تقنيـــات التصميـــم البيئـــي المســـتدام آليـــة لاستمـــرار التّـــوازن الحـــراري بالطّـــاقـــات المُتجـــدّدة

Sustainable environmental design techniques are tools to maintain the thermal equilibrium with renewable energies

أ. غادة خالد الماجري ـ قسم هندسة معمارية ، جامعة عمر المختار، درنة.
أ. محمد ميلاد بك ـ المعهد العالي للعلوم التقنية والتطبيقية . العربان .

الملخص :

يُعد تطبيـــق مفهـــوم التصميم البيئي المستدام من العناصر المُهمة في عمارة المناطق الحارة ؛ لأنه يحقـــق الرّاحة الحرارية لمستعملين المبنى من خـــلال حماية المبنى من عناصر المناخ المختلفة ، وتهدف الدراســـة إلى إيضاح دور التصميم البيئي المستدام لتحقيق التوازن الحراري باستخدام طاقات متجدّدة نظيفة دون الأضرار بالبيئة ، وبالتالي الحفاظ على حقوق جيل المستقبل ، والحدّ من الاعتماد الكلي على الوســـائل الميكانيكية لتبريد وتدفئة الهـــواء التي لجأ اليها كثير من المعماريين مؤخـــراً، نتيجة إلى استخدام الأساليب والمـــواد التي لا تناسب مع المناخ السائد للمنطقة ، مما يزيد الأعباء على محطات توليد الطاقة الكهربائية.

وقد اعتمدت الدراسة على منهجين الأول المنهـــج الوصفي لدراسة مفاهيـــم التصميم البيئي المستدام، ثم دراسة تقنيات التصميم البيئي المستدام سواء المستخدمة على المستوى العمراني بشكل عام أو المستخدمة على مستوى تصميم المباني، والتي يجب وضعها في الاعتبار عند قيام بالعملية التصميمية، والمنهج الثانـــي التحليلي لتحليل نموذج طبق فيه تقنيات التصميم البيئي المستدام، وتم توصل إلى عدد من النتائـــج والاقتراحات المرجـــوّة من هذه الدراسة.

الكلمات الافتتاحية: التصميم البيئي المستدام، تقنيات البيئي المستدام، التوازن الحراري، الطاقات المتجددة

Abstract:

The application of the Sustainable environmental design concept can be taken into account as one of the important elements in the hot architecture regions, this is because it can achieve thermal comfort for the building users by protecting the building from the climate changes. The aim of this study to clarify the role of Sustainable environmental design to achieve thermal balance with Using clean

renewable energies without harming the environment, thus preserving the rights of the future generation, and also aims to reduce the total dependence on the mechanical processes of cooling and heating of the air which are used recently wide by many architects. and as a result of choosing and using the methods and materials that are not suitable for the prevailing local climate of the region, that cause increasing the load on electric power plants. The study relied on two approaches, the first is the descriptive approach studies the concepts of Sustainable environmental design, including its most important goals and the problems that will be faced, and then studying the Sustainable environmental design techniques, whether it is used at the urban level in general or used at the level of building design, which must be taken into account when carrying out the design process. The second approach is the analytical approach, which is involved in the analysis of building design models with Sustainable environmental design techniques. A number of results and suggestions have been reached from this study.

المقدّمـــــــــة :

التّصميم البيئي المستدام هــو التعامل بايجابية وقيادة رباعية من الطّاقة، والمناخ، والمتطلبات الإنسانيـــــة، والمعرفة بالمواد والتنسيق فيما بينها بحيث تأتي متوافقة داخليا وخارجيا فهي التوازن بين حاجات الإنسان المادية والمعنوية، والتي تقـــوم على عدم الإخلال بأي نظام من أنظمة البيئة ؛ بل الحفاظ على حقوق الأجيال القادمة في بيئتهم ، ويحقق التصميم البيئي الاستدامة للبيئة ؛ إذ يقلل استهلاك الطاقة وتقليل الانبعاثات الضارة فيها (التلوث) والاتجاه إلى المواد الخام المتجددة والمواد الصديقة للبيئة ، والاعتماد على التقنيات البيئية والمناخية لتحقيق راحـــة الإنسان.

1. مشـــــكلة الدراســـة:

غياب التصميم البيئي المستدام عن الممارسة العملية بالرغم من أهميته، إن عدم الاهتمام بتطبيق تقنيات التصميم البيئي المستدام بالطاقات المتجدّدة ينتـــج عنه عدم تحقيق التوازن الحراري في المباني، وبالتالي زيادة كبيرة في استهلاك الطاقة الكهربائية لتبريد وتدفئة هذه المباني للوصول للرّاحة الحرارية للمستخدمين داخل الفراغ ، كما يحدث في الوقت الـــراهن في ليبيا من زيادة بالأحمال الكهربائية، وتتمحور الدراســـة في التساؤلات الآتية:

1. ما المقصود بالتصميم البيئي المستدام؟ وما أهدافه؟ ومشاكل تنفيذه؟ ما هي تقنياته؟
2. هل عدم الوعي بأهمية تقنيات التصميم البيئي المستدام في مجال تحقيق التوازن الحراري من اسباب عدم تحقيق الراحة الحرارية بالمباني؟

3. هل عدم توفر التخصص المعماري البيئي المستدام الذي يقدم حلولاً معمارية لها علاقة بالهندسة الميكانيكية تعمل باستخدام الإضاءة الطبيعية والتهوية بكفاءة عالية للوصول إلى مباني ذكية من أسباب عدم تحقيق الراحة.

