بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعولم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

أثر التصميم المناخي علي تحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين

دراسة حالة (بعض المباني الإدارية بمدينة الخرطوم)

Effect of Climatic Design on the Thermal Comfort of Users

Case study: (Some Administrative Buildings in Khartoum City)

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير فى العمارة (خدمات المبانى)

إعداد:

آرام عبد العزيز السنى عباس

إشراف:

أ.د: سعود صادق حسن

٢٠١٩م

الآية الكريمة

بِسْـمِ اللَّـهِ الرَّحْمَـٰنِ الرَّحِيمِ

قال الله تعالى :

﴿ قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم ﴾

صدق الله العظيم

سورة البقرة ...الآية(٣٢).

الإهـــداء

إلى روح أبى الحبيب...

من كان يحس بالامى واحزانى.. ويفرح لفرحى ونجاحاتى.. و يسعى دوماً لتقدمي..... مثلى الاعلى واغلى مافى حياتى.

إلى امى الغالية ...

يا سر سعادتى .. ياشريان حياتى ... يانور دربى ...يا رمز العطاء و الحب ..... فلكى كل الحب ودوام الصحة والعافية.

إلى اخوتى الاعزاء ...

يا سندى ويا عزوتى .. يامن دمكم يجرى فى دمى.. يامفخرتى فى دنيتى ..... اتمنى لكم كل التوفيق و النجاح.

إلى كل رفيقاتى واهلي ...

يامن وقفوا معى... وكانو سواندى فى محنى .....لهم التحية والتقدير.

إلى كل ...

من يسعون قدما نحو التفوق و النجاح... ولايرضون الا بالامتياز... ولا يستسلمون مهما كان الصعاب.

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين وأصلى واسلم علي أشرف الانبياء والمرسلين سيدنا محمد وعلي آله وصحبه اجمعين، الشكر أولاً وأخيراً لله سبحانه وتعالى الذي وفقني لإكمال هذا العمل فله الشكر في المبتدأ و في المنتهى.

وأشكر كل من ساعدني ليخرج هذا البحث بهذه الصورة وخالص شكري وتقديري واحترامي أ.د/ سعـود صادق حسـن لما قدمه لي من نصح وتوجيه ومراجعة لهذا البحث، وكما أقدم تقديري و شكري إلى كل أساتذتي بكلية العمارة والتخطيط لتقديم المساعدة والدعم.

كما أتوجه بالشكر لكل من قدم لي يد العون وزودني بالمعلومات اللازمة لإتمام هذا البحث و أخص بالذكر المهندسين بالهيئة القومية للإتصالات والمعلومات، و المهندسين بشركة النيل الكبري لعمليات البترول.

الشكر كل الشكر لوالدي فهما نبراسي في الحياة ولولاهما لما كنت هنا. والشكر موصول لكل من ساهم برأيه وفكره إلى كل من أظهر مشاعره الطيبة ولم يرد اسمه فأسأله العفو وله العتبى حتى يرضى.

ختاماً أسأل الله العلي القدير أن يكون هذا العمل علماً ينتفع به.

المستخلص

يعتبر المناخ في المناطق المدارية ذو طبيعة قاسية تؤثرعلي الإنسان الذى يصعب علي جسمه التاقلم معها، لذلك يعد تطبيق مفهوم التصميم المناخي من العناصر الهامة في عمارة المناخ الحار الجاف لانه يعمل علي تحقيق الراحة الحرارية لمستعملين المبني من خلال حماية المبني من عناصر المناخ المختلفة. ويهدف البحث إلى إيضاح أهمية دور التصميم المناخي والمحاولة للوصول إلي معايير لتصميم المباني في المناطق الحارة الجافة لتحقيق الراحة الحرارية بها، والحد من والإعتماد الكلي على إستخدام الوسائل الميكانيكية لتبريد المباني والتي لجأ اليها كثير من المعماريين مؤخراً، نتيجة إلى إستخدام الأساليب والمواد التى لا تتناسب مع المناخ السائد في مدينة الخرطوم.

إنطلق البحث من الفرضية التي مفادها أن عدم تحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين في المباني الإدراية ناتج عن عدم الإهتمام بتطبيق معايير التصميم المناخي، وبالتالي يؤدي ذلك إلي زيادة كبيرة في إستهلاك الطاقة الكهربائية لتبريد هذه المباني للوصول للراحة الحرارية داخل الفراغات.

وللتحقق من فرضية البحث تم إعتماد المنهج الوصفي التحليلي، حيث تم اولاً دراسة المناخ وعوامله وتأثيراتها على المركبات البنائية المختلفة. ومن ثم تم تناول مفاهيم التصميم المناخي فى المناطق الحارة الجافة وأهم أهدافه، والمشاكل التي تواجهه، والمعايير والاسس التصميمية التى يجب وضعها فى الاعتبار عند قيام بالعملية التصميمية. كما تطرقت الدراسة إلي عرض مفهوم الغلاف الخارجي للمبنى وعناصره وتأثير المناخ عليها وعرض أهم الحلول و المعالجات المناخية المعمارية لهذه العناصر للتقليل من الكسب الحراري. ثم ثانياً اعتمد البحث المنهج التحليلي للحالات الدراسية حيث وضعت معايير تم من خلالها إختيار ثلاثة نماذج لمباني إدارية في مدينة الخرطوم، وبناءاً على المعلومات النظرية و أسس ومعايير التصميم المناخي التي تم عرضها تم دراسة وتحليل هذه النماذج لمعرفة مدى مطابقتها أو انحرافها عن هذه المعايير.

لقد كشفت نتائج البحث عن صحة الفرضيات التي إنطلق منها البحث، وتم التوصل الى عدد من النتائج تمثلت في التوجيه الصحيح للمبنى وتشكيله، والتقليل من مساحة الزجاج بالواجهات وإستخدام الزجاج المعالج، والإعتماد علي التهوية الطبيعية للفراغات، وضرورة إستخدام كاسرات ووسائل تظليل، بالاضافة إلي الإهتمام بإختيار مواد البناء الأكثر ملائمة للمناخ السائد، فإن كل ما سبق يلعب دوراً مهماً في التقليل من الاحمال الحرارية التي يتعرض لها المبني فيؤدي إلي تحقيق الراحة الحرارية به، وبالتالي التقليل من الإعتماد علي إستخدام الوسائل الميكانيكية لتبريده. وخلص البحث الى عدة توصيات كالحوجة لتكثيف الجهود لنشرالوعي باهمية التصميم المناخي للحد من استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة لاغراض التبريد وتوفيرالطاقة، تحسين الأداء الحراري للمبني دون التضحية بالنواحى الجمالية، وكذلك إنشاء عمارة محلية مميزة تجمع بين الأصالة والمعاصرة وتقلل إستهلاك الطاقة والأثر البيئى وتتوحد مع النسيج العمرانى.

Abstract

The climate in tropical regions is a harsh nature that effects on human which is difficult to cope with body, so the climate concept design application is one of the important elements in building on the dry hot climate because it works to achieve thermal comfort of building users by protecting the building from the various elements of climate. the research aims to Clarify the importance of climate design role and try to reach the standards for buildings design in tropical dry to achieve thermal comfort, and the reduction of total reliance on using mechanical devices for cooling buildings which used by many architects lately, as a result of the use of methods and materials that are not commensurate with the prevailing climate in Khartoum.

The research hypothesis states that the lack of thermal comfort for users of administrative buildings results from the lack of interest in the application of climate design criteria, and thus leads to a significant increase in electricity consumption for cooling these buildings to achieve thermal comfort inside the blanks.

The research then investigates the hypothesis using an analytical descriptive approach, where firstly study the climate and its factors impacts on the various building vehicles. The study show the Concepts of climate design in the dry tropical and most of its objectives, the problems encountered, and the standards that should be considered in the design process. The study also presented the concept of the outer shell of the building and its elements and the impact of climate on it, The presentation of the most important architectural solutions and treatments for these elements and their role in reducing thermal gain inside the building and access to thermal comfort. Then secondly the search adopted analytical approach to etude cases study, where the study has established criteria which select through it three models of administrative buildings in Khartoum. and based on the theoretical information and the principles and criteria of climate design which was presented, these models have been studied and analyzed to determine whether they conform to or deviate from these standards.

