اتخاذ القرار التصميمي.

المراجع:

- [1] الخياط، خالد – ابراهيم، وفيق – صابر أحمد – مرعي، سيد، "التوعية بالتصاميم المعمارية والعمرانية وتقنيات تنفيذ المباني المناسبة بيئياً بمنطقة جازان"، مبادرة مقدمة من معهد البحوث والخدمات الاستشارية جامعة جازان - وزارة التعليم، المملكة العربية السعودية، 2016.
- [2] الخياط، خالد – "تقنيات البناء المستخدمة في الغلاف الخارجي للمباني وتأثيرها على ترشيد الطاقة"، مجلة البحوث الهندسية - كلية الهندسة، جامعة أسيوط، 2015.
- [3] المقاولون العرب معهد إدارة الترشيد - اقتصاديات طرق التشييد مقارنة بين الطرق المختلفة للإنشاء – مايو 1990.
- [4] الهيئة العامة لبحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمراني - بحث أنسب أساليب الإنشاء واقتصادياتها - مارس 1986م - تقرير رقم (2).
- [5] حسن، أحمد إبراهيم عبد العال، "الطاقة المتجددة والبديلة كمدخل للحفاظ على البيئة وتحقيق التنمية المستدامة"، المؤتمر العلمي الخامس (القانون والبيئة)، كلية الحقوق، جامعة طنطا، مصر، 2018.
- [6] رأفت، على : الإبداع الإنشائي في العمارة - ثلاثية الإبداع المعماري - 1997م .
- [7] صلاح الدين، أميمة أحمد / عبد الرازق، محمد محمود – البعد البيئي والمناخي في عمارة الصحراء المصرية – دراسة خاصة لإقليم جنوب الوادي (توشكى)- ندوة التنمية العربية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها- مجلس الوزراء والإسكان والتعمير العرب- جامعة الدول العربية، 2001م.
- [8] علي، عبد المنطلب محمد - تأثير الظروف المناخية علي تشكيل عمارة جنوب الوادي بمصر – مجلة العلوم والتكنولوجيا - - جامعة صنعاء - مجلد (14) – العدد (1) – 2009م.
- [9] نوبي، محمد حسن - المساكن الذكية – نموذج للمسكن الميسر في القرن الواحد والعشرين - بحث منشور، ندوة الإسكان، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، 2004م.
- [10] وزير، يحيى – التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء، مكتبة مدبولي، 2003 .
- [11] Abdelhafez, Mohamed Hssan Hassan, Abdelkader, Hamada Shaaban, "Improving the Thermal Performance of Modern Nubian House (Wadi Karkar as a Case Study)" Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Faculty of Engineering, Vol. 45, No. 4, July 2017.
- [12] Alexandria, E. and Jones, Ph. (2008). "Temperature decrease in an urban canyon due to green walls and green roofs in divers climates." Building and environment.
- [13] Farghaly, T. "Intelligence in Materials & Building envelope", Published papers, 4th international conference on role of Engineering towards a better environment Alex University 2002.
- [14] Gupta, T, N. (2000). "Materials for the Human Habitat, Material challenges for the next century". Bulletin, 25.

- [15] Ibrahim, M. “Smart materials technology and its impact on the building future formation.” Fifth International Scientific Conference; Cairo, (2009).
- [16] Scullion, M. ed. Digest of United Kingdom Energy Satisfies (DUKES) 2019, A National Statistics Publication", Department for Business, Energy& Industrial Strategy, 2019.
- [17] <https://www.alittihad.ae/article/2408/2008>
- [18] <https://www.google.com/maps/place> 2019.
- [19] <https://ar.wikipedia.org/wiki> 2019
- [20] Project Management - Hail University 2019.
- [21] www.arundisplay.co.uk/glossary/amlcds.htm, 2013