SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.20 NO. 4 2021
DOI: 10.51984/JOPAS.V20I4.1675

مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: www.sebhau.edu.ly/journal/index.php/jopas

# التصميم الحراري وتحسين الأداء الوظيفي للمباني ( بالمنطقة الجنوبية – ليبيا )

*محمد الولي الشريف[1] و بشير مصباح النعاس[2] و منصور بن مسكين[1] و محمد المهدي العمراني[1]

[1] قسم الهندسة المعمارية وتخطيط المدن ، كلية العلوم الهندسية والتقنية ، جامعة سبها – براك الشاطئ – ليبيا
[2]قسم الهندسة المدنية- كلية الهندسة – جامعة الزيتونة - ليبيا

**الملخص**

بسبب التغير في تأثير المناخ الدوري خلال فصول السنة أصبحت عملية تصميم المبنى تحتاج لدراية واسعة بأساليب الحماية من التقلبات المناخية الخارجية وخصوصا في المناطق ذات المناخ الحار الجاف مما يستدعي تبني معالجات تصميمية حرارية بيئية توظف خلال مراحل العملية التصميمية لتحسن من مستوي أداء التصميم حراريا وترتقي به إلي أن يكون مستقبلا مبنى كفوء من ناحية أداءه الحراري ومحققا الراحة الحرارية لشاغليه. برزت مشكلة البحث في النقص المعرفي في معايري الراحة الحرارية داخل المباني واثر عوامل المناخ في شكل التصميم المعماري للمباني وعدم لجوء اغلب المصممين لهذا النوع من المباني. وتهدف الورقة الي طرح أسلوب لتصنيف معالجات التصاميم الحرارية المستخدمة في مناطق المناخ الحار الجاف،وقد تم التوصل من خلال هذه الورقة البحثية إلي مجموعة من الاستنتاجات والتي آدت بالخروج بتوصيات أسهمت في معرفة التوجيه المناسب لكتلة المباني وأماكن توجيه الفتحات وشكل المباني ومواد العزل المناسبة في المناخ الحار الجاف.

**الكلمات المفتاحية:**

التصميمات الحرارية للمباني
وظائف المباني
التحكم الحراري للمباني
المناخ الصحراوي وتصميم المباني

# Best Design and Improve the Functionality of the buildings (Southern Region - Libya)

*Muhammad al-Wali al-Sharif[a], Bashir Misbah al-Nass[b], Manssour Bin Miskeen[a], Muhammad al-Mahdi[a]

[a]Department of Architecture Engineering and Urban Planning, Faculty of Engineering Science and Technology, Sabha University, Libya.
[b] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering ,Azzaitounaa University, Libya

**ABSTRACT**

Due to the change in the effect of the cyclical climate during the seasons, the design of the building requires extensive knowledge of the methods of protection from external climatic fluctuations, especially in areas with a hot and dry climate, which necessitates the adoption of thermal design processes employed during the stages of the design process to improve the thermal design performance level and raise it. The future will be a building that is efficient in terms of its thermal performance and achieves the thermal comfort of its occupants. The problem of research emerged in the lack of knowledge in the standards of thermal comfort in buildings and the impact of climate factors in the form of architectural design of buildings and the failure of most of the designers of this type of buildings. The aims of this paper to introducing a method to classify thermal design treatments used in hot dry climates. In this paper, a number of conclusions have been reached, including knowledge of the appropriate orientation of the building block, the place and orientation of .the openings, the shape of the building, its mass and the appropriate insulation materials in the dry hot climate.

**Keywords:**

Thermal designs for buildings
Functionality of buildings
Thermal control of buildings
Desert climate and building design

## (1) المقدمة

تحقيق السيطرة الحرارية في المباني أحد المفاهيم الأساسية التي يتوجب توفيرها في التصاميم المعمارية و التخطيطية ضمن البيئات المختلفة والمناخ السائد. حيث يتباين أسلوب تطبيق السيطرة الحرارية على المباني باختلاف المناطق والبيئات المناخية، والتي تبرز خلالها البيئة ذات المناخ الحار- الجاف كمناطق ذات استراتيجيات سيطرة حرارية خاصة تحتاج الى معالجات تصميم بيئية مُحددة لتحقيقها. هذه المعالجات تندمج ضمنيا مع تصميم المبنى العام والخاص، لتأخذ بعدا

*Corresponding author:
E-mail addresses: moh.alsharef@sebhau.edu.ly ,( B. M. al-Nass) dr.bmka@gmail.com ,( M.Bin Miskeen) mins.binmiskeen@sebhau.edu.ly ,( M. al-Mahdi) moh.alshakhali@sebhau.edu.ly

*Article History : Received 30 June 2021 - Received in revised form 15 August 2021 - Accepted 15 September 2021*

شكليا او بعدا تفصيليا والتي غالبا ما تختلف باختلاف وظيفة المبنى وباختلاف المناطق والبيئة المحيطة، مما ولد عدد كبير من المعالجات البيئية التي يمكن توظيفها خلال مراحل التصميم المُختلفة لأجل الاستفادة من ايجابيات الصفات المناخية للمنطقة وتفادي تأثيراتها السلبية مُحققةً سيطرة حرارية على المبنى.

إن تعدد معالجات التصاميم البيئية الممكن استخدامها خلال العملية التصميمية وتأثيرها المتباين في الهدف الاستراتيجي الذي تم استخدامها بسببه جعل من الصعوبة لعدد كبير من المُصممين الإلمام بالمعرفة الكافية بغالبية هذه المعالجات والمرحلة الملائمة لتوظيفها.

## (2) تعريف وتحديد المشكلة:

العزل الحراري يشير إلى جميع نظم العوازل والعمليات التي تُحد من التبادل الحراري بين حجرات ذات درجة حرارة مختلفة. العزل الحراري في المباني يُصمم أساسا لاحتواء الحرارة داخل المباني في البلاد الباردة ومنع دخول الحرارة إلى المبنى في البلاد الدافئة. ويتم ذلك العزل الحراري باستخدام مواد لها خواص عازلة للحرارة بحيث تساعد على الحد من تسرب وانتقال الحرارة من والى المبنى، وللنقص المعرفي في بلدنا بهذا وخاصة بالمناطق الجنوبية وإقليم فزان التخطيطي خاصة اتخذ كمنطقة للدراسة ومشاكل البحث تتركز في:

1. النقص المعرفي في معايير الراحة الحرارية داخل المباني.
2. عدم مراعاة الجوانب البيئية في تصميم المباني في منطقة الدراسة.
3. استخدام الأساليب التقليدية في البناء دون مراعاة الراحة الحرارية لمستخدمي الفراغ المعماري.