Search results have revealed about the validity of hypotheses from which the research originated, a number of the conclusions reached was the correct orientation of the building and assortment, and minimize the area of the glass facades and glass Wizard, and relying on natural ventilation of spaces, and the need to use breakers and means of shading ,Plus the attention of selecting building materials which are most appropriate to the prevailing climate, all the above plays an important role in reducing thermal loads which affecting the building leads to achieve thermal comfort, and reduce the reliance of using mechanical Devices to cool it. The research concluded that several recommendations like needed to intensify efforts for spreading the knowledge of the importance of climate design to reduce electricity consumption which used for cooling Purposes, improving the thermal performance of the building without sacrificing aesthetic, as well as creating a distinctive local architecture combines originality And reduce energy consumption and environmental impact and unite with the urban fabric.

قائمة المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	الآية	أ
	الإهداء	ب
	الشكر والتقدير	ج
	المستخلص	د
	قائمة المحتويات	و
	قائمة الاشكال	ي
	قائمة الجداول	م
الفصل الاول	**مقدمـــــة**	
١-١	تمهيد	١
١-٢	مشكلة البحـث	٢
١-٣	أهمية البحـث	٢
١-٤	أهداف البحث	٣
١-٥	فرضيات البحث	٣
١-٦	منهجية البحث	٤
١-٧	حدود البحـث	٤
الفصل الثانى	**المناخ والراحة الحرارية في المناطق الحارة**	
٢-١	مقـــدمة	٥
٢-٢	الطقس والمناخ	٥
٢-٣	خصائص المناخ الحار الجاف	٦
٢-٤	عناصـــر المنـــاخ	٦
٢-٤-١	الاشعاع الشمسى	٦
٢-٤-٢	درجـــة الحـــرارة	٧
٢-٤-٣	الريـــاح	٧
٢-٤-٤	الرطوبة	٨
٢-٤-٥	التســـاقط	٨
٢-٥	الأداء الحراري والراحة الحرارية	٨
٢-٥-١	الراحة الحرارية	٨
٢-٥-٢	العوامل المؤثرة في الراحة الحرارية	٩
٢-٥-٣	التمثيل البياني للراحة الحرارية	١١

٢-٥-٤	خريطة الراحة الحرارية لفيكتور أولجاي	١١
٦-٢	الخلاصـــــــة	١٢

الفصل الثالث	التصميم المناخى	
١-٣	مقـــدمة	١٣
٢-٣	مفهوم واهداف التصمم المناخي	١٣
٣-٣	تعريف التصميم المناخى وأهدافه	١٤
٤-٣	المساهمون في عملية التصميم المناخي	١٥
٥-٣	المشـاكل التى تواجه التصمـيم المناخي	١٥
٦-٣	حلول المشاكل في عملية التصميم المناخي	١٧
٧-٣	تكاليف المعالجات والحلول المناخية	١٧
٨-٣	التكامل بين المعالجات المعمارية و الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية داخل المبنى	١٩
٩-٣	الطرق المتاحة للمصمم لتقييم تصميمه	٢٠
١٠-٣	التصميم المناخي بمساعدة الحاسب الآلي	٢٠
١-١٠-٣	مميزات إستعمال التصميم المناخي بمساعدة الحاسب الآلي	٢٣
٢-١٠-٣	مشاكل تواجه إستعمال التصميم المناخي بمساعدة الحاسب الآلي	٢٣
١١-٣	الخلاصـــــة	٢٤

الفصل الرابع	الغلاف الخـــارجى للمبنـــى	
١-٤	مقـــدمة	٢٥
٢-٤	مفهوم الغلاف الخارجي	٢٥
٣-٤	المعالجات المناخية المعمارية للمباني في المناطق الحارة الجافة	٢٥
١-٣-٤	توجيه المبني	٢٥
٢-٣-٤	تشكيل كتلة المبني	٢٦
٤-٤	عناصر الغلاف الخارجى للمبنى	٢٧
٥-٤	الاسقف	٢٧
١-٥-٤	المعالجات المناخية للاسقف	٢٨
٦-٤	الحوائط	٢٩
١-٦-٤	السعة الحرارية لمواد البناء	٢٩
٢-٦-٤	خواص مواد البناء في المناطق الحارة الجافة	٣٠
٣-٦-٤	معالجات الحوائط	٣١
٧-٤	الفتحات الخارجية	٣٢
٨-٤	تصميم الفتحات الخارجية	٣٢

٤-٩	معالجات الفتحات	٣٥
٤-٩-١	جوانب فتحة النافذة	٣٥
٤-٩-٢	نوع مادة الزجاج للنافذه	٣٥
٤-٩-٣	إستخدام كاسرات الشمس	٣٦
٤-٩-٤	المشربيات / المخرمات	٣٧
٤-٩-٥	أستعمال النوافذ الذكية وأثرها على تقليل الإكتساب الحراري	٣٨
٤-١٠	وسائل تخفيف الأحمال الحرارية عن المبنى	٣٩
٤-١١	نمـاذج عالمية	٤٠
٤-١٢	الخـلاصـة	٤٦
الفصل الخامس	**عرض وتحليل الحالات الدراسية**	
٥-١	مقـــدمة	٤٨
٥-٢	خلفية تايخية عن مدينة الخرطوم	٤٨
٥-٣	تطور مدينة الخرطوم معمارياً	٤٨
٥-٤	جغرافيا الخرطوم	٤٩
٥-٥	دراسة الخصائص المناخية لمدينة الخرطوم	٤٩
٥-٥-١	الحرارة	٤٩
٥-٥-٢	سطوع الشمس والإشعاع الشمسي	٥٠
٥-٥-٣	الريـــاح	٥٠
٥-٥-٤	الهطول (التساقط)	٥٠
٥-٥-٥	لرطوبة النسبية	٥٠
٥-٦	التمثيل البياني للمعطيات المناخية لدراسة الراحة الحرارية لمدينة الخرطوم	٥١
٥-٧	أسباب أختيار المباني الإدارية حالات للدارسة	٥٢
٥-٨	أسباب إختيار مدينة الخرطوم منطقة الدراسة	٥٢
٥-٩	نماذج لعدد من المباني الادارية في مدينة الخرطوم	٥٢
٥-١٠	أسس إختيار النماذج المدروسة	٥٣
٥-١١	نماذج المبانى التى تم إختيارها	٥٥
٥-١٢	طرق عرض معلومات الحالة الدراسية	٥٥
٥-١٣	منهجية تحليل معلومات الحالة الدراسية	٥٥
٥-١٤	معايير تحليل الحالات الدراسية	٥٥
٥-١٥	الحالة الدارسية الأولي : مبنى شركة النيل الكبري لعميات البترول	٥٧
٥-١٥-١	نبذة تعريفية عن المبنى	٥٧

٥-١٥-٢	وظائف المبنى	٥٧
٥-١٥-٣	الوصف المعماري	٥٨
٥-١٥-٤	تحليل المبنى	٦٠
٥-١٥-٥	خلاصة الحالة الدراسية الاولي	٦٤
٥-١٦	الحالة الدارسية الثانية برج الهيئة القومية للاتصالات	٦٥
٥-١٦-١	نبذة تعريفية عن المبنى	٦٥
٥-١٦-٢	وظائف المبنى	٦٦
٥-١٦-٣	الوصف المعماري	٦٦
٥-١٤-٤	تحليل المبنى	٦٩
٥-١٦-٥	خلاصة الحالة الدراسية الثانية	٧٥
٥-١٧	الحالة الدارسية الثالثة ابراج واحة الخرطوم الادارية	٧٦
٥-١٧-١	نبذة تعريفية عن المبنى	٧٦
٥-١٧-٢	وظائف المبنى	٧٦
٥-١٧-٣	الوصف المعماري	٧٧
٥-١٧-٤	تحليل المبنى	٧٨
٥-١٧-٥	خلاصة الحالة الدراسية الثالثة	٨٣
٥-١٨	مقارنة وتقييم حالات الدراسة	٨٤
٥-١٩	الخلاصـــة	٨٥
الفصل السادس	**الخلاصـات والتوصيـات**	
٦-١	مقـــدمة	٨٧
٦-٢	الخلاصات	٨٧
٦-٣	التوصيات	٨٩
المراجع		٩٢