2. أهـــداف الدّراســـة:

يمكن توضيح أهداف الدراسة كالتالي:

1. تحقيق الراحـــة الحرارية داخل المباني على مدار العام عن طريق تطبيق مفاهيم التصميم البيئي المستدام وتقنياته.
2. الاعتماد على مصادر طبيعية نظيفة لتحقيق التوازن الحراري داخل المبنى مما يقلل من التلوث باستخدام مصدر للطاقة دائم ومتجدد ونظيف وهي من أرخص المصادر على المدى الطويل.
3. الاستفادة من التصميم البيئي المستدام لحل بعض مشاكل محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعاني منها ليبيا في الوقت الراهن بسبب استهلاك الطاقة الكهربائية لتبريد وتدفئة وإضاءة المباني للوصول للراحة الحرارية.

3. التـــــوازن الحـــــراري: هو تحقيق مؤشـــرات الراحة الطبيعية من حرارة ورطوبة وتهوية داخل الحيز المعماري والمتوافقة مع إمكانيات الإنسان البيولوجية خلال التبادلات المناخية اليومية والفصلية بالوسائل الطبيعية [1].

4. التصميم البيئي المســـــتدام: هو التصميم المرتكز على كفاءة استخدام الموارد وأخذ البعد الإيكولوجي بعين الاعتبار، وهو تصميم ذو اقل تأثير على البيئة من خلال الكفاءة في استخدام الموارد والطاقة. ويشمل على مبادئ:

- استهلاك الحد الأدنى من الموارد والطاقات غير المتجددة، والاعتماد على الموارد المتجددة والقابلة للتدوير، [2].
- الوصول للحد الأقصى لإعادة الاستخدام.
- حماية البيئة الطبيعية.
- دراســـة مفاهيم الجودة للبيئة المشيدة.

1.4 الهدف من التصميم البيئي المستدام:

يهدف التصميم البيئي المستدام للمباني إلى تحقيق ما يلي، [2]:

1. رفع مستوى الارتياح الحراري وتوفير الجو الصحي الداخلي لشاغلي المبنى طوال السنة.
2. حماية المبنى من تأثيرات البيئة الخارجية والاجهادات الحرارية والإضرار الناتجة عن ذلك.
3. الحدّ من انتقال الحرارة عبر العناصر الإنشائية الخارجية لغلاف المبنى سواء الفقدان الحراري من داخل المبنى إلى خارجه لتدفئة شتاءً أو الكسب الحـــراري من الخارج إلى الداخل صيفاً.
4. الحفاظ على الموارد الطبيعية، وتوفير الطاقة المستخدمة لأغراض التدفئة والتبريد وتخفيض تكلفة أجهزتها وتكاليف صيانتها، وذلك باستخدام الطاقات الطبيعية المتجددة.
5. استثمار اقتصادي يـــؤدّى إلى توفير للطاقة والمال، لا يمكن الاستغناء عنه لتحقيق متطلبات السكن الصحي المريح، إذ يؤدّي إلى رفع القيمة السكنية للمبنى ويزيد من العمر التشغيلي له.

2.4 ـ المشاكل التي تواجه البيئي المستدام

تنقسم مشاكل عملية التصميم البيئي المستدام طبقاً للأطراف المشاركة في العملية التصميمية إلى:

- **مشاكل ترجع للمهندس:** نقص إعداد المهندسين في هذا المجال، والحافـــز المادّي؛ إذ من الصعب على إي مكتب هندسي استهلاك الوقت والمال في التصميم البيئي المجهد الذي لن يدفع تكاليفه أحد، لأن المالك في الوقت الحالي يهتم بربح الاقتصادي.
- **مشاكل ترجع للمالك:** عدم معرفة المالك لهذا التخصص وانعدام الطلب عليه.
- **مشاكل ترجع لظروف الموقع المحيطة**: تتمثل في عدم دقة المعلومات المناخية بالدرجة الكافية أو تم رصدها من وقت طويل مما يعوق المصمم من القيام بدراسته المطلوبة.

- **مشاكل ترجع للحياة العامة**: مثل رخص تكاليف تشغيل الوسائل الميكانيكية، وعدم وجود قوانين ملزمة بتوفير ظروف مناخية جيدة داخل المبنى لتقليل الطاقة [3].

3.4 حلول المشاكل في عملية التصميم البيئي المستدام

يتم حل مشاكل في عملية التصميم البيئي المستدام [3] كالآتي:

- استخدام وتطوير أدوات جديدة للتصميم البيئي المستدام بمساعدة الحاسب.
- تحديد الأهداف من التصميم البيئي المستدام.
- التحوّل السياسي نحو الاهمام بالبحث العلمي وتكنولوجيا المعلومات، وهو يعطي دعم حكومي مادي وعلمي لعملية تطوير برامج وأدوات التصميم البيئي المستدام المحلية.

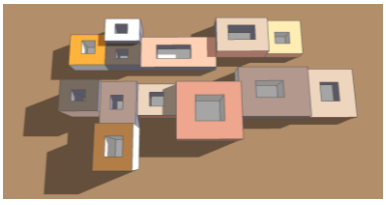
5. تقنيات التصميم البيئي المستدام

تعتمد عملية تصميم المبنى المستدام على التقنيات العلمية التي يتم فيها تقليل الاحتياج للوقود الحفري والاعتماد بصورة أكبر على الطاقات الطبيعية النظيفة المتجددة، كطاقة الإشعاع الشمسي وطاقة الرياح، لتحقيق التوازن الحراري بتقليل الكسب الحراري بالمباني صيفاً وتدفئتها شتاءً، والحفاظ على الموارد الطبيعية، والحماية من التلوث البيئي، ويدخل في هذه العملية مواد البناء الصديقة للبيئة ذات الاستهلاك الضئيل والمتاحة في الموقع بدلا من نقل المواد ، واختيار المواد ذات المقاومة الطويلة الأجل لزيادة عمرها الافتراضي في عملية الإنشاء، كما تكون قابلة لتدوير، وتنقسم تقنيات التصميم البيئي المستدام إلى تقنيات على المستوى العمراني وتقنيات على المستوى تصميم المباني:

1.5 تقنيات التصميم البيئي المستدام المستخدمة على المستوى العمراني

هناك العديد من تقنيات التصميم البيئي المستدام المستخدمة على المستوى العمراني وهي:

1. **شكل تجميع الكتل:** إتباع الحل المتضام في تجميع المباني أو وضع مجموعات المباني بعضها مع بعض أو حتى على مستوى الشكل العام للمدينة، إذ يؤثر شكل تجمع المباني في كمية الظلال الساقطة ويقلل من تعرض الأسطح الخارجية لأشعة الشديدة المباشرة، كذلك اختلاف ارتفاعات المباني تظليل بعض المباني لما جاورها، كذلك تظليل الممرات والطرقات لحماية المشاة من أشعة الشمس ينتج عنه تظليل الواجهات، كما في الشكل(1) و(2) [4].



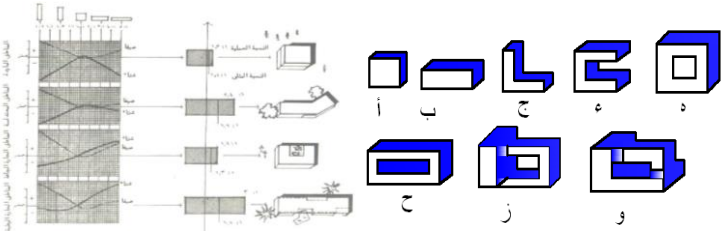
الشكل(1)تأثير شكل تجمع المباني في كمية الظلال [6]

الشكل(2) تظليل الممرات بمدينة طرابلس (2010/3/12 الباحث)

2. **توجيه الكتلة بالنسبة لأشعة الشمس:** يفضل محور المبنى الاتجاه شرق غرب بالمناطق الحارة، أي الواجهة الطولية هي الشمالية فتسقط الأشعة على واحدة جهة الجنوبية، كما بالشكل (3).

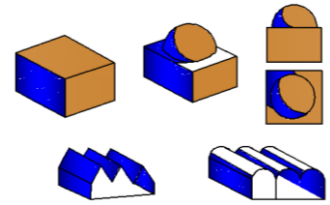
3. **كتلة المبني وشكلها:** لشكل كتلة المبنى أهمية كبيرة في تحديد كمية الظلال به، كما بالشكل

(4)، ويلاحظ أن أقل نصيب من الظلال يخص المبنى المربع، وذلك سواء من ناحية الواجهات أو الأسقف المظللة وكمية الظل الساقطة على الأرض، وتزداد كمية الظل كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيداً، كما تأخذ المباني غير مستوية الأسقف كمية ظلال أكبر، و ذلك بسبب عدم تعرض سطحها المنحني مثل القبة والقباب بالكامل لأشعة الشمس خلال ساعات النهار،[2].



الشكل (3) نسب أشكال المباني

شكل (4) تأثير شكل المبنى على كمية

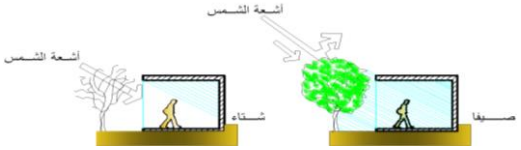


شكل (5) استخدام الأسطح للمناطق المناخية المختلفة الظلال [4] (رسم وتطوير الباحث) المنحنية والمنكسرة تزيد الظل

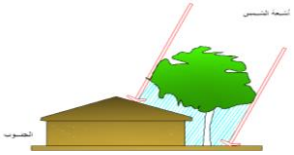
4. **الأشجار والشجيرات:** تستخدم كعازل للحرارة وتقلل الضوضاء والتلوث بتنقية الهواء، ويمكن ريها بإعادة تدوير ومعالجة المياه المستخدمة في الغسيل بعمل شبكة تنقية لاستخدامها مرة أخرى:

أ- **تستخدم الأشجار في تظليل واجهات المبنى** وذلك باستخدام أشجار الظل المخضرة صيفاً في لحجب أشعة الشمس من الوصول إلى حوائط المبنى وتتساقط أوراقها أثناء الشتاء مما تسمح بدخول أشعة الشمس إلى المبنى كما بالشكل (6). كما يمكن تظليل الاتجاه الجنوبي للمبنى باستخدام أشجار الظل عالية النمو، أما في الاتجاه الغربي تستخدم الأشجار المتضامة والمتلاحمة العالية المتكاثفة لحجب الشمس صيفاُ بعد الظهر كما بالشكل (7)، [3].

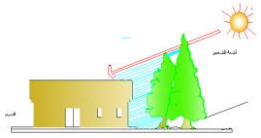
ب- **استخدام المزروعات و النباتات بجوار السطح الخارجي للمبنى:** استخدام النباتات المتسلقة كوسيلة مناخية مفيدة للحماية من أشعة الشمس عند غرسها بجوار المبنى الخارجي إذ تؤدي إلى التبريد وتقلل درجة حرارة الهواء التظليل في الصيف، وعلى سبيل المثال لو تم استخدام نبات من اللبلاب المعرش على الحائط فأنها تقلل حوالي 50% من أشعة الشمس وحرارتها الواصلة إلى سطح المبنى الخارجي، ويمكن استغلال نباتات الظل المتسلقة في عمل تعريشات وبرجولات علوية على الأسطح أو بجوار الحوائط لحجب أشعة الشمس وصد المطر كما بالشكل(10). [2].