## (3) أهداف الدراسة:

1. التعرف علي خصائص ومميزات العمارة البيئية الصحراوية المحلية ومدي الاستفادة منها في المباني السكنية الحديثة في المناخ الحار والجاف.
2. التعرف علي أنواع مواد العزل الحراري في توفير الراحة الحرارية لمستخدمي المبني بالمنطقة الجنوبية.
3. تحديد الوظائف التي تؤديها مواد العزل الحراري.
4. توفير أبنية تتمتع بالقدرة والكفاءة علي مواجهة الظروف المناخية المختلفة عن طريق الاستفادة من مواد العزل الحراري في مواجهة ذلك
5. معرفة أفضل توجيه للمباني بالمنطقة الجنوبية للتقليل من الكسب الحراري.
6. اختيار شكل الكتلة المناسب وأفضل توزيع للفراغات في المباني السكنية الحديثة.
7. تحديد أماكن استخدام الكاسرات الشمسية وأشكالها.
8. معرفة أفضل توجيه للفتحات وأبعادها الهندسية بالمناطق الحارة.
9. دراسة إمكانية تهيئة بيئة مريحة وممتعة للناس في جنوب ليبيا.
10. المساعدة في تطوير وتحسين نظام البناء

## (4) منهجية البحث:

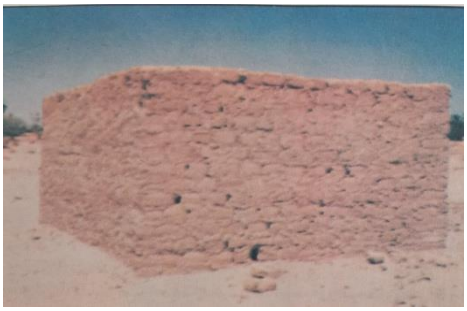
استخدام المنهج الوصفي التحليلي حول أهمية ومدي استخدام مواد العزل الحراري واهم المعالجات من خلال الدراسات السابقة واقتراح أسلوب لكيفية المعالجات في العملية التصميمية للمباني.

## (5) الخلفية التاريخية للدراسة:

كانت فكرة المأوي للإنسان عبر الزمن عبارة عن الحماية وتندرج تحت كلمة الحماية كل ما تعني من حماية للإنسان من أية أخطار محيطة به فعلى سبيل المثال كانت فكرة المأوي في قديم الزمان أساسها الحماية من الحيوانات والعوامل المناخية القاسية التي لايستطيع الإنسان التعايش معها وتطورت فكرة المأوى عبر العصور، فبعد أن كان المأوى في العصور القديمة عبارة عن كهف في جبل أصبحت اليوم مباني من مواد إنشاء وتشطيبات حديثة والتي اكتشفت وتطورت عبر الزمن وقد مر هذا التطور بالعديد من المراحل والعديد من العصور والتي شارك فيها العديد من المصممين والمعماريين فمنهم من أضاف لتطور العمارة بظهور الطرز الجديدة ومنهم من ساهم في اكتشاف وتطوير مواد حديثة سواء كانت مواد إنشائية أو معمارية، وكذلك منهم من شارك بأعماله المعمارية حتى أصبحت من تراث وحضارات الأمم كالعديد من المباني التي أصبحت رمزا حضاريا للأمم تتفاخر بها وبحضارتها. تميزت العمارة في الماضي القريب باستخدام مواد البناء المحلية والتي كانت تستخدم تقنيات بسيطة تتلاءم مع الطبيعة المحيطة وسميت بالعمارة الشعبية او الريفية حيث تعتمد علي الأنماط والإشكال التاريخية كأساس للتصميم وقد تطور استخدام تقنيات البناء فيها كالتالي :

### أولا : استخدام الطين في البناء:

تعامل الإنسان مع المواد الطبيعة منذ القدم وكانت البداية باستخدام الطين حيث كانت من المواد المتوفرة محليا وكانت طريقة البناء عبارة عن خلط الطين بالتبن ومخلفات أغصان الأشجار وبناء حوائط يتجاوز سمكها 45 سم كما هو موضح بالشكل رقم ( 1) من منطقة الدراسة وكانت الأسقف عبارة عن عوارض خشبية بجانب بعضها البعض تفصل بينها مسافات لا تزيد عن 30 سم ويستخدم الطين الغير مختلط بالتبن ومخلفات الأشجار في المونة واللياسة وتغطية السقف [1].



الشكل رقم (1) توضح مباني بمنطقة الدراسة ثم بنائها بالطين

### ثانيا: استخدام الحجارة:

كانت الحجارة تجمع حجرة حجرة وتنقل الي موقع البناء ثم توضع فوق بعضها البعض لبناء الاساسات والحوائط [1]، ويتميزهذا النوع من البناء بالاحتفاظ بدرجة الحرارة داخل المبني حيث يقوم بامتصاص الحرارة نهارا ويحتفظ بها داخل المبني وهو يحد من البرد ليلا للدخول الي المبني نتيجة لاحتفاظ الحرارة به نهارا والعكس صحيح كما في الشكل رقم (2).

الشكل رقم (2) استخدام الحجارة في البناء

ونشاهد ايضا استخدام البلوك الاسمنتى المفرغ فى العقود الاخيرة والشكل رقم (3) يوضح استخدام البلوك الاسمنتي المفرغ في البناء في بعض المشزوعات بالمنطقة.

الشكل رقم ( 3 )البلوك المفرغ الاسمنتي من خلال الزيارات الميدانية لبعض المشروعات

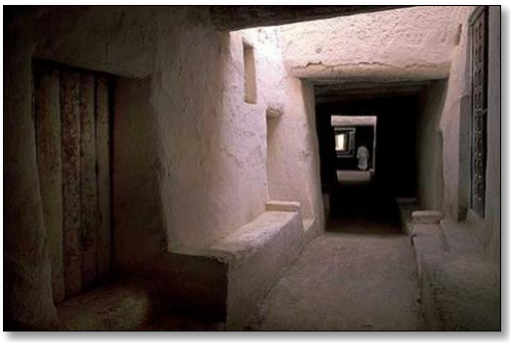
## (6) أمثلة لمباني في المناخ الحارالجاف:

- **مدينة غدامس :**

المدينة مؤسسة أو مبنية على أساس الحماية من الظروف المناخية (المناخ الصحراوي الحار الجاف) كما أن سكان مدينة غدامس استفادوا من الطبيعية المحيطة حيث أن واحة غدامس محاطة بالنخيل من جميع الجهات مما جعل الواحة متاح بها الظلال والتي ترتوي من ابار جوفية بالواحة اهمها (عين الفرس). [2].

كذلك تمر الرياح عبر الظل والماء وهده التيارات الهوائية الباردة تدخل المدينة من خلال فتحات التهوية الموجودة بشوارع المدينة وتطرد التيارات الهوائية الساخنة عن طريق تيارات الحمل الطبيعي كما نلاحظ أن الممرات المغطاة للحماية من أشعة الشمس والفتحات الموجودة بها تعمل علي جذب الهواء البارد من الخارج وتحريكه داخل هده الممرات كما هو مبين بالشكل رقم (4).