قائمة الاشكال

التسلسل	الموضوع	الصفحة
شكل (٢-١)	يوضح تقسيم المناطق المناخية بالعالم	٥
شكل (٢-٢)	تأثير المباني على حركة الرياح وتكوين مناطق الضغوط السالبة والموجبة	٨
شكل (٢-٣)	العوامل المناخية المختلفة المؤثرة علي الراحة الحرارية للإنسان	٩
شكل (٢-٤)	حدود منطقة الراحة الحرارية تبعاً لخريطة الراحة لفيكتور أولجياي	١٠
شكل (٣-١)	تسلسل الدراسات البيئية وعلاقتها بكل مرحلة من مراحل تصميم المبنى	١٣
شكل (٣-٢)	بنود التكلفة الأساسية لإى مبنى	١٦
شكل (٤-١)	يوضح التوجيه الامثل للمباني في المناطق الحارة الجافة	٢٦
شكل (٤-٢)	تأثير شكل المبني علي كمية الظلال الساقطة	٢٧
شكل (٤-٣)	الانتقال الحرارى عبر الغلاف الخارجى للمبنى	٢٧
شكل (٤-٤)	أمثلة معالجات الأسقف لتجنب الأحمال الحرارية الزائدة.	٢٩
شكل (٤-٥)	التبادل الحراري بين البيئة الخارجية والفراغات الداخلية من خلال الحوائط.	٢٩
شكل (٤-٦)	تأثير تغيير سمك الحوائط على درجات الحرارة الداخلية (الفترة الباردة والحارة من السنة)	٣١
شكل (٤-٧)	معالجات الحوائط لتقليل الحمل الحرارى الزائد.	٣١
شكل (٤-٨)	كميات الإشعاع الشمسي الساقطة على عناصر المبنى المختلفة	٣٢
شكل (٤-٩)	العلاقة ما بين منسوب النافذة وحركة الرياح داخل الفراغ.	٣٤
شكل (٤-١٠)	يوضح أنواع كاسرات الشمس	٣٧
شكل (٤-١١)	استخدام وسائل الاظلال من المشربيات والمخرمات على الواجهة	٣٨
شكل (٤-١٢)	يوضح استخدمات النوافذ الذكية	٣٨
شكل (٤-١٣)	تاثير المسطحات الخضراء،مسطحات المياه،زراعة الاشجار علي تقليل الاحمال الحرارية	٣٩
شكل (٤-١٤)	يوضح شكل المبني الخارجي لمنارة مسيناجا	٤٠
شكل (٤-١٥)	المخططات المعمارية لمشروع منارة مزنياكا.	٤١
شكل (٤-١٦)	يوضح توظيف الكاسرات والمظلات للسيطرة على الاشعاع الشمسي	٤١
شكل (٤-١٧)	كيفية التعامل مع سقف المبنى	٤٢
شكل (٤-١٨)	يوضح الفكر التصميمي (شكل المبني المصطبات والنباتات، التوجيه، التظليل والتزجيج).	٤٢
شكل (٤-١٩)	الشكل الخارجي لمباني مدينة مصدر	٤٢
شكل (٤-٢٠)	يوضح مباني السكن والمعمل وابراج الرياح	٤٣
شكل (٤-٢١)	يوضح المخططات المعمارية لمباني مدينة مصدر	٤٣
شكل (٤-٢٢)	يوضح أستخدام المشربيات في الواجهات	٤٤

شكل (٤-٢٣)	يوضح تظليل مساكن المعهد ومختبراته المباني المجاورة وشوارع المشاة	٤٤
شكل (٤-٢٤)	يوضح المخططات المعمارية لمبني شركة سيمنز	٤٥
شكل (٤-٢٥)	يوضح حركة الهواء بين الفتحات وتكوين كاسرات الشمس	٤٥
شكل (٤-٢٦)	يوضح كاسرات الشمس من زعانف الالمونيوم	٤٦
شكل (٤-٢٧)	يوضح يوضح واجهات المبني وفتحات التهوية في الدور الارضي	٤٦
شكل (٥-١)	يوضح منطقة الدراسة	٤٨
شكل (٥-٢)	معدل درجات الحرارة لمدينة الخرطوم للسنوات	٤٩
شكل (٥-٣)	النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس خلال العام فى الخرطوم	٥٠
شكل (٥-٤)	الرياح السائدة وقوتها، ومعدلات الامطار الشهرية في ولاية الخرطوم للسنوات	٥١
شكل (٥-٥)	معدلات الرطوبة الشهرية فى ولاية الخرطوم للسنوات	٥١
شكل (٥-٦)	التمثيل البياني جدول التحليل الحراري للمعطيات المناخية لدراسة في الخرطوم	٥١
شكل (٥-٧)	يوضح المباني الادارية في مدينة الخرطوم	٥٣
شكل (٥-٨)	يوضح موقع مبنى شركة النيل الكبري لعميات البترول	٥٧
شكل (٥-٩)	يوضح المسقط الافقي لدور الارضي للبرج و المبني الاضافي	٥٨
شكل (٥-١٠)	يوضح المسقط الافقي لدور الميزانين للبرج+ الدور الاول للمبني الاضافي	٥٩
شكل (٥-١١)	يوضح تدرج طوابق البرج	٥٩
شكل (٥-١٢)	يوضح المساقط الافقية لطوابق البرج	٦٠
شكل (٥-١٣)	يوضح الهيكل الانشائي للمبني	٦١
شكل (٥-١٤)	يوضح الحوائط الستائرية المستخدمة في الواجهات	٦٢
شكل (٥-١٥)	يوضح شكل ونوع الفتحات المستخدمة وإستخدام سائر للتظليل	٦٣
شكل (٥-١٦)	يوضح استخدام المسطحات الخضراء أمام المدخل الرئيسي	٦٣
شكل (٥-١٧)	يوضح موقع برج الهيئة القومية للاتصالات	٦٥
شكل (٥-١٨)	المسقط الافقية للطابق الارضي لبرج الاتصالات	٦٧
شكل (٥-١٩)	المساقط الافقية للبرج	٦٨
شكل (٥-٢٠)	يوضح تفاصيل سقف البرج وفتحات التهوية به	٧٠
شكل (٥-٢١)	يوضح شكل سقف الكفتريا وقاعة المؤتمرات	٧٠
شكل (٥-٢٢)	تفاصيل الحوائط الخرسانية تم تكسيتها بالواح الالمونيوم	٧١
شكل (٥-٢٣)	يوضح زجاج الواجهة الغربية به الواح طاقة شمسية	٧١
شكل (٥-٢٤)	يوضح الواجهة الشمالية والشرقية لبرج هيئة الاتصالات	٧٢
شكل (٥-٢٥)	يوضح المدخل الرئيسي والمظلة والبروزات في الواجهة الشرقية	٧٢
شكل (٥-٢٦)	يوضح الواجهة الغربية والجنوبية لبرج هيئة الاتصالات	٧٣
شكل (٥-٢٧)	يوضح المداخل والفتحات لبرج هيئة الاتصالات	٧٣
شكل (٥-٢٨)	يوضح المسطحات الخضراء بالجهة الشرقية	٧٤
شكل (٥-٢٩)	يوضح موقع ابراج واحة الخرطوم	٧٦
شكل (٥-٣٠)	يوضح المسقط الافقي لدور الارضي للمبني	٧٧