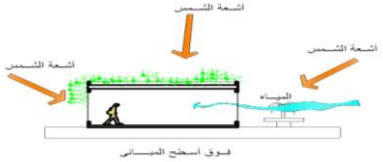
الشكل(6) استخدام نباتات مخضرة صيفا وتتساقط شتاءا



الشكل (7) استخدام أشجار عالية جنوباً وأشجار متضامة غرباً



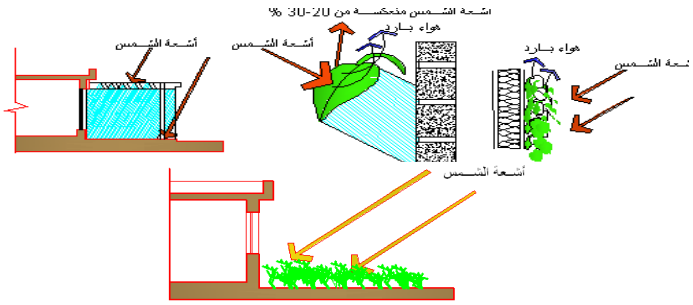
الشكل (8) استخدام أحواض الزهور فوق الأسطح وأمام النوافذ



الشكل (9) الأشجار بجانب النوافذ (2010/6/4 الباحث)

الشكل (10) استخدام النباتات

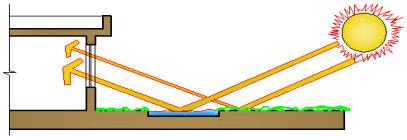
الشكل (11) استخدام برجولات والاشجار



الشكل (12) استخدام المزروعات على الأسطح الخارجية المتسلقة للحماية من الشمس والنباتات بجوار المبنى [6] (رسم الباحث)

5. **استخدام عناصر تنسيق موقع مناسبة حول المبنى:** تستخدم مواد منخفضة الانعكاس في الأسطح الخارجية حول المبنى لتقلل من الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض أثناء الصيف والتي تقدر حوالي مرتين من الواصلة عن طريق حوائط المبنى وخاصة الشرق والغرب.

6. **استخدام المياه في الحماية من أشعة الشمس**: إيجاد مسطحات من المياه بجوار أو فوق أسطح المباني مع تزويدها بنافرات تساعد على تحريك مسطحها حتى لا يعمل كسطح عاكس، مما يؤدي لتشتيت الأشعة وتخفيف الحرارة الضاغطة على المباني والشكل (13) انعكاس الأشعة [3].



الشكل (13-أ،ب) انعكاس أشعة الشمس من الأسطح المجاورة (بواسطة المياه إذ تعمل كمراه) [6] (رسم الباحث)

2.5 تقنيات التصميم البيئي المستدام المستخدمة على مستوى التصميم المعماري

تنقسم تقنيات التصميم البيئي المستدام المستخدمة على مستوى التصميم المعماري إلى تقنيات خاصة بالغلاف الخارجي للمبنى وتقنيات خاصة بتفاصيل المبنى وهي [4]:

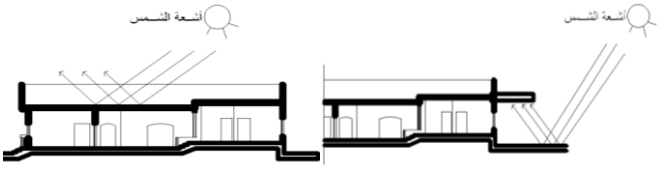
1.2.5 تقنيات التصميم البيئي المستدام الخاصة بالغلاف الخارجي للمبنى

وفيما يلي العناصر المكونة للغلاف الخارجي وكيفية معالجاتها بتقنيات التصميم البيئي المستدام:

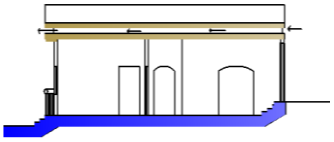
1. **معالجة الأسقف (الأسطح):** يمكن معالجته بإجراء الآتي:

- تغطية السطح العلوي للسقف بمادة عاكسة صديقة لبيئة لأشعة الشمس لنقل الطاقة الحرارية الناتجة من سقوط الأشعة بعيدا عن السطح شكل (14).
- استعمال مادة عازلة للحرارة مثل : السيلتون أو الطمي فوق البلاطة الخرسانة المسلحة مباشرة.
- يغطى السطح السفلي الممتد خارج حوائط المبنى (الكابولي) بمادة ذات لون داكن، لتمتص الأشعة المنعكسة من سطح الأرض المحيطة حتى لا تنعكس على المبنى ثانياً شكل (15).

بناء السقف من بلاطتين منفصلتين كلياً عن بعضهما البعض، لتتركا فراغاً لحركة الهواء الحرة تماماً مع قيام هذه الطبقة بدور العزل الحراري شكل(16) [6] (رسم الباحث).



الشكل(14)استخدام سطح عاكس الشكل(15) معالجة الكوابل بمواد ماصة



شكل(16)الأسقف المزدوجة رسم الباحث [6]

معالجة الحوائط : تتعرض الحوائط لكمية أشعة شمس أقل من السقف ، ويمكن أن تعالج بتغطية الحوائط بمادة لامعة عاكسة لأشعة الشمس تعكس الأشعة الساقطة بعيداً عن المبني، او استعمال سطح غير ناعم مثل البياض الخشن (الطرطشة) أو البروز بطوب الواجهات، لكي تسقط البروزات ظلاً قد يصل إلى تغطية نصف مسطح الواجهة ، أو اللجوء إلى تظليل الواجهات بواسطة كاســرات الشمس مثل التي تستعمل للفتحات، أو جعل الحائط مزدوجاً بنفس فكرة السقف المزدوج أو البروز بكتل من المبنى ذاته، أو استخدام مواد عازلة للحرارة، [4، ص: 105].