هذا الى جانب تصميم المدينة بشكل متضاغط وهناك نوافذ في بعض اسطح مساكنها ومساحتها 75 سم2 والتي تزود الفراغات السفلية بكمية كافية من الضوء.



الشكل رقم ( 4 )الممرات المحمية من الأشعة الشمسية ووجود جلسات جانبية بها

- **مدينة اجاديس**

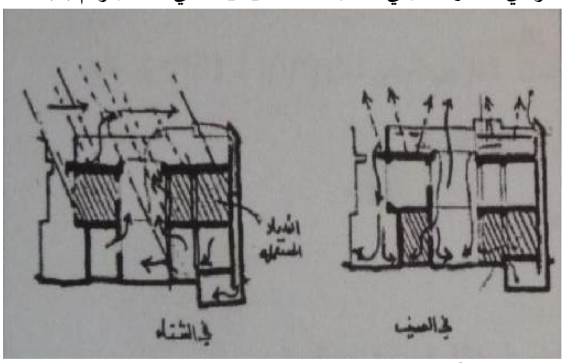
اجاديس هي عاصمة شمال النيجر وتعرف ببوابة الصحراء في الطرف الجنوبي من الصحراء ألكبري وتتميز المدينة بالتخطيط العضوي المتضام وممرات ضيقة مع التسقيف لبعض الأجزاء منها ويلاحظ استخدام مواد نهو بيئية تتكون من الطين وطوب اللبن علي نطاق واسع وقطاعات الحوائط تصل الي 80سم، وفي بعض المباني كذلك يلاحظ استخدام الأفنية علي نطاق واسع في منازل المدينة، واستخدام الفتحات الضيقة في الواجهات الخارجية للحد من التدفق الحراري عبر النوافذ ولتحقيق الخصوصية والحماية من العواصف الترابية [3]. كما في الشكل رقم (5).

شكل (5) جانب من العمارة المحلية لمدينة اجاديس

- **قرية قصر:**

تقع قرية قصر في مصر وتتميز بالتخطيط المتضام العضوي المتبع قي المدن الصحراوية ذات الشوارع المتعرجة والمسقوفة في كثير من قطاعات الشوارع وذلك للحماية من أشعة الشمس والتدفق الحراري.

قرية القصر واحة ذات طبيعة رسوبية خصبة، حيث ساعدت هذه الطبيعة في صناعة الطوب اللبن وبناء الحوائط الحاملة ذات القطاعات السميكة لعناصر إنشائية حاملة وهي ذات قدرة علي رفع المباني أكثر من دورين، ونظرا للطبيعة الحارة الجافة صيفا وشديدة البرودة شتاءا ليلا، فلقد ساعد استخدام قطاعات الحوائط السميكة من الطوب اللبن في منع تدفق الحرارة من خارج المبني الي الداخل في الصيف والعكس في الشتاء، مما أعطي المبني كفاءة بيئية عالية، كذلك استخدام الفتحات الضيقة والمشربيات واستخدام الأدوار المختلفة طبقا لاختلاف الفصول ونتج ذلك من خلال استخدام الأدوار العلوية المعرضة للشمس في فصل الشتاء واستخدام الدور الأرضي الأكثر ظلال في فصل الصيف [3] كما في الشكل رقم (6) .




شكل (6) استخدام الأدوار المختلفة طبقا لاختلاف الفصول في مساكن قرية قصر

## (7) دراسات سابقة:

لقد أخذ موضوع ربط معالجات السيطرة المناخية (ذات الاساليب الذاتية) بمراحل عملية التصميم اهمية لدى مجموعة من الدارسات والبحوث بهدف تبسيط عملية استثمار هذه المعالجات وتطبيقها خلال العملية التصميمية لإنتاج مباني متوازنة حراريا ومستجيبة للبيئة المحيطة بها. فالعوامل التصميمية والتخطيطية ضمن مراحل العملية التصميمية من أكثر العوامل التي يستطيع خلالها المعماري التحكم بكمية الطاقة التي يستلمها المبنى صيفا وشتاء للحصول على فضاءات ملائمة حراريا وبالتالي التقليل من الطاقة اللازمة للتدفئة والتكييف الميكانيكي.

لذا سيتم هنا طرح مجموعة من الدراسات التي وظفت معالجات السيطرة المناخية وربطها وفقا لتسلسل مراحل العملية التصميمية التي تتلاءم مع المناخ (الحار– الجاف) باعتباره المناخ السائد في ليبيا دون التركيز علي باقي المناخات.

### (1.7) دراسة "Donald Watson " climatic design

اوضح تقرير اللجنة الاقتصادية الاجتماعية Elsecwa (2018) بان دراسة Watson Donald اهتمت بتصنيف عملية التصميم الي خمس مراحل، تضمنت

كل مرحلة بدورها مجموعة من المعالجات المناخية التي يمكن توظيفها في تلك المرحلة وهذه المراحل هي: مرحلة تخطيط الموقع، ومرحلة تصميم كتلة المبني، ومرحلة تصميم مخطط المبني، ومرحلة تصميم غلاف المبني، وأخيرا مرحلة تصميم الفتحات. وقد طرحت المعالجات المناخية وفق نهج موازي لسير العملية التصميمية ابتداء بتصميم الموقع والفضاءات الخارجية وانتهاء بالتصميم التفصيلي للفتحات واختيار المواد البنائية. وتناولت الدراسة العديد من المعالجات المناخية التي تتلائم مع المناخات المختلفة في العالم، وفيما يخص المعالجات التي تلائم المناخ الحار- الجاف، فقد ركزت علي المعالجات الاتية لكل مرحلة :

### 1. مرحلة تخطيط الموقع site planning:

ان إمكانية التحكم بالتأثيرات البيئة الخارجية في المبني واسعة ضمن هذه المرحلة، فقد تنوعت أساليب تجنب الظروف القاسية للبيئة الخارجية لتأخذ اشكالا عدة كتحديد الرياح الموسمية لاختيار التوجيه الأنسب لكتلة المبني وتوظيف المجاورات والأشجار المزروعة للتظليل، كما يمكن الاستفادة من أي مصدر مائي في الموقع لتحسين منطقة المناخ المصغر المحيط بالمبني.كذلك يمكن التحكم بمواد الانهاء الخارجية للموقع التي تؤثر بصورة او بأخري في الأداء الحراري للمبني.