شكل (٥-٣١) يوضح المسقط الافقي لدور الاول والثاني للمبني ٧٧
شكل (٥-٣٢) يوضح المسقط الافقي لدور ٣-١٤ للابراج ٧٨
شكل (٥-٣٣) يوضح المسقط الافقي للابراج الادارية ومنطقة الخدمات بالوسط (٣-١٤ دور) ٧٨
شكل (٥-٣٤) يوضح إظلال بالكتل لبعضها في الواجهات ٧٩
شكل (٥-٣٥) يوضح الهيكل الانشائي للمبني ٧٩
شكل (٥-٣٦) يوضح جميع واجهات البرج الاداري ٨٠
شكل (٥-٣٧) يوضح المعالجات للنوافذ باستخدام الزجاج المذدوج ٨١
شكل (٥-٣٨) يوضح استخدام احجار الجرانيت لتجليد الحوائط الخارجية للمبني ٨١
شكل (٥-٣٩) يوضح شكل ونوع الفتحات المستخدمة ٨١
شكل (٥-٤٠) يوضح نوع الاشجار المستخدمة و المسطحات الخضراء ٨٢
شكل (٥-٤١) يوضح استخدام المسطحات المائية وتشطيبات الارضيات الخارجية ٨٢
شكل (٥-٢٦) يوضح الواجهة الغربية والجنوبية لبرج هيئة الاتصالات ٧٣
شكل (٥-٢٧) يوضح المداخل والفتحات لبرج هيئة الاتصالات ٧٣
شكل (٥-٢٨) يوضح المسطحات الخضراء بالجهة الشرقية ٧٤
شكل (٥-٢٩) يوضح موقع ابراج واحة الخرطوم ٧٦
شكل (٥-٣٠) يوضح المسقط الافقي لدور الارضي للمبني ٧٧
شكل (٥-٣١) يوضح المسقط الافقي لدور الاول والثاني للمبني ٧٧
شكل (٥-٣٢) يوضح المسقط الافقي لدور ٣-١٤ للابراج ٧٨
شكل (٥-٣٣) يوضح المسقط الافقي للابراج الادارية ومنطقة الخدمات بالوسط (٣-١٤ دور) ٧٨
شكل (٥-٣٤) يوضح إظلال بالكتل لبعضها في الواجهات ٧٩
شكل (٥-٣٥) يوضح الهيكل الانشائي للمبني ٧٩
شكل (٥-٣٦) يوضح جميع واجهات البرج الاداري ٨٠
شكل (٥-٣٧) يوضح المعالجات للنوافذ باستخدام الزجاج المذدوج ٨١
شكل (٥-٣٨) يوضح استخدام احجار الجرانيت لتجليد الحوائط الخارجية للمبني ٨١
شكل (٥-٣٩) يوضح شكل ونوع الفتحات المستخدمة ٨١
شكل (٥-٤٠) يوضح نوع الاشجار المستخدمة و المسطحات الخضراء ٨٢
شكل (٥-٤١) يوضح استخدام المسطحات المائية وتشطيبات الارضيات الخارجية ٨٢

قائمة الجداول

التسلسل	الموضوع	الصفحة
جدول (٢-١)	العلاقة بين سرعة الرياح و احساس الانسان بتأثرها	١٠
جدول (٣-١)	تحليل مبسط لبنود تكلفة الحلول المناخية والميكانيكية	١٧
جدول (٣-٢)	الفارق بين التصميم المناخى التقليدى، وبين العمل بمساعدة الحاسب الآلى	٢١
جدول (٤-١)	العلاقة بين سمك مادة البناء وزمن إنتقال الحرارة خلالها	٣٠
جدول (٤-٢)	العلاقة ما بين وضع النوافذ في المسقط الافقي وإتجاه حركة الرياح داخل الفراغ	٣٣
جدول (٤-٣)	متوسط معامل انعكاس وامتصاص وانتقال الإشعاع الشمسي لأنواع المختلفة للزجاج.	٣٦
جدول (٤-٤)	معامل انتقال الأنواع المختلفة للزجاج سواء كان مفرداً أو مزدوجاً	٣٦
جدول (٥-١)	يوضح أسس إختيار الحالات الدراسية	٥٤
جدول (٥-٢)	يوضح وظائف المبنى النيل الكبري لعميات البترول	٥٧
جدول (٥-٣)	يوضح كمية الاستهلاك الكهربائي للمبني النيل الكبري، واعلي شهور للاستهلاك خلال عام ٢٠١٧م	٦٤
جدول (٥-٤)	يوضح وظائف المبنى هيئة الاتصالات	٦٦
جدول (٥-٥)	يوضح كمية الاستهلاك الكهربائي للمبني هيئة الاتصالات في شهور الصيف والشتاء خلال عام ٢٠١٧م	٧٥
جدول (٥-٦)	يوضح وظائف لابراج واحة الخرطوم الإدراية	٧٦
جدول (٥-٧)	يوضح كمية الاستهلاك الكهربائي لابراج واحة الخرطوم الإدراية، واعلي شهور للاستهلاك خلال عام ٢٠١٧م	٨٣
جدول (٥-٨)	يوضح التقييم والمقارنة بين حالات الدراسة	٨٤

الفصل الأول

المـقدمـة

١-١ تمهيـــــد

شهدت البشرية منذ بداية الخليقة على محاولة الانسان للاعداد المجال الذى يوفر له الحماية ، ويندرج تحت كلمة الحماية كل ما تعني من حماية للانسان من أية اخطار محيطة به، من الظروف الخارجية والمناخية المتبدلة لخلق البيئة الملائمة له لتأدية كافة النشاطات الممتنوعة . فظهرت فكرة المأوى حيث كانت فى قديم الزمان أساسها الحماية من الحيوانات المفتنرسة والعوامل المناخية القاسية التى لا يستطيع الانسان التعايش معها، وتطورت فكرة المأوى عبر العصور من خلال إستخدام مواد البناء المتاحة طبيعياً وإستخدام أساليب بسيطة فى البناء حتى عصرنا الحالى والذى ظهرت فيه المبانى ليست كمأوى فقط ولكن اصحبت هنالك المبانى النوعية الوظيفية. فبعد أن كان المأوى عبارة عن كهف فى الجبل، اصبح هناك المبانى من مواد الإنشاء والتشطيبات الحديثة والتى اكتشفت وتطورت عبر الزمن حتى اصبح فى إمكان المالك أو المصمم أن يقوم بانهاء المبنى بالصورة التى يتخيلها.

مع التطور التكنولوجى والانشائى فى العالم ساهم ذلك فى تطور الإنشاء بالعمارة وتطور المساحات و التحرر من الأشكال التقليدية، فعلى سبيل المثال تطورت أساليب ومعالجات و تشطيب الواجهات الخارجية مروراً بعدة مراحل حتى أصبحت فى وقتنا الحالى تنفذ كلها وخاصة المبانى الادارية من مسطحات الزجاج فقط بدون استخدام اية مبانى بالواجهة.

ومع هذا التطور وازدياد الحاجة المادية والاهتمام بتحقيق الربح المادى فقط، فلقد اهملت النواحى الانسانسة لمستعملى هذه الفراغات وخاصة النواحى المناخية، فاصبحت المبانى تمثل عبئاً حرارايا على المستعمل الى الحد الذى تطلب معه إستخدام الوسائل التكنولوجية لتعويض عدم تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة ، الامر الذى أدى الى ازدياد تكلفة تشغيل المبانى من الناحية التكنولوجية والميكانيكية وبالتالى زيادة فى معدلات استهلاك الطاقة ، حيث يستهلك قطاع الانشاءات حوالى ١٥% من اجمالى الطاقة فى البلدان النامية. مما جعل المبانى تمثل عبئاً اقتصادياً فى الوقت الذى اصبحت فيه المادة هى المسيطرة على فكرة وحضارة الامم.

والسودان كغيره من الدول التى شهدت نمواً عمرانياً حيث أدى هذا النمو العمرانى المتزايد الى ظهور تصاميم معمارية أفتقدت الى التقاليد والأعراف التى كانت تحكم العمارة التقليدية والتى ظلت لفترة طويلة متلائمة مع احوال المناخ المحلى الحار الجاف وملبية لرحة الانسان الحرارية بالرغم من عدم توفر الطاقة الكهربائية بشكل كبير فى لك الوقت.