2. **معالجة الفتحات (الأبواب والنوافذ):** تعتبر الفتحات مصدراً رئيساً لنفاذ الحرارة إلى داخل المبنى ، لذا وجب دراسة العوامل التي تتحكم في كمية النفاذ الحـــراري خلال الفتحات، وعلاوة على توجيه الفتحات الذي يتبع توجيه المبنى فإن تظليلها يعتبر من أهـــم العوامل، لذا فإن الحرارة المشعة والداخلة للغرفة تحتجز داخل الغرفة وهناك أربعة متغيرات يمكن للمصمم أن يتحكم فيهم :

الستائر الداخلية.

استخدام وسائل التظليل الخارجيـة.

مساحة النافذة وتوجيهها.

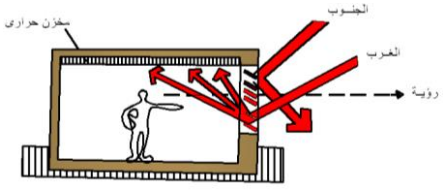
استخدام أنواع خاصة من الزجاج.

والتي قد تغنينا عن استخدام أي وسائل تحكم ميكانيكية، وبالتالي ترشيد استهلاك الطاقة، ويمكن التحكم في تأثير العوامل الجوية أو المناخية بالاعتبارات الأساسية الآتية [4]:

1. الحماية من الأمطار والرياح، والتقليل من الأبهار الناتج من أشعة الشمس الذي يجهد العين.
2. الاحتياج إلى كمية حرارة وأشعة شمس تدخل داخل الفراغات في الشتاء.
3. تزويد الفراغات بالتهوية اللازمة والكافية طول الوقت وحسب الاحتياج.
4. تقليل الصيانة والتكلفة الخاصة بالمعالجات الخاصة بأشعة الشمس وبالأخص الكاسرات.

- **تصنيف كاسرات الشمس:** تصنيف الكاسرات المخصصة لمعالجة الفتحات إلى:

اولاَ: الكاسرات الداخلية: رخيصة وقليلة التكلفة تعمل على تقليل دخـــول أشعة وحرارة الشمس وتكون بأشكال وحالات مختلفة مثل: ستائر رأسية، أفقية، أو تغطية داخلية للنوافذ، وتستخدم التكنولوجية للمعالجات الخاصة للستائر الداخلية باستخدام الشرائح المعدنية متحركة للتحكم في الظلال عن طريق مراقبة ضد أشعة الشمس بواسطة محمول شمس(ترموستات)، كما بالشكل (17)، [1].

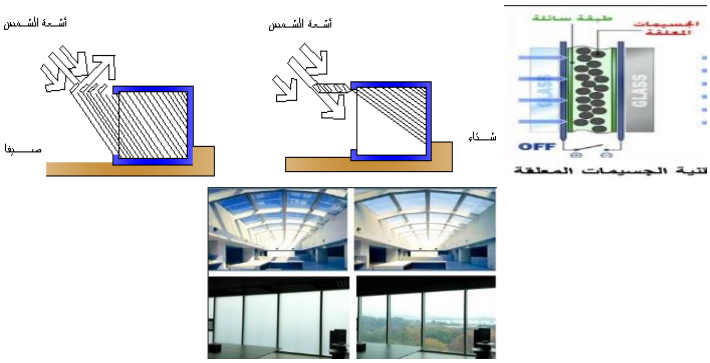


الشكل (17) شرائح معدنية متحركة بواسطة محول شمسي [4]، (رسم الباحثان)

ثانياً ــ الكاسرات الخارجية: عناصر تنشأ خصيصاً للوقاية من أشعة الشمس وتتخذ أحد الاتجاهين الرأسي أو الأفقي أو كليهما معاً و منها ما هو متحرك سواء أفقياً أو رأسياً[1]:

- **كاسرات الشمس الرأسية**: وهى كاسرات أو شفرات و زعانف أو حوائط تأخذ الاتجاه الرأسي و تستخدم في واجهات المباني الشرقية والغربية،[1].
- **كاسرات الشمس الأفقية:** تستخدم في اتجاه الشمس المرتفعة في الواجهات الشمالية والجنوبية، كما تعتبر الشرفات (البالكونات) وبروزات الأسقف والفتحات في الأشكال الاعتيادية كاسرات الأفقية، [1] .

- **كاسرات الشمس المتحركة أوتوماتيكياً:** يستخدم نظام التحكم كهربائياً أوتوماتيكي في تعديلها في المباني العالية ويمكن التحكم في الحرارة المكتسبة أو المفقودة باستخدام نظام الحاسب الآلي يمكن التحكم في حركة الكاســـرات الخارجية حسب الاحتياج من حائط إلى حائط أو من منطقة إلى منطقة أخــرى في نفس المبنى كلاً حسب الاحتياج والوظيفة، بالإضافة إلي التحكم في كمية الهواء الداخل للفراغ للتهوية والضوضاء والرؤية والخصوصية والإبهار والإضاءة كل حسب الاحتياج لكل فراغ، الشكل (18) كاسرات الشمس المتحركة أوتوماتيكياً [1].