### 2. مرحلة تصميم كتلة المبني الخارجية Building Massing :

ضمن هذه المرحلة هناك اثرا كبيرا لقرارات التصميم الرئيسية التي تساعد علي تجنب التأثيرات السلبية للبيئة الخارجية في الصيف والشتاء علي حد سواء وإنتاج مبني ذات كفاءة أداء حراري عالية. فمن جملة هذه القرارات التقليل من المساحة السطحية الخارجية لكتلة المبني لتقليل تعرضها للمناخ الخارجي، وبالإمكان أيضا طمر اكبر حجم ممكن لكتلة المبني تحت سطح الأرض للتقليل من تعرضها لكافة مؤثرات البيئة الخارجية.

### 3. مرحلة تصميم مخطط المبني Building plan:

يمكن في هذه المرحلة توظيف بعض المعالجات التصميمية علي مستوي المخطط الداخلي لزيادة كفاءة أداء المبني الحراري كتوظيف فضاءات انتقالية بين البيئة الداخلية والخارجية، مثال ذلك معالجة الفناء الوسطي بما يساعد في تكوين مناخا مصغرا او بيئة داخلية مقاربة لمنطقة الراحة الحرارية، ويمكن كذلك توظيف عملية التحرك الهوائي الداخلي لتجديد الهواء بصورة مستمرة باستخدام ملاقف الهواء ( ضمن خصائص تصميمية حديثة) وتكوين مسارات هوائية عمودية تحقق تحريك هوائي داخل المبني،ويمكن تسقيط الفضاءات حسب أوقات اشغالها تبعا لحركة الشمس لزيادة الكسب الشمسي شتاء او تجنبه صيفا.

### 4. مرحلة تصميم غلاف المبني Building Envelope:

بالإمكان استخدام العديد من المعالجات التي تقلل من الكسب الحراري صيفا ومن الفقد الحراري شتاء عبر كتلة المبني، وذلك بالتحكم بخواص المواد البنائية بأن تكون ذات سعة حرارية عالية واستخدام العوازل، او بتظليل الجدران والاسقف بالمظلات الشمسية والنباتات المتسلقة. كذلك يمكن معالجة الاسقف باعتبارها من اكثر السطوح التي تتعرض للأشعة الشمسية باستخدام الاسقف الثانوية والاسقف المزروعة وأيضا باستخدام جدران واسقف مزدوجة لحماية المبني من الاشعة الشمسية المباشرة صيفا ولتبديل كتلة الهواء المحيطة بالمبني، وتخزين طاقة الاشعة الشمسية لغرض التدفئة شتاء.

### 5. مرحلة تصميم فتحات المبني Building Openings:

تتأثر قرارات تصميم فتحات المبني بجانبين رئيسين هما :السيطرة علي التهوية الطبيعية والسيطرة علي الاشعاع الشمسي لتقليل الكسب الحراري عبر الفتحات صيفا وزيادتها شتاء. ولتحقيق الغايتين هناك مجموعة من المعالجات، كتقليل نسب المساحات الزجاجية علي الواجهات وتظليل هذه الفتحات من الاشعة الشمسية الصيفية،

واختيار التوجيه المناسب للفتحات والتحكم بمساحتها لأغراض التهوية الطبيعية، كذلك بالإمكان استخدام مواد زجاجية ذات خواص عازلة للحرارة وعاكسة للأشعة الشمسية، وتوظيف بعض التفاصيل للفتحات لتقليل التسرب الهوائي عبرها صيفا وشتاء.

## (2-7) دراسة "Martin Evans" Housing climate and comfort" :

اوضح كذلك تقرير اللجنة الاجتماعية الاقتصادية [4] بان M. Evans اقترح طريقة تتناسب مع العديد من التوجهات الخاصة بتصميم المباني، والتي تم صياغتها أيضا تبعا للتسلسل الطبيعي للمراحل التصميمية، مقسما إياها إلي ثلاث مراحل وموضحا خلالها مجموعة من التوصيات وفيما يخص المناخ الحار الجاف تناول المراحل التصميمية والمعالجات البيئية بالشكل الاتي:

### 1. تصميم الموقع Site :

يتجه المصمم في هذه المرحلة الي البحث عن التسقيط الأمثل للمبني ضمن الموقع وتحري الوجهة الأفضل لتوجيه المبني، وهذا يستلزم دراسة كل من حركة الشمس، واتجاه الرياح المحلية والعواصف الترابية لاستغلال مكونات الموقع ( كالمباني المجاورة والأشجار) لحماية كتلة المبني. كما يوصي بزراعة الأشجار والشجيرات ضمن الموقع لأغراض التظليل وصد الغبار وتلطيف مناخ المنطقة المحيطة بكتلة المبني.

### 2. تصميم شكل المبني والفضاءات الخارجية ضمن الموقع :

بسبب الأجواء الخارجية القاسية فأن المتعارف عليه في المناطق (الحارة– الجافة) ان يكون هدف المصمم الأساس غالبا هو تقليل أثر سلبيات هذه الظروف القاسية في كتلة المبني ولأجل هذا يفضل تقليل مساحة المبني الخارجية باستخدام الأشكال المضغوطة التي تكون نسبة مساحتها السطحية الي الحجم صغيرة والتي غالبا ما تكون موجهة نحو الداخل مع استخدام الفناء الداخلي. كما يفضل تظليل فتحات المبني والفضاءات الخارجية من الشمس صيفا.

### 3. تصميم عناصر المبني ( من جدران واسقف ) وتحديد خواصها البنائية :

استدعي التباين اليومي في درجات الحرارة ما بين الليل والنهار الي ان يكون للجدران والاسقف أداء حراري مسيطرا عليه مسبقا. ويمكن تحقيق ذلك باستخدام مواد ذات خواص تركيبية معينة كالمواد ذات سعة حرارية عالية ومواد ذات موصلية قليلة للحرارة واستخدام العوازل، كما ينصح بتظليل الجدران والاسقف من الأشعة الشمسية لتقليل نسبة الأشعة التي من الممكن ان تتلقاها يوميا.

## (8) العوامل المؤثرة علي المبنى في المناخ (الحار/الجاف):

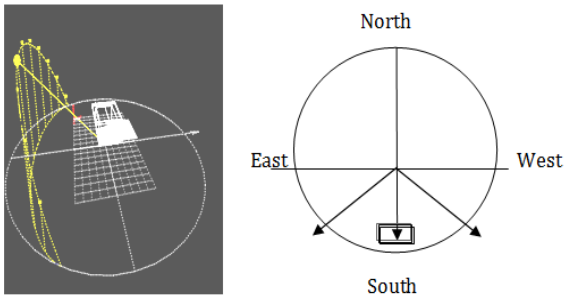
اوضحت مريم ين شيخة [5] في دراستها بان اهم العوامل المؤثرة علي المباني في المناخ الحار الجافف تتلخص في:

**أولا :التوجيه بالنسبة لأشعة الشمس :**

يعتمد توجيه كتلة المبني بالنسبة لاشعة الشمس علي عدة عوامل يجب أخدها بعين الاعتبار:

1- الواجهات الجنوبية تأخذ اكبر قدر من ضوء النهار والحرارة في الفترات الباردة.
2- الواجهات الشمالية تأخذ اقل قدر من ضوء النهار واقل كمية حرارة في الفترات الحارة لكن دون شمس علي الإطلاق والنتيجة انخفاض مستوي الاضاءة عن الواجهة الجنوبية.
3- -الواجهات الشرقية والغربية تأخذ اعلي قدر من الضوء والحرارة بسبب انخفاض زوايا الشمس في الصباح والغروب، و بناءا علي ما سبق:

يفضل ان يأخذ محور المبني الطولي الاتجاه شرق غرب أي ان الواجهة الطولية هي الشمالية وبذلك تسقط اشعة الشمس علي واجهة واحدة طولية وهي الجنوبية والشكل رقم (7) يوضح محور الميتي الطولي شرق غرب.