ونلحض مما سبق الحوجة الى معالجة ما ادى الى ظهور هذا النمط من المبانى وعدم تفاعله مع المناخ المحلى فى السودان بالتالى عدم تحقيقه للراحة الحرارية ، ويعرف التصميم المعماري الذي يعالج خصائص العناصر المناخية و يتفاعل معها لتحقيق الراحة الحرارية و يساعد على ترشيد استهلاك الطاقة في المباني بالتصميم المناخي ، وإن معظم أساليب التصميم المناخي قليلة التكللفة

وتعتمد على مقدرة المعماري في فهم هذه الاساليب و من ثم اختيار الحلول التصميمة المناسبة، وذلك من خلال إستخدام التوجه الصحيح للمبنى واختيار الالوان المناسبة للغلاف الخارجى وتوزريع الفتحات ومساحتها ومعالجتها وعزل الحوائط والاسقف الخارجية وكل ما يساعد على تقليل تاثير الحرارة العالية على المبانى .

١-٢ مشكلـــــة البحـــث

مع تطور العمارة وارتباطها بتطور النظريات التكنولوجية والانشائية ظهرت مشكلة عدم توافق أساليب البناء المتبعة فى السودان مع المناخ المحلى (خاصة بمدينة الخرطوم) مما أدى الى عدم تحقيق الراحة الحرارية . وعليه سيتم طرح بعض التساؤلات عن أسباب المشكلة ومحاولة التوصل الي اكثرها شيوعاً .

- هل سيطرة التصميمات المعمارية الغربية على العمارة المحلية بالرغم من عدم ملائمتها للظروف المناخية والبيئية السودانية و تجاهل العمارة البيئية التى تطبق التقنية هي من اسباب عدم تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الدارية في ولاية الخرطوم؟
- هل نقص الوعى المناخي فى مجال تحقيق الراحة الحرارية بالوسائل الطبيعية للمبانى فى السودان هي من اسباب عدم تحقيق الراحة الحرارية ؟
- هل عدم التوصل إلى منهج تصميمى حرارى لواجهات المبانى مواكباً للفكر المعمارى المعاصر من اسباب عدم تحقيق الراحة الحرارية ؟
- هل عدم توفر التخصص المعمارى المناخي الذى يقدم حلولاً معمارية لها علاقة بالهندسة الميكانيكية تعمل على إستخدام الاضاءة والتهوية بكفاءة عالية للوصول إلى مبانى ذكية، من اسباب عدم تحقيق الراحة الحرارية ؟
- هل الإفتقار إلى إستخدام وسائل حديثة للتحليل الحرارى لواجهات المبانى من خلال إستخدام برامج الحاسب الآلى التى تختص بتحليل الاضاءة الطبيعية ودرحات الحرارة فى جميع مراحل التصميم المختلفة وإستخدام تقنية الفراغ Cyber space اغلتى تعتمد على الدمج ما بين الإبداع التصميمى وإستخدام التقنية الحديثة، من اسباب عدم تحقيق الراحة الحرارية ؟

١-٣ أهمـــــية البحـــث

تتعدد مجالات اهمية هذا البحث من تصميمية وإنشائية وإقتصادية وإنتاجية وتقنية ، وفيما يلى شرحاً لكل منها:

أ- **أهمية معمارية:** التوصل الى تصميم مبنى يحقق الابداع المعمارى والتشكيل الهندسى المبتكر للتحرر من القيود التصميمية والقوالب التقليدية مع تحقيق الراحة الحرارية للفرد داخل المبنى.

ب- **أهمية بيئية:** وتكون بالاعتماد على المصادر الطبيعية النظيفة فى تحقيق الراحة الحرارية داخل المبنى (من درجة حرارة مناسبة – تهوية- إضاءة) يساعد على الحد من التلوث بإستخدام مصدر للطاقة دائم ومتجدد ونظيف.

ج- **أهمية تقنية:** فى إستخدام خامات ومواد البناء الذكى فى المبنى وتطبيق برامج الكمبيوتر المتطورة والمتخصصة فى حساب الاحمال الحرارية المناسبة.

ح- **أهمية إقتصادية**:يعتبر تحقيق الراحة الحرارية الطبيعية بالمبانى من ارخص المصادر، حيث

أن الاعتماد كلياً على الإضاءة الصناعية واجهزة التكييف يزيد من استهلالك الطاقة الكهربائية و بالتالى ارتفاع تكلفة تنشغيل المبنى وزيادة التكلفة النهائية للعمل وعليه فان إستخدام نموذج تصميمى حديث ومتطور لواجهات المبانى يمكن ان يحقق الراحة الحرراية للفرد بالوسائل الطبيعية وبالتالى الاقتصاد فى التشغيل ومن ثم ترشيد الطاقة الكهرائية فى السودان.

١-٤ أهـــــداف البحـــث

يهدف البحث الى تحقيق الراحة الحرارية داخل المبنى الإدارية على مدار العام عن طريق تطبيق مفاهيم التصميم المناخي من توجيه وتشكيل للمبني وطرق إنشاء وتزجيج عناصر معمارية للتظليل بها وإستخدام الالوان المناسبة والفتحات والتطور التقنى لمواد البناء و...الخ لتحسين مستوى الاداء الحرارى ، ويتحقق ذلك من خلال تفعيل عدة اهداف متتالية:

- تطوير تصاميم وواجهات المبانى من وجهة النظر الحرارية فى السودان والعالم للإستفادة من الخبرات السابقة فى هذا المجال بغرض تطوير السلوك الحرارى للمبانى بالمناطق الحارة الجافة، ويتحقق ذلك عن طريق الوصول الى تصميم معمارى يحقق الراحة الحرارية على مدار العام باستخدام وسائل التصميم السالبة مع التاكيد على اهمية الوسائل الايجابية بشرط ترشيد استهلاكها.
- تحليل نتائج الدراسات السابقة العالمية والمحلية فى مجال الاداء الحرارى للمبانى من خلال تصنيف علمى ملائم لتحديد اهم العناصر التصميمية للواجهات والمؤثرة على الاداء الحرارى لها.
- الوصول الى مواد بناء ذات كفاءة عالية من الناحية التصميمية الحرارية والااقتصداية.
- تحليل الانماط بالمعمارية لوجهات المبانى واستنتاج الاداء الحرارى لها.
- تشجيع المعمارى السودانى على اتباع فكر تصميمى حديث مواكباً للفكر المعمارى العالمى والذى يعتمد على التحرر من جميع القيود التصميمية لخلق تصميم معمارى جديد يعمل على تلبية مختلف الرغبات مع الحفاظ على البيئة واستخدام اساليب إنشائية وتقنية مبتكرة تتلائم مع البيئة فى السودان.
- المساهمة فى زيادة ناتج العمل كماُ ونوعاً و زمناً ، نتيجة لتأثير الايجابى للراحة الحرارية على حالة الفرد الصحية والنفسية والانتاجية داخل المبنى.
- دراسة الطرق العالمية والمحلية لتقييم الاداء الحرارى للمبانى ومدى ملائمتها للمناخ فى السودان.

١-٥ فرضـــــيات البحـــث

انطلق هذا البحث من الفرضيات التى مفادها الآتى:

١. إن إتباع بعض الأساليب الحديثة للتصميم المعمارى بمدينة الخرطوم لا يتوافق مع البيئة الحرارية بالمنطقة، لذلك يجب تحقيق معايير واسس التصميم المناخى للمناطق الحارة. والذى له دور فاعل فى تخقيق الراحة الحرارية والتقليل من إستهلاك الطاقة الكهربائية، حيث انها تعطى نتائج اولية وملامح للتصميم دون الدخول فى تفاصيل وهى تحدد خطوط اولية على المعمارى الاسترشاد بها.