الشكل (18) كاسرات الشمس المتحركة أوتوماتيكياً (النوافذ الذكية بتقنيات الجسيمات المعلقة)[1] (رسم الباحثان)

- **الكولسترا:** تصنع من مواد ذات مقاومة لحرارة الشمس مثل الخشب أو الحديد أو الألمونيوم أو الخرسانة أو الطين، أو الجبس لمنع وصول جزء من أشعة وحرارة الشمس إلى فراغ الداخلي للمبنى، وتوضع السواتر والكولسترا رأسياً أو أفقياً أو بزاوية مائلة حسب المكان، للتحكم في زوايا الساتر أو فتحاتها حسب المكان وحسب نوعية المادة المصنوع منها، كما في الشكل (19).
- **المشربيات:** تستخدم لمعالجة الفتحات وحجب أشعة الشمس، إلا أن تدرج اتساع فتحاتها، إذ تضيق هذه الفتحات عند مستوى النظر وتتسع بالتدريج إلى أعلى، أدّى إلى التدرج في كمية الإضاءة للنافذة، مما يحقّـــق راحة للعين والخصوصية، كما تساعد في تحريك الهواء داخل الغرفة؛ إذ تزداد حركة سحب الهواء المنعش الداخل من الفتحات الصغيرة السفلية وخروج الهواء الساخن من الفتحات الكبيرة العلوية فتتحقق تهوية الطبيعية جيدة، كما بالشكل (20).

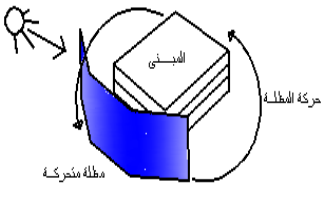
الشكل(19) توضح الكولسترا (2010/6/4 الباحث) **الشكل(20) توضح المشربيات (2010/6/4 الباحثان)**

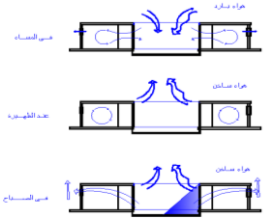
- **الكاسرات الطبيعية:** كوضع الأشجار واستخدام عناصر تنسيق الموقع حول المبنى[2].

2.2.5 تقنيات التصميم البيئي المستدام الخاصة بتفاصيل المبنى

تنقسم تقنيات التصميم البيئي المستدام خاصة بتفاصيل المبنى إلى[2]:

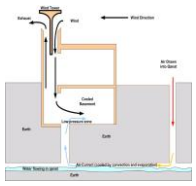
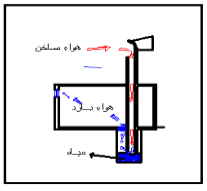
1. **حماية المبنـــى باستخدام مظـلات متحركة:** تتحرك حول المبنى للحماية من أشعة الشمس وهذه المظلات أصبح محدوداً واقتصادياً بالنسبة للوقت الحاضر والتقدم العلمي ، كما بالشكل (21).
2. **الفناء الداخلـــي :** برز كعنصر أساسي في المساكن ويشكّل فراغاً معيشياً محمياً من العوامل الخارجية وأنواعاً أخـــرى تشكّل حديقة ملائمة للاسترخاء والمتعة لما تحتويه من عناصر التنسيق مثل : النوافير والايوانات والمزروعات ، ويعمل الفناء دوراً مهما كمنظم حراري ، حيث يعتمد على اختلاف درجات الحرارة ما بين الليل والنهار لخلق أماكن ضغط متباينة ما بين الشـــوارع والفناءات المفتوحة، كما بالشكل (22)، ويجب اختار الأبعاد والنسب الملائمة وربط عناصر المسكن بالفناء بشكل فعال ، ويجب توجيه الفناء في الاتجاه الصحيح للاستفادة من التهوية الطبيعية وحركة الشمس ، كما يجب أن تكون مساحة الفناء مناسبة لمساحة المبينة، وقد برهنت المقارنة بين أنواع المساكن أن أكبر مساحة مبنية مناسبة للمسكن ذي الفناء هي 500م^2، [7].





شكل(21) باستخدام مظلات متحركة **شكل(22-أ) نظام حركة الهواء في الفناء** **شكل(22-ب)الفناء الوسطي [1]**

3. **طرق جذب الهواء (ملاقف الهواء):** تقوم وحدات التبريد بالتبخير بالعمل على أساس تمرير الهواء فوق سطح مبلل، حيث تزيد من الرطوبة وتقلل من درجة حرارة الهواء ويشبه هذا المبرد في تصميمه بشكل المدخنة ولكنه يقوم بعكس وظيفة المدخنة بارتفاعه (1.8) م فوق السطح ليواجه الرياح المنتشرة على السطح أو بدفع الهواء بواسطة الملاقف تسمح بدخول الهواء الساخن من أعلى إلى غرفة أشبه بالبئر على حافتها مرشح للهواء الداخل وممتلئة بالمياه، وعند عبور الهـــواء إلى هذه الغرفة المبردة يتم تبريد الهواء قبل دخوله المبنى، كما بالشكل (22)، [1].

الشكل (23-أ) احد طرق تبريد الهواء بملقف الهواء والمياه

الشكل (23-ب) ملقف الهواء [6]

6. دراسة نموذج للتصميم البيئي المستدام (مباني مدينة مصدر)

دراسة نموذج لمشاريع تم تطبيق تقنيات التصميم ا للتصميم البيئي المستدام عليها:

- **نبذة عن المشروع:** يقع على بعد 17كم من وسط أبو ظبي، المهندسين المعماريين فوستر وشركائه، المهندس الانشائي آدامز كارا تايلور(M+ E Engineer PHA consult)، الاستشاريون: كلود إنجل تصميم الاضاءة،
- المساحة4000م2، السنة 2010م. [8].