الشكل رقم ( 7 )يوضح محور المبنى الطولي الاتجاه شرق غرب

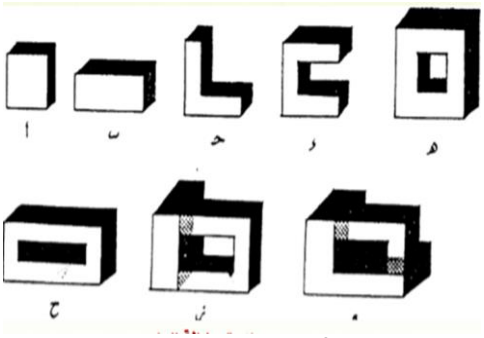
الواجهة الجنوبية تتلقي صيفا اقل كمية من أشعة الشمس وذلك لان اشعة الشمس تكون شبه عمودية فالمركبة العمودية لأشعة الشمس علي الواجهة تكون اصغر ما يمكن والعكس صحيح بالنسبة لفصل الشتاء كما في الشكل رقم (8) والذي يوضح الإشعاع الشمسي وحركة الشمس خلال اليوم في الصيف والشتاء لمنطقة الدراسة جنوب ليبيا

**(HSA= (HSA= 124.3$^0$, VSA= 158.8$^0$)**

الشكل رقم ( 8 )الإشعاع الشمسي و حركة الشمس خلال اليوم في الصيف والشتاء لمنطقة الدراسة

**ثانيا . شكل المبنى وكتلته :**

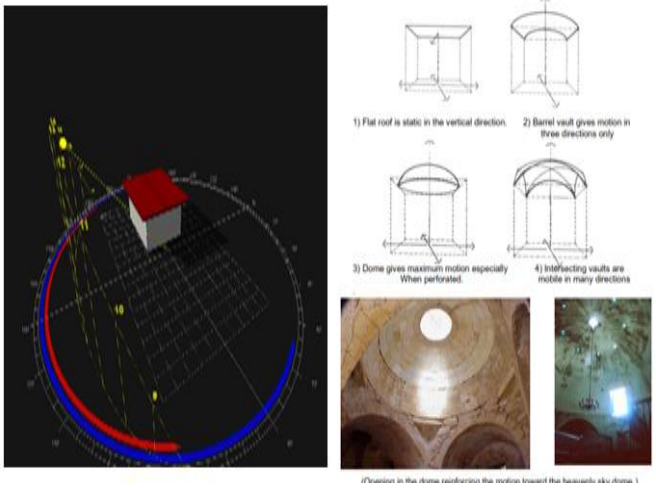
لشكل المبنى أهمية كبيرة لتحديد كمية الظل إلي الأشعة الشمسية ويلاحظ أن : اقل نصيب من الظل للمبنى المربع سواء من ناحية الواجهات أو الأسقف أو كمية الظلال الساقطة على الأرض بينما تزداد كمية الظل كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيدا ويلاحظ كثرة الظلال في المنزل ذو المناور خاصة إن كان هناك أجزاء ترتفع أكثر من دور.والشكل رقم (9) يوضح أشكال الكتل والظلال الساقطة.



الشكل رقم ( 9 )يوضح أشكال الكتل والظلال الساقطة

**ثالثا :تأثيرشكل السطح علي كمية الظل.**

يؤدى استخدام الأسطح المنحنية والمنكسرة إلى زيادة كمية الظلال الذاتي والساقط وبالتالي تقليل الجزء المعرض لأشعة الشمس من سطح المبنى كذلك تكون شدة الأشعة على وحدة المساحة المنحنية من السقف اقل منها علي السطح الأفقي والشكل رقم (10) يوضح اشكال الاسطح وكمية الظل والفتحات.




الشكل رقم ( 10) يوضح إشكال الأسطح وكمية الظل والفتحات

**رابعا :الفتحات بالنسبة لأشعة الشمس:**

يلعب موقع الفتحات واتجاهاتها دورا هاما في التحكم بالإشعاع الشمسي في المباني وبالتالي علي البيئة الداخلية لهذه المباني وعلي توفير الارتياح الحراري للساكنين فيها فهي تؤثر علي كمية الإشعاع الشمسي التي تدخل الي المبنى إما سلبا آو إيجابا. ففي المناخات الباردة يكون توجيه الفتحات بما يساعد على زيادة دخول أشعة الشمس الي داخل المبنى وبالتالي توفير وتحقيق بيئة مريحة للساكنين.وعلى العكس من ذلك فان وصول أشعة الشمس الي داخل المبنى في المناخات الحارة سيزيد الإحساس بعدم الارتياح ويؤثر سلبا علي أدائهم ونشاطهم وعلي تكلفة فاتورة الطاقة المستخدمة لأغراض التبريد وتوفير الأجواء المريحة في المبنى.

كما أن دخول أشعة الشمس وتأثيرها علي زيادة درجة الحرارة الداخلية قد يكون مفيدا خلال فصل الشتاء بينما قد يكون ضارا جدا خلال فصل الصيف إذ يؤدي الأمر إلي زيادة كبيرة في درجة الحرارة الداخلية مما يجب علي المصمم التحكم بتلك الأشعة حسب الفصل والوقت من السنة. ان اختيار الاتجاه وموقع الفتحات امر فيه نوعا من المفاضلة وعلي المصمم ان يدرس ويقرر بناء علي تلك الدراسة المعيار الأهم

الذي سيتبعه في اختيار ذلك ويمكن القول ان اتجاه الفتحات الأفضل في ما يتعلق بالإشعاع الشمسي هو ذلك الاتجاه الذي يسمح بمرور ووصول الاشعة الشمسية الي داخل المبني خلال فترة التدفئة ومنعها تماما او يحد منها خلال فترة التبريد وهذا يستدعي دراسة المعلومات المناخية خلال السنة بدقة لمعرفة وملاحظة متي تحتاج الي التدفئة ومتي تحتاج الي التبريد ومتي يكون المبني بحاجة الي تظليل او العكس من ذلك.