٢. اختلاف المكونات البنائية للمبنى والفتحات والتكوين الكتلى واللون له دور فاعل فى تحقيق الاداء الحرارى الافضل والتقليل من الاعتماد على الطاقة الكهرابائية، وذلك من خلال:

أ- تصميم النوافذ الخارجية على اساس منع اشعة الشمس المباشرة و الاهتمام بالاضاءة الطبيعية داخل الفراغ وذلك من خلال تحديد مكان النوافذ وابعادها تبعاً للفراغات الوظيفية.

ب- يعتبر السقف العنصر المعرض لاقصى واطول فترة اشعاع شمسى اغلب ساعات النهار لذلك يجب تصميم معالحته المناخية على اساس تقليل التكلفة القتصادية قدر الامكان والاستفادة من سطح المبنى كعنصر وظيفى للمستعمل.

ت- اختيار قطاع الحائط المناسب طبقاً لافضل البدائل تحقيقاً للراحة الحرارية للمستعمل وفقاً للقياسات المناخية والتحكم بهذه البدائل عن طريق عدة متغيرات مثل (نوع مادة بناء الحائط – وسمكه - سمك الطبقة العازلة- نوع مادة التشطيب الخارجية).

٣. أن إستخدام وسائل التصميم المناخي المناسبة مثل التوجيه ومواد البناء وكاسرات الشمس والالوان الخارجية ومساحة الفتحات وتصميم الشبابيك والتهوية وغيرها تمكن المعمارى من تحقيق الراحة الحرارية للفرد داخل المبنى.

١-٦ منهجـــية البحـــث

إستندت منهجية البحث على المنهج الوصفى التحليلى، حيث تم جمع المعلومات العلمية الموثقة من الكتب والابحاث والمجلات العلمية المتعلقة بالتصميم المناخي وطرح بعض الاساليب والمعالجات المستخدمة فى تصميم الابنية والتى يمكن عن طريقها تقليل تاثير المناخ فى المناطق الحارة. أما فى الجانب التحليلى فيعتمد على تحليل المعلومات النظرية والميدانية التى تحدد أثر التصميم المناخي علي تحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين في المباني الإدارية و أدوات المنهجية هي الدراسة الميدانية، وتتم منهجية البحث بالخطوات الاتية:

١. دراسة وتحليل المناخ المحلى والراحة الحرارية، دراسة المناخ المحلى وعناصره للمعرفة التاثيرات على الراحة الحرارية داخل المبانى.

٢. كما سيتطرق البحث الى دراسة التصميم المناخى فى المناطق الحارة الجافة والمعايير والاسس التصميمية التى يجب وضعها فى الاعتبار عند قيام بالعملية التصميمة.

٣. التعرف بصورة علمية على الغلاف الخارجى للمبنى وعناصره للوصول للراحة الحرارية المرجوة مع تقليل الاعتماد على الطاقة الكهربائية.

٤. جمع معلومات عن منطقة الدراسة واختيار عينات من مبانى إدارية تمثل النموذج لمبانى إدارية حديثة ومن ثم دراستها وتحليلها بناءاً على الخطوات السابقة.

٥. التوصل الى نتائج والخروج ببعض التوصيات من خلال الدراسة التحليلية.

١-٧ حـــــدود البحـــث

يغطى هذا البحث المبانى الادارية التى تقع ضمن مدينة الخرطوم إحدى مدن ولاية الخرطوم بوصفها عاصمة جمهورية السودان، تقع الولاية بين خطي طول ٣١,٥-٣٤ شرقاً وخطي عرض ١٥-١٦ شمالاً تقريباً، وهى أكثر المدن شهدت تغييراً وعدم توافق بين التطور المعمارى والبيئة الحرارية لتحقيق الراحة الحرارية داخل المبانى الادارية.

الفصل الثاني
المناخ والراحة الحرارية في المناطق الحارة

٢-١ مقـــدمة

عند تصميم المبانى سواء كانت سكنية او عامة يجب تحقيق الراحة الحرارية والبيئية المناخية المناسبة لمستعملى الفراغ، لذلك من الضرورة دراسة العوامل المناخية المحيطة بالمبنى وتاثير هذه العوامل على الاكتساب الحرارى للمبنى عن طريق الغلاف الخارجى. حتي يمكن للمعمارى التوصل الى تصميم أمثل يضمن تحقيق الراحة الحرارية وبالتالي يرفع كفاءته فى الانشطة التى يقوم بها داخل الفراغ والتى ترتبط بالطاقة الانتاجية.

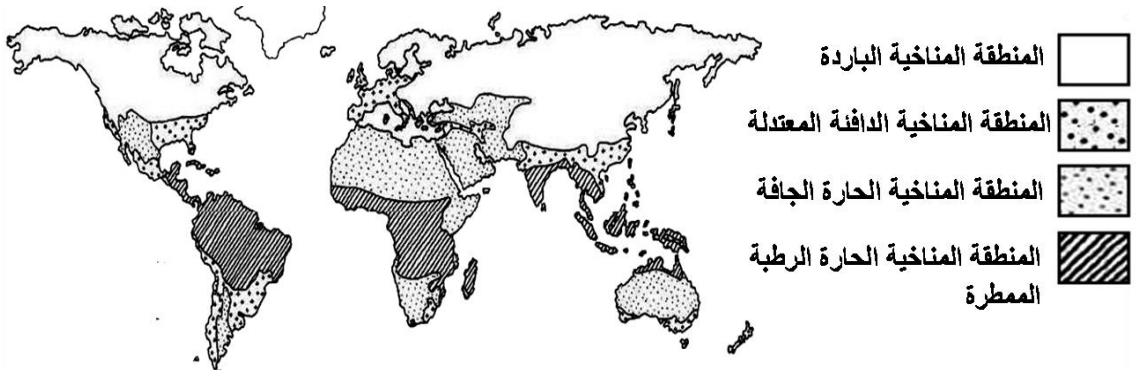
يتناول هذا الفصل الإطار النظري للبحث، حيث يعرض مفاهيم المناخ - خاصة المناخ الحار الجاف و خصائصه وأهم عناصره ذات التأثير المباشر على المباني باعتبارها من أهم المؤثرات الخارجية على المستخدم وتصميم المباني، كما يتناول تعريف الراحة الحرارية و أهم العوامل المؤثرة عليها وطرق تمثيلها وقياسها.

٢-٢ الطقس والمناخ

الطقس (Weather) يقصد به وصف حالة الجو في لحظة أو يوم معين من حيث درجة حرارته ومقدار ضغطه ونوع الرياح ومقدار الرطوبة فيه، من حيث السحب والضباب ودرجة كثافتهما وغير ذلك من المعلومات التي يسترشد بها أصحاب الأعمال المرتبطة بحالة الطقس مثل الطيارين والصيادين ،،، وغيرهم.

المناخ (Climate) فيدل على مفهوم أشمل وأوسع من مدلول الطقس لأنه يدل على حالة الجو في مدة طويلة قد تكون شهرًا أو فصلاً أو سنة أو عدة سنوات. بعد أخذ قياسات الطقوس اليومية بجميع عناصرها وعمل متوسطات لها للتعرف على الحالة المناخية السائدة في أي إقليم من الأقاليِم.

تقسم الأقاليم المناخية في الكرة الإرضية جغرافيا بحيث يمكن الإستفادة منها بصورة عامة، وذلك وفق تصنيف (Koppen) الي عدة اقاليم مناخية هي: الإقليم الإستوائي، الإقليم المعتدل (المعتدل والبارد)، الإقليم القطبي الشمالي و الجنوبي، الإقليم الصحراوي، الإقليم الموسمي (البارد و الدافئ)، و إقليم البحر المتوسط. ويمكن تقسيم المناطق المناخية السابقة إلي أقسام فرعية محددة آخري بحيث تساعد هذه التقسيمات في اغراض تصميم المباني و اعتبارات الراحة الحرارية للإنسان،وهذه المناطق هي: المنطقة المناخية الباردة، المنطقة المناخية الدافئة المعتدلة، المنطقة المناخية الحارة الرطبة الممطرة ،المنطقة المناخية الحارة الجافة (وهو مناخ منطقة الدراسة)، أنظر الشكل (٢-١).