شكل (29) الشكل المبنى الخارجي لمباني مدينة مصدر (Aasarchitecture. Com 2018)

- **وصف المشـــــــــروع:** مركزٌ عالميٌ للمعرفة والأعمال التجارية والبحث والتطوير، وتعد نموذجاً للتصميم البيئي المستدام إقليمياً وعالمياً، إذ يوفر بيئة معيشة وعمل عالي الجودة بأقل أثـــر بيئي حيث يمكن تستوحي المباني في المدينة مصدر أفكارها من تصاميم العمارة التقليدية لمنطقة الخليج بهدف إنشاء مباني تستخدم التهوية الطبيعية التي توفرها أبراج الرياح وتقلل الطاقة مع مراعاتها أفضل التقنيات الحديثة في مجال التصميم البيئي المستدام، كما بالشكل (30) [8].

شكل (30) مباني السكن والمعمل وأبـــــراج الرياح (Aasarchitecture. Com 2018).

- **مكونات المشـــــروع:** الحرم الجامعي لمعهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا من المباني التي تم إنجازها والذي يضم ثلاثة مبان سكنية ومبنيين مخصصين للمختبر ومركز المعرفة كما في الشكل (31) يتضمن عدداً من المرافق الخدمية ومنافذ البيع بالتجزئة والمطاعم وسوق للمنتجات العضوية ومعرض في الهواء الطلق، مبنى تجاري في المدنية، مبنى سيمنز المقر الجديد لشركة سيمنز في الشرق الأوسط، كما يجري العمل على توسعة الحرم الجامعي لمعهد مصدر ومبنى مقر مصدر الذي سيضم مقر لشركة مصدر والوكالة الدولية للطاقة المتجددة ومبنى كورتيارد [8].

شكل (31) المخططات المعمارية لمباني مدينة مصدر (Aasarchitecture. Com 2018)

الفكر التصميمي وتوظيف التكنولوجيا: تكمن الفكرة في المعالجات المناخية الآتيـــــة:

- تمتاز مباني المعهد بتصاميمها الذّكية والبسيطة ، وتساعد الممرات الضيقة ونظام التظليل الذّكي والمواد الصديقة للبيئة على خفض درجات الحـــرارة في الصيف[8].
- مساكن المعهد ومختبراته ذاتية موجهة لتظليل كل من المباني المجـــاورة وشـــوارع المشاة أسفلها والواجهات هي - أيضا - ذاتية التظليل، كما بالشكل

(32), وشكلت واجهات المختبر من وسائد (ETFE Cushions) عالية العزل، والتي تبقى باردة عندما تلامسها أشعة الشمس الصحراوية.

- يتم توجيه تيارات الهواء البارد من خلال المساحات العامة باستخدام طرق حديثة لأبراج الرياح التقليدية في المنطقة، وتوجد المسطحات الخضراء والمائية التي توفر التبريد عن طريق التبخر.
- تحمي النوافذ المباني السكنية باستخدام حديث للمشربيات التي يتم بناؤها مع الخرسانة المسلحة المطورة بشكل مستدام والملونة بالرّمل المحلي للتكامل مع البيئة الصحراوية ولتقليل الصيانة[8].

شكل (32) استخدام المشربيات بالواجهات (Aasarchitecture. Com 2018)

- أكثر من 5000م^2 من المنشآت الكهروضوئية المركبة على السقف توفر الطاقة وتحمي من الأشعة المباشرة، بالإضافة للحقل الشمسي داخل المخطط والموقع يوفر اكثر من 60% من الطاقة المستهلكة من قبل المعهد، وكل ذلك يمكن إعادته تغذيته إلى الشبكة أبو ظبي.
- كما يستخدم الحرم الجامعي طاقة وماء أقل بكثير من متوسط المباني الحديثة في الإمارات[7].

شكل (33) تظليل مباني سكن المعهد ومختبراته وشوارع المشاة (Aasarchitecture. Com 2018)

من خلال دراسة هذا النموذج التي تم فيها تطبيق تقنيات التصميم البيئي المستدام تم التأكيد على ان تقنيات التصميم البيئي المستدام آلية لاستمرار التوازن الحراري، أي: تحقيق الراحة الحرارية باستخدام الطاقات المتجدّدة الطبيعية ، فتوفير الطاقة المستخدمة للتدفئة والتبريد والإضاءة، ويجب أن تنفذ هذه التقنيات بمواد البناء الصديقة للبيئة ذات الاستهلاك الضئيل والمتاحة في الموقع ، وقابلة لتدويـــــر، لذا نرجو تطبيق مثل هذه

النماذج في ليبيا للاستفادة منها في توفير الطاقة وتخفيف الأحمال الكهربائية التي تعاني منها ليبيا.

النتائـــــج:

1- يجب اعتبار التصميم البيئي المستدام باستخدام الطاقات المتجدّدة ركيـــزة أساسية عند تخطيط وتصميم المباني في ليبيا لما يحققه من أهداف كرفع مستوى الارتياح الحراري وتوفير الجو الصحيّ الداخلي لشاغلي المبنى طوال السنة، واستهلاك الحد الأدنى من الموارد والطاقات غير المتجددة، الاعتماد على الموارد والطاقات المتجددة والقابلة للتدوير، حماية وتحسين البيئة الطبيعية، وتلافي استخدام المواد السامة، واستخدام المواد الصديقة للبيئة، وإعادة تدوير ومعالجة المياه الغسيل والاستحمام بعمل شبكة تنقية لاستخدامها مرة أخـــرى لري الحدائق.

2- إن الوعي بتطبيق تقنيات التصميم البيئي المستدام سواء المستخدمة على المستوى العمراني أو تقنيات المستخدمة على مستوى تصميم المباني تحدّ من انتقال الحـــرارة عبر العناصر الإنشائية الخارجية لغلاف المبنى ســـواء كان ذلك على شكل فقدان حراري من داخل المبنى إلى خارجه في حال تدفئة المبنى في الشتاء أو على شكل كسب حراري من الخارج إلى الداخل في فصل الصيف ، أي: تحقيق التـــوازن الحراري ، بالتالي تحافظ على الطاقة من خلال اتجاهين الأول : التصميم المحكم للمبنى ، والثاني : الاعتماد على الطبيعة المتجددة الطاقة الشمسية والرياح.