**(9) توجيه الفتحات:**

فكري و كريم [6] ذكروا بان أفضل الفتحات تحقيقا للمبدأ السابق هي الفتحات علي الواجهات الجنوبية حيث تتلقي هذه الواجهات الكمية الأكبر من الاشعاع الشمسي خلال فترة النهار في فصل الشتاء البارد في حين تكون كمية الاشعاع الشمسي الذي تتلقاه خلال فترة الصيف اقل ما يمكن. ولعل ذلك نابع من زاوية ارتفاع الشمس التي تكون اقل ما يمكن في فصل الشتاء وتزيد لتقترب من العمودية في فصل الصيف الامر الذي يتيح دخول اشعة الشمس الي أعماق المبني شتاءا بينما لا تتمكن من ذلك خلال الصيف.

**(10) العناصر الإنشائية :**

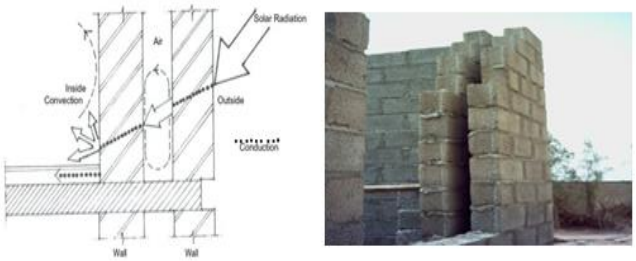
اوضح د. محمد عبد الله في كتابه الانشاء المعماري لسنة (2016) بان العناصر الإنشائية تثمتل في السقف والحوائط [7].

الحوائط :

تتعرض الحوائط لكمية أشعة شمسية اقل من السقف نظرا لاختلاف تعرضها لأشعة الشمس ولتغير زاوية ميل اشعتها تبعا لفصول السنة فتكون الطاقة المكتسبة أقل مما يكتسبه السطح.

تتعرض الحوائط لأشعة الشمس المنعكسة خاصة في المناطق الصحراوية حيث تعمل الرمال كسطح عاكس ويتم معالجتها عن طريق :

1- تغطية الحوائط بمادة لامعة عاكسة لأشعة الشمس.
2- .يفضل استعمال سطح غير ناعم باستخدام بياض الطرطشة أو البروز بطوب الواجهات لكى تسقط البروز ظلالا.
3- جعل الحائط مزدوج بنفس فكرة السقف المزدوج كما في الشكل (11) أو البروز بكتل المبنى ذاته

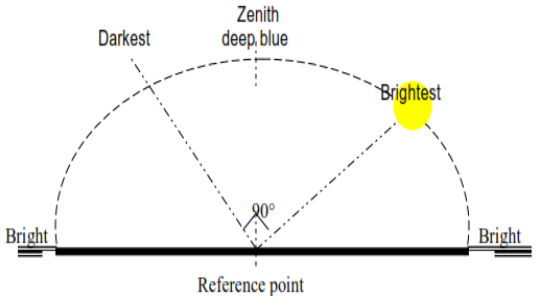



الشكل رقم ( 11) توضح الحوائط المزدوجة

**الاسقف:**

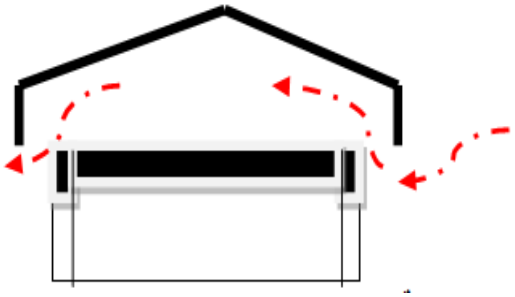
يتعرض سطح المبني لاكبر كمية من اشعة الشمس طوال ساعات النهار ولذلك تم اخد الاحتياطات اللازمة في تصميمه وإنشائه و يمكن إجراء الأتي للسطح:

1- تغطية السطح العلولي بمادة عاكسة لأشعة الشمس لتقل الطاقة الحرارية الناتجة من سقوط الأشعة كما في الشكل رقم (12).




الشكل رقم (12) سطح المباني وأشعة الشمس في المنطقة الجنوبية

2- بناء السقف من بلاطتين منفصلتين كليا عن بعضها البعض لتترك فراغا لحركة الهواء الحرة تماما وهنا تقوم البلاطة العليا بدور المظلة التي تقي السقف الرئيسي او البلاطة السفلية من اشعة الشمس مع قيام طبقة الهواء المحصورة بينهما كما في الشكل رقم (13).



الشكل رقم ( 13 ) يوضح استخدام سقف مزدوج مع تحريك الهواء

3- استعمال مادة عازله مثل الفوم توضع فوق البلاطة الخرسانية المسلحة مباشرة كذلك يمكن تغطية الاسطح بمواد عزل طبيعية مثل الطمي وزراعتها بالنباتات الخضراء ( حديقة سطح).

**(11) امثلة لبعض الطرق الانشائية الحديثة:**

سيتم في هذا الجزء استعراض بعض الطرق الانشائية الحديثة التي تعمل علي العزل الحراري مثلما اوضح عبد الله [7] طبقا للاتي:

1- استخدام ال ECO-block والذي يعمل علي العزل الحراري وهو يشبه الحوائط المزدوجة كما في الشكل رقم (14).

الشكل رقم ( 14 )لاستخدام ECO-block

2- استخدام الانشاءات المعدنية والجمالونات والتي لها بحور كبيرة تمكن من عمل بروزات كبيرة في المباني كما في الشكل رقم (15).

الشكل رقم ( 15 ) منشأ معدني

3- استخدام الحوائط الستائرية والتي تعمل كغلاف يحيط بالمبنى ويعزله عن الظروف البيئية بالخارج كما في الشكل (16)

الشكل رقم ( 16 ) الحوائط الستائرية

4 - استخدام قبة من الخشب وبها بروزات تعمل علي توفير الظل وتقل من الحرارة داخل الفراغ كما في الشكل رقم (17).

الشكل رقم ( 17 ) استخدام سقف من الخشب بالبروزات

5- استخدام فتحات في الحوائط تستخدم كمشربيات التي تحجب اشعة الشمس وتساعد علي تحريك الهواء داخل الحجرة كما في الشكل رقم (18).