شكل (٢-١): تقسيم المناطق المناخية بالعالم
(المصدر: جودة، ١٩٩٨م)

٢-٣ خصائص المناخ الحار الجاف

تتواجد المناطق الحارة في خطوط العرض القريبة لخط الاستواء، تقريبًا بين ١٥ و ٣٠ ودرجة شمال وجنوب خط الاستواء في وسط وغرب آسيا وفي الشرق الأوسط وأفريقيا وأمريكا الشمالية والجنوبية وتتميز هذه المناطق بصفة رئيسية بجفافها وارتفاع درجات الحرارة في موسم الصيف وإتساع نطاق درجات الحرارة النهارية وارتفاع الإشعاع الشمسي المباشر.

إن الخصائص الرئيسة للمناطق الحارة – الجافة بوجه عام والتي تؤثر على راحة الإنسان، عبارة عن خليط من الرطوبة المنخفضة ودرجة الحرارة النهارية العالية. ومن خصائص المناخ الحار الجاف تكون السماء صافية معظم أيام السنة، مما يزيد التسخين الشمسي خلال ساعات النهار والفقد الإشعاعي طويل الموجات أثناء ساعات الليل، (الشويش، ١٩٩٩). و كما أن من خصائص ايضاً تكون الرياح عادة أقوى خلال ساعات منتصف النهار وبعد الظهر، وتهبط خلال ساعات المساء غير أن بعض المناطق الحارة - الجافة تتعرض لرياح قوية أيضًا خلال ساعات المساء. والخصائص الجافة للعديد من المناطق الحارة الجافة تسببها الكتل الهوائية المنحدرة والتي تهب من ناحية الشرق والجنوب مكونة حزام الرياح التجارية ثم من جهة الغرب وفي اتجاه القطبين مكونة أحزمة الرياح الغربية .

٢-٤ عناصـــر المنـــاخ

عناصر المناخ تتفاعل فيما بينها ليكون ناتجها المناخ السائد فى المنطقة ، ولها تأثير بشكل مباشر على العملية التصميمية للمباني عن طريق الغلاف الخارجى لها. فعند تصميم المباني يجب علي المهندس المعمارى دراسة العناصر المناخية المختلفة جيدا وتحليلها واستخلاص اهم المحددات الرئيسية لوضع الحلول التصميمية والمناخية المناسبة لتحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين المبني، ويمكن حصر عناصر المناخ فى الاتى:

٢-٤-١ الاشعاع الشمسى

الاشعاع الشمسى (Solar Radiation) عبارة عن موجات الكهرومغنطيسية التى تبثها الشمس الى سطح الارض، وان كمية الاشعاع الشمسى الواصلة الى الارض تقدر بحوالى ٥٠% من كمية كمية الاشعاع الشمسى الاصلية المنبعثة منها. وتعبر الشمس من أهم مقومات الحياة فهى ذات تأثير مباشر وقوى على الانسان وعلى نشاطاته وحياته اليومية، ويحتاج الانسان الى قدر معين من الاشعة والتى يجب أن يتعرض لها جسمه وذلك كضروره صحية لازمة له.

هنالك عدة عوامل تتحكم فى قوة تاثير أشعة الشمس على الموقع وهى التى ينبغى دراستها قبل البدء فى اى تصميم ، وتتخلص هذه العومل فى الاتى:

أ- **مدة سطوع الشمس:** والمقصود بها عدد الساعات الفعلية لظهور أشعة الشمس خلال النهار من الشروق وحتى الغروب، وتتاثر فى إى منطقة بحالة السماء التى يعبر عنها بكمية السحب الموجودة. وأطول مدة لسطوع الشمس تكون فى المناطق الواقعة على خطى عرض١٥ °، ٣٥° شمال وجنوب خط الاستواء.

ب- **شدة اشعة الشمس:** أكبر شدة لاشعة الشمس(Intensity) تكون فى المكان الذى تسقط فيه عمودية على سطح الارض وهى المناطق الشبه مدارية الجافة (وليس فى المناطق الاستوائية كما هو معتقد). أهم العوامل المؤثرة على شدة أشعة الشمس تتمثل فى التعرض المباشر لاشعة الشمس، الطاقة المفقودة فى الجو، زاوية السقوط على السطح، درجة تشتت الاشعاع.

ج- **زاوية سقوط الشمس**: وتمثل الزوايا الافقية والراسية لسقوط اشعة الشمس التي تختلف تبعاً لحركة الشمس صيفاً وشتاءاً. (المصدر: Reid, Esmond, 1984)

٢-٤-٢ درجـــة الحـــرارة

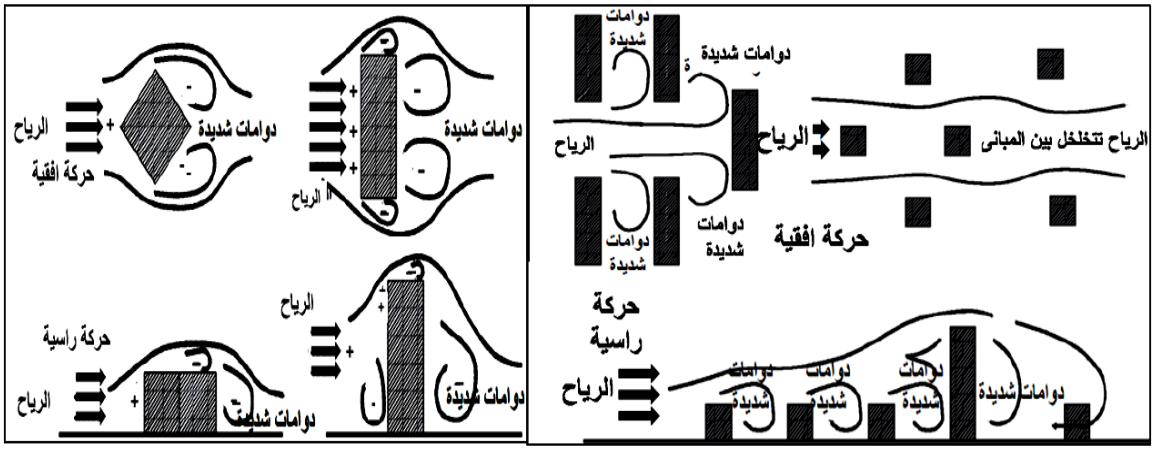
تعتبر من أهم عناصر المناخ إذ ترتبط بها عناصر المناخ الأخرى من ضغط ورياح وتساقط ، كما أنها تؤثر في توزيع مظاهر الحياة النباتية والحيوانية على سطح الأرض ومصدر الحرارة الرئيسي هو الشمس. والمـدى الحـراري هو الفارق بين أدنى وأعلى درجة حرارة، وينقسم إلى المدى الحراري اليومي (هو الفارق بين أدنى وأعلى درجة حرارة تسجل في اليوم ويختلف من فصل لآخر) و المدى الحراري السنوي هو (الفرق بين متوسط أعلى الشهور). وهنالك عوامل تؤثرعلى درجة حرارة الهواء هي :

i. حالة السماء صافية أو غائمة، فكلما كان الجو محملاً ببخار الماء والغبار كلما قلت درجة الحرارة.
ii. زاوية سقوط أشعة الشمس، فالأشعة العمودية تتركز حرارتها على مساحة صغيرة من الأرض بينما الأشعة المائلة تتوزع حرارتها على مساحة أكبر وبذلك تقل درجة الحرارة .
iii. طول النهار، حيث يزداد الإشعاع الشمسي كلما طال النهار.
iv. الغطاء النباتي، يمتص أشعة الشمس ويقلل من كمية الحرارة التي تصل إلى الأرض.
v. المسطحات المائية، وظيفتها تلطيف درجة الحرارة في اليابسة .
vi. التضاريس، تنخفض درجة الحرارة بالارتفاع عن مستوى سطح البحر، فقمم الجبال أبرد من سفوحها .
vii. الامتصاص والانعكاس، تتوقف هذه العملية على لون الجسم المستقبل لأشعة الشمس.