3- إن التكنولوجيا سهّلت دمـــج التصميم البيئي المستدام بمساعدة الحاسب الآلي في عملية التصميم المعماري بشكل طبيعي ووضع بدائل مقترحه واختيار أفضلها للوصول لتصميم ذو كفاءة.

4- أن أبـــرز معوقات الحلول البيئية المستدامة هي تكاليفها الابتدائية، وعدم كفاءة وتوفر المعماريين المتخصصين بهذا المجال، وعدم توفر معلومات مناخية متكاملة والكافية ليتمكن المصمم من القيام بدراسته المناخية المطلوبة، وعدم وجود قوانين ملزمة بتوفير الطاقة، ليقدم حلولاً معمارية لها علاقة بالهندسة الميكانيكية تعمل بالإضاءة والتهوية الطبيعية بكفاءة للوصول لمباني ذكية.

5- من خـــلال دراسة هذا النموذج التي تم فيها تطبيق تقنيات التصميم البيئي المستدام تم التأكيد على أن تقنيات التصميم البيئي المستدام آلية لاستمرار التوازن الحراري، أي : تحقيق الراحة الحرارية في المباني باستخدام الطاقات المتجددة الطبيعية ، وبالتالي توفير في الطاقة المستخدمة لأغراض التدفئة والتبريد والإضاءة، على أن تنفذ هذه

التقنيات بمواد البناء الصديقة للبيئة ذات الاستهلاك الضئيل والمتاحة في الموقع، كما تكون قابلة لتدوير، لذا نرجو تطبيق مثل هذه النماذج في ليبيا للاستفادة منها في توفير الطاقة وتخفيف الأحمال الكهربائية في ليبيا.

التوصيات:

1- يجب تكثيف الجهود لنشر الوعي بأهمية التصميم البيئي المستدام وتثقيف المالك باستخدام الحلول المعمارية المناخية والبدائل المختلفة التي توفّـــر قيمة اقتصادية عالية، ومدى أهمية استخدامها حتى وإن كانت التكلفة الابتدائية مرتفعة لتفادي تزايد استهلاك الطاقة والحفاظ عليها.

2- أن تتولى الجهات المختصة التصميم البيئي المستدام في ليبيا قدرا من الاهتمام بأن تقوم بوضع معايير لاستخراج تراخيص البناء، أو أسلوب التحفيز لكل مبنى يوفر ظروف مناخية جيدة داخل المبنى باستهلاك، وبأقل قدر من الطاقة، بالاعتماد على الطاقات المتجددة والمواد الصديقة للبيئة.

3- دعم المباني التي يتم تصميمها على أساس تطبيق استراتيجيات خفض استهلاك الطاقة وذلك بخفض الضرائب والرسوم، ودعم المقاولين الذين يسهمون في عملية البناء بهذا النوع.

4- الاستفادة من التطور التكنولوجي في مجال برامج الحاسب الآلي وتوظيف التقنيات الحديثة ودمجها في مراحل عملية التصميم لدراســـة وتحليل المناخ واتخاذ القرارات التصميمية وفقاً لها.

5- يوصى بإنشاء مراكز بحوث في ليبيا مع الاهتمام بتطويـــرها لمتابعة تطورات التصميم البيئي المستدام العالمية الخاصة بمواد وأساليب البناء وطريقة المعالجات المناخية حسب كل منطقة.

6- لابد من السعي نحو بناء نماذج حقيقية للمباني التي تطبق مبدأ التصميم البيئي المستدام وتكنولوجيات الطاقة وبحيث تُصبح متاحة لطلاب الدراسات العليا لإجراء البحوث العملية عليها إذ العمل على نماذج الحاسب الآلي لا يعد كافيا لدراسة كافة المتغيرات التي تؤثر على المبنى.

7- توجيه البحث العلمي في ليبيا نحو دراسات شاملة لتجارب واقعية للمباني المصممة وفق المناخ والبيئة ومعرفة مدى تأثيرها على الراحة الحرارية والجانب الاقتصادي للاستفادة منها في توفير الطاقة الكهربائية مما يساعد على حل مشكلة طرح الأحمال التي تعاني منها ليبيا.

الهوامـــــــــــش:

1. سعيد عبد الرحمن بن عوف، العناصر المناخية والتصميم المعماري، دار النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، (ط1)، 1994م.
2. عباس محمد الزعفراني، التصميم المناخي للمشات المعمارية رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، مصر،2000م.
3. خالد سليم فجال، العمارة والبيئة في المناطق الحارة، دار الثقافية، القاهرة، (ط1)، 2002م.
4. د. شفق العوضي الوكيل، د. محمد عبد الله سراج، المناخ وعمارة المناطق الحارة، الناشر مركز التميز لعلوم الادارة والحاسب، القاهرة، 1985م.
5. محمد حازم محمد سعيد القويضي، البيئة المناخية وأثرها على العمارة والتخطيط العمراني بالمدن المصرية الجديدة، رسالة ماجستير، قسم العمارة كلية الهندسة جامعة حلوان، 2002م.
6. الهيئة السعودية للمهندسين. احمد نافع. 2013م.أنظمة التدفئة والتبريد الطبيعية.
7. شبكة المهندس. معز الدين فرج. 2004م. تقييم أداء بعض الوسائل التحكم في الاكتساب الحراري على أغلفة المبنى.
8. Allan Ken. Desing Primer For Hot Climates. The Architectural Press LTD London,1994.
9. http://www Solaripedia Com 2018.
10. 8. http://www Aasarchitecture. Com 2018.