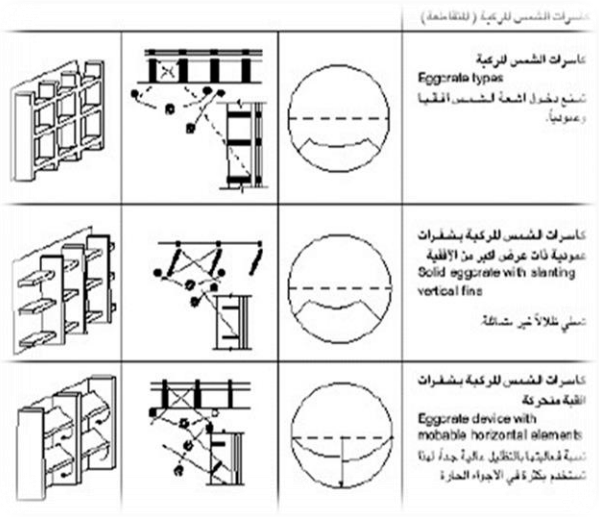
الشكل رقم ( 18 ) المشربيات

6- استخدام الطوب المفرغ الذي يعمل علي تقليل درجة الحرارة في الفترات الحارة والتدفئة في الفترات الباردة.كما هو موضح في الشكل رقم (19).

الشكل رقم ( 19 )الطوب المفرغ

**(12) كاسرات الشمس:**

هي عبارة عن عناصر تنشأ خصيصا للوقاية من أشعة الشمس،فالهدف الأساسي من وجود كاسرات الشمس هو منع أشعة الشمس من السقوط على الغلاف الخارجي للمبنى أو النفاذ إلى الفراغات الداخلية عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي أعلى من المعدلات المطلوبة لراحة الإنسان وكاسرات الشمس المثالية يجب أن توفر الحماية المطلوبة من أشعة الشمس المباشرة دون حجب الرؤية أو التقليل من فعالية التهوية الطبيعيةوقد تكون كاسرات الشمس أفقية أو رأسية أو كلاهما أو مائلة أو متحركة حسب الأنسب طبقا لاتجاه واجهة المنشأ وزاوية أشعة الشمس والشكل رقم (20) يبين أنواع من كاسرات الشمس [8,6].




الشكل رقم (20 )يبين أنواع الكاسرات

**(13) أماكن استخدام الواجهات وأشكالها**

**أولا : الواجهات الغربية :**

هذه الواجهة هي من أصعب الواجهات في معالجتها الحرارية حيث انها تتعرض لأشعة الشمس المباشرة في أعلى درجات حرارتها لذلك يجب قبل التفكير في الوسائل المعمارية الاصطناعية هو التفكير في توجيه المبنى بحيث نقلل من الفتحات في هذا الاتجاه. لذلك فان في هذه الواجهة يلزم زيادة سمك الحائط واستخدام حوائط مزدوجة يوجد بينها طبقة عازلة وأفضل الوسائل المعمارية هو استعمال كاسرات شمس راسية تتحرك مع زوايا الشمس والشكل رقم (21) يوضح نوع من كاسرات الشمس الرائسيةالمتحركة.

الشكل رقم (21) كاسرات شمس راسية متحركة

**ثانيا : الواجهة الجنوبية :**

تتعرض الواجهة الجنوبية لأشعة الشمس المباشرة في فترة منتصف النهار وتكون زاوية سقوط الشمس مرتفعة في الصيف ومنخفضة في الشتاء،وأفضل الوسائل المعمارية لمعالجة هذه الواجهات هو استخدام كاسرات الشمس ألافقية الثابتة والمتحركة وايضا بلكونات وبروجولات كما في الشكل رقم (22).

الشكل رقم (22) كاسرات شمس أفقية

**ثالثا : الواجهة الشرقية:**

تتعرض الواجهة الشرقية لحرارة الشمس وإشعاعها لساعات في بداية النهار ولكنها لا تؤثر إلا تأثيرا ضعيفا نظرا لان الحوائط والأسقف تكون درجة حرارتها قليلة (منخفضة) بعد مرور ساعات الليل ويفضل استخدام كاسرات الشمس الرأسية المائلة باتجاه الشمال [8,6].

## (13-1) تصميم كاسرات الشمس:

ويعتمد تصميم كاسرات الشمس علي هذه النقاط الهامة:

1. الاختيار المناسب لحجم وتوجيه النافذة بما يتلاءم مع حركة الشمس ومتطلبات التهوية الطبيعية والعناصر الأخرى كالخصوصية والضوضاء والرؤية. الخ.
2. تحديد الفترة الزمنية الحارة التي تستوجب عدم السماح لأشعة الشمس من النفاذ للفراغات الداخلية والشكل رقم (23) يوضح شكل احدي الكاسرات للشمس [8,6].

الشكل رقم (23) صورة لكاسرات الشمس

## (14) العزل الحراري :

يُعرف العزل الحراري بأنّه منع أو تقليل انتقال الحرارة بين الأجسام؛ حيث إنّ نقل الحرارة يُعرف بأنه انتقال الطاقة الحرارية بينَ الأجسام، وذلك يعود إلى اختلاف درجات الحرارة بين هذه الأجسام، والوسيلة الوحيدة لوقف الانبعاث الحراري بينَ الأجسام هي عزلها حرارياً.

يُشير العزل الحراري إلى نظم العوازل والعمليات التي تحد من التبادل الحراري بين سطحين مختلفين في الحرارة، فهو مصمّم لاحتواء الحرارة والحفاظ عليها داخل المباني التي تكون في البلاد الباردة أو في فصل الشتاء، وتمنع دخول الحرارة إلى المباني والمنازل التي تقع في البلاد الدافئة أو في فصل الصيف، حيثُ إنّه يتم عن طريق استخدام مواد خاصّة لهذه الوظيفة، أي وظيفة العزل والتي تحد من تسرّب الحرارة من المبنى أو إليه اعتماداً على درجة الحرارة خارج المبنى وداخله.وهنالك الكثير من المواد المستخدمة في عملية عزل الحرارة، والتي قد تأتي من عدّة مصادر، منها :

- العوازل الحرارية المستخرجة من المصادر الحيوانيّة كالصوف أو الشعر.
- العوازل الحراريّة من المصادر النباتية كالقطن.
- العوازل الزجاجية كاللباد، والذي يعدّ من أكثر المواد المستخدمة في العوازل الحرارية حول العالم.
- العوازل الصناعيّة كالمطاط والسائل الرغوي، والتي تكون إمّا على شكل بخاخ أو على شكل ألواح من العوازل السائلة (مريم بن شيخة، 2019).

## (14-1) أسس اختيارالمواد العازلة:

اوضحت مريم [5] بان اختيار المواد العازلة للحرارة يعتمد على العديد من العوامل والمقاييس، نذكر منها:

1. أن لا تؤثر على الإنسان وعلى صحته.
2. القدرة على مقاومة امتصاص بخار الماء، لمنع تشكل العفن أو تجمع الكائنات الطفيليّة.
3. مقاومة الإجهاد الناتج عن الفروقات الكبيرة في درجة الحرارة.
4. أن تكون مقاومتها عالية للتفاعلات الكيميائيّة.
5. مقاومة الحرائق، ولاسيما في الأماكن القابلة للتعرّض إلى الحرائق كالمطاعم أو المختبرات وغيرها.
6. القدرة على منع انتشار البكتيريا.
7. أن تكون صلبة ومقاومة للكسر.
8. القدرة على مقاومة نفاذ الماء.
9. أن تكون ذات أبعاد ثابتة وغير قابلة للتمدّد.
10. أن تكون ذات خواص ميكانيكية جيدة.
11. أن تكون المواد العازلة منخفضة التوصيل الحراري.