٢-٤-٣ الريـــاح

تعرف الرياح بأنها عبارة عن تحرك الكتل الهوائية في الاتجاه الأفقي وتؤثر خصائص الرياح وسرعتها في الكثير من ظواهر الطقس المعروفة مثل ارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها وتكاثف بخار الماء و الأمطار ، العوامل المؤثرة على حركة الرياح وسرعتها هي فروق الضغط الجوى، وطبيعة وطبوغرافيا الموقع (ارض منبسطة، جبال ،غابات ،مزروعات..الخ). وللرياح عدة انوعها هي الريـاح الدائمـة،الريـاح الموسمية، الريـاح المحليـة (تنشأ في مناطق محدودة نتيجة اختلافات محلية في الضغط الجوي خلال فترات زمنية).

إن التجارب اثبتت أن سرعة الهواء على مستوى الشارع تعادل ثلث سرعته فى المناطق المفتوحة بالنسبة الكتلة العمرانية. ومن المعروف أنه عند اصطدام الرياح بحاجزعالى أو مبنى تتكون منطقة ضغط مرتفعة (+) فى مواجهة الرياح ومنطقة ضغط منخفض (-) خلف المبنى. كما أن شدة الرياح تزداد حول قمم المبانى العالية، وهذا التيار تزداد شدته بازدياد ارتفاع المبنى المواجه للريح ، ويوضح الشكل (٢-٢) علاقة كتل المبانى ببعضها البعض وتأثير ذلك على حركة الهواء فى تلك المنطقة.



شكل (٢-٢): تأثير المباني على حركة الرياح وتكوين مناطق الضغوط السالبة والموجبة
(المصدر: الوكيل، سراج، ١٩٨٥م)

٢-٤-٤ الرطوبة

تعرف الرطوبة على أنها هي كمية محتوى بخار الماء الموجود بالهواء. وترتبط الرطوبة بعلاقة عكسية مع درجة الحرارة، حيث أنه إى ارتفاع فى درجة الحرارة يصاحبه إنخفاض فى الرطوبة النسبية بشرط أن يكون المحتوى المائى للهواء ثابت والعكس صحيح. وتستمر الرطوبة النسبية فى الارتفاع حتى تصل الى نسبتها ١٠٠% حيث تنخفض درجة الحرارة لتسجل أقل درجة وذلك عند الفجر وعندها تحدث ظاهرة الندى. والعوامل المؤثرة على الرطوبة فتتمثل فى:

أ- خط العرض وفصول السنة، تختلف الرطوبة اختلافاً كبيراً من خط عرض الى آخر نتيجة للتغير فى درجة الحرارة حيث تربطهم علاقة عكسية.

ب- تأثير الطبوغرافيا ونوع الرياح، تختلف الرطوبة من منطقة لآخرى باختلاف الموقع ونوع االرياح.

٢-٤-٥ التســـاقط

لكي تتم عملية التساقط يجب أن يكون الهواء مشبعاً ببخار الماء ويرتفع الهواء إلى طبقات الجو العليا ومن ثم تنخفض درجة حرارة الهواء المحمل ببخار الماء إلى ما دون نقطة الندى لتكوين السحب، ويتمثل فى الامطار والثلوج والبرَد. ونوع التساقط إذا كانت مطراً أو ثلجاً أو برداً تتوقف على درجة الحرارة السائدة، وتؤثر كميات الامطار على شكل المعالجات الخارجية للاسقف فنجد أن ميل الاسقف يزداد حدة كلما كانت المنطقة ذات كمية امطار اكبر وبالعكس.

٢-٥ الأداء الحراري والراحة الحرارية

منطقة الراحة الحرارية هي المدى الحراري الذي ينحصر فيه شعور الإنسان بالراحة، ويختلف هذا المدى الحراري باختلاف ظروف البيئة المناخية المحيطة بالإنسان، من حيث درجة الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الهواء، والتي تختلف بدورها باختلاف الموقع الجغرافي.

٢-٥-١ الراحة الحرارية

يعرف واطسون الراحة الحرارية بأنها "هى حالة عقلية يشعر معها الإنسان بالرضى عن ظروف البيئة المحيطة به" (Watson, 1983). ويفضل بعض الباحثين مثل ماركوس وأولجاى تعريفها بطريقة عكسية بمعنى" الراحة الحرارية أو التعادل الحرارى هى حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرد

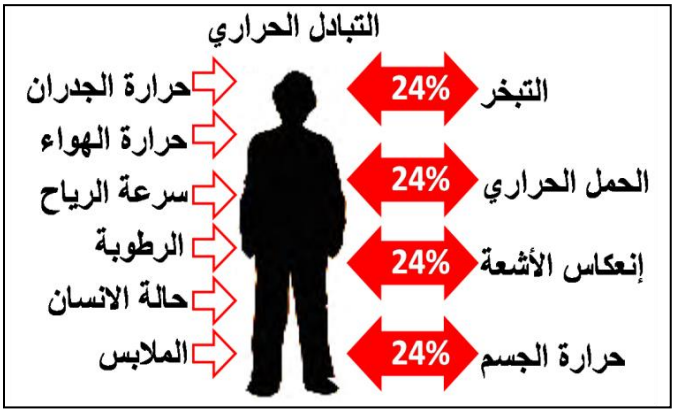
أو بالحر، أو يشعر بأى مضايقة نتيجة لخلل فى البيئة الحرارية" (Markus, 1978). والتعبير الأخير قد يكون أقرب للفهم، فالإنسان نادرًا ما يلفت انتباهه أنه" مرتاح حراريًا" ولكن قد يثير اهتمامه إحساسه بالحرارة أو البرودة أو سطوع أشعة الشمس المباشرة فى عينيه، فعندما يبدأ إهتمام الإنسان ينتقل من عمله أو إهتماته الطبيعية إلى الظروف الحرارية المحيطة به، تبدأ حالة الضيق من هذه الظروف.

٢-٥-٢ العوامل المؤثرة في الراحة الحرارية

هناك العديد من العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية للإنسان منها العوامل المناخية و أخرى متعلقة بالحالة الخاصة بالإنسان.

أ- العوامل المناخية المؤثرة في الراحة الحرارية

تؤثرعلى الراحة الحرارية للإنسان بصفة مباشرة، ويمكن أن نوجزها بداية في الشكل (٢-٣).



شكل (٢-٣): العوامل المناخية المختلفة المؤثرة علي الراحة الحرارية للإنسان.
(المصدر: Thomas,1999)

i. **درجة حرارة الهواء:** يمكن تبسيط تأثير درجة الحرارة الهواء علي الإنسان بأنها عملية تبادلية، ففي حالة أن درجة الحرارة المحيطة أعلى من درجة حرارة البشرة فإن حرارة الجسم تجد صعوبة في الخروج من جسم الانسان الى الخارج، مما ينتج عنه إفراز للعرق، لأنه عند تبخره من على سطح البشرة يعطى بعض الإحساس بالبرودة ويساعد علي فقد الجسم لجزء من درجة حرارته الغير مرغوب فيها. أما في حالة إنحفاض درجة الحرارة الخارجية عن درجة حراراة الجسم ، يؤدي ذلك الفقد حرارة الجسم وبالتالي الاحساس بالرودة. وهناك نطاق معين من درجات الحرارة يمكن خلاله الحفاظ على الاتزان الحرارى للجسم (٢٢ ° - ٢٨°) فى حالة حياد تأثير باقى المتغيرات.

ii. **الإشعاع الشمسي :** يؤثر تعرض الجلد لإكتساب أو فقد الحرارة عن طريق الإشعاع تأثيراً مباشراً على الشعور بالراحة، فبغض النظر عن درجة حرارة الهواء يشعر الإنسان بالحرارة إذا تعرض لأشعة الشمس، وفى الشتاء رغم برودة الجو يعطى التعرض لأشعة الشمس شعوراً