## (15) النتائج والتوصيات:

### (15-1) النتائج:

نستنتج من خلال ما تناولته هذه الورقة الاتي:

1) قلة مراعاة الجوانب البيئية في تصميم المباني المعاصرة والتي لمسناها في العمارة البيئية الصحراوية في المناطق الحارة الجافة.
2) استخدام المشربيات لحجب أشعة الشمس واستخدام الأفنية والمشربيات والملاقف لتحريك الهواء.

3) ان الكسب الحراري لكتلة المبنى يقل بتغير التوجيه وجعله يأخذ المحور الطولي لاتجاه شرق غرب .

4) ان افضل الفتحات هي الفتحات علي الواجهة الجنوبية.

5) ان شكل الكتلة كلما زاد تعقيدا زادت كمية الظلال.

6) ان الأسطح المستوية تتلقى اكبر قدر من أشعة الشمس والحرارة، والأسطح الغير مستوية تتلقى حرارة اقل من الأسطح المستوية.

7) ان استخدام مواد البناء التقليدية دون استخدام مواد العزل الحراري يؤدي إلي ارتفاع درجة الحرارة داخل المبنى.

8) الأسقف المزدوجة المفرغة والأسقف المظللة ذات الأشكال المنحنية لها القدرة علي مقاومة شدة أشعة الشمس.

9) الواجهتين الغربية والشرقية تستقبلان قدر لا باس به من أشعة الشمس

10) جعل الحوائط مزدوجة بنفس فكرة الأسقف المزدوجة لها القدرة كذلك علي مقاومة شدة أشعة الشمس.

## (15-2) التوصيات:

1- انشاء مراكز بحتية تعني بتطوير البناء في المناطق الصحراوية والاستفادة من مميزات العمارة البيئية الصحراوية للمناطق الحارة الجافة.

2- علي المصمم ان يكون علي دراية كاملة عن معايير التصميم الحراري والبحث عن احدث المواد وتقنيات البناء التي تعمل علي توفير بيئة ملائمة لشاغلي المبنى.

3- الحائط المزدوج والسقف المزدوج المفرغ والاسفف المظللة ثات الاشكال المنحنية تعتبر جيدة في مقاومة تاتير شدة الاشعة الشمسية الساقطة.

4- من الممكن الاستفادة من عدة تقنيات كاستخدام الافنية والمشربيات للتزود بالتهوية الطبيعية خاصة في فترات الحرارة الشديدة

5- المباني في مثل هذه المناطق الحارة المفروض ان تعمل علي منع وحماية الساكن من اشعة الشمس في الصيف بينما تعمل علي تامين الدف له في فصل الشتاء.

6-استخدام كاسرات الشمس لمنع أشعة الشمس من السقوط على الغلاف الخارجي للمبنى أو النفاذ إلى الفراغات الداخلية دون حجب الرؤية أو التقليل من فعالية التهوية الطبيعية وقد تكون كاسرات الشمس أفقية أو رأسية أو كلاهما أو مائلة أو متحركة حسب الأنسب طبقا لاتجاه واجهة المنشأ وزاوية أشعة الشمس

7- استخدام النباتات المتدلية والأشجار في الواجهة الجنوبية لإنقاص أشعة الشمس في الصيف بينما في الشتاء الأوراق تتساقط لتسمح لأشعة الشمس لتصل للبيئة الداخلية للمبنى.

8- من الممكن السيطرة علي شدة الحرارة علي اسطح المباني من خلال طريقتين: الأولي بإضافة مواد عازلة داخل البلوك المفرغ بالسقف بينما الحل الثاني من خلال إضافة طبقة عازلة سميكة فوق السطح لتسمح للساكنين من استخدام السقف بدون ان يسبب ذلك أي مشكلة له.

9- في منطقة الدراسة أشعة الشمس قوية، لذا يوصي باستخدام الألوان الفاتحة من اجل تقليل الامتصاص ومن ثم ستساعد على تقليل تدفق الحرارة إلي البيئة الداخلية.

10- النباتات والمسطحات الخضراء لها تأثير هام علي راحة الإنسان ومخفضة للحرارة وتعمل علي كسر الرياح وتلطيف الهواء ومن الممكن زراعتها حول المبني.

عليه ومن خلال هذه التوصيات نأمل ممن يهمهم الأمر الاستفادة من نتائج وتوصيات هذه الدراسة لتحقيق تصاميم ملائمة لطبيعة المنطقة ذات المناخ الحار والجاف.

## (16) المراجع:


[1]- [1] فائزة الغناي (2010)، مباني مدينة مرزق الفديمة (بحث غير منشور)

[2]- [2] ايوبكر الخازمي و فوزي عقيل (2019). الاستدامة في العمارة الصحراوية، دراسة وتحليل المعالجات المعمارية المستخدمة لتقليل الكسب الحراري في المناطق الصحراوية-دراسة حالة مدينة غدامس، المؤتمر الهندسي الثاني لنقابة المهن الهندسية بالزاوية.

[3]- [3] علاء الدين ابوزيد (2019)، "السمات المشتركة لعمارة الصحراء الكبري والمدخل البيئي للتصميم في المناطق الحارة الجافة"، مجلة جامعة الازهر، العدد 14(33).

[4]- [4] تقرير اللجنة الاقتصادية الاجتماعية (اسكوا) Elscwa (2018)، .استدامة الطاقة في قطاع المباني في المنطقة العربية، Elscwa limited .

[5]- [5] مريم بن شيخة (2019)، دراسة ومقارنة بين كفاءة الاداء الحراري لروزنة المساكن الفردي العتيق والحديث، دراسة حالة-مدينة بسكرة، اطروحة دكتوراة في الهندسة المعمارية، جامعة بسكرة. بحث غير منشور.

[6]- [6] احمد فكري، احمد احمد، محمد ابو الليل و محمد كريم (2017),"العناصر المعمارية للتحكم بالتهوية الطبيعية"، مجلة جامعة الأزهر 12(44).

[7]- [7] محمد عبد الله عبد الله (2016)، الانشاء المعماري، عالم الكتب، القاهرة.

[8]- [8] Al-Ajwad, A., Bilfageh, O., Miskeen, M. B., & Sharief, M.W. (2020). Sustainable Architecture Using Solar Cells in Libya. *Journal of Pure & Applied Sciences*, *19*(5), 147-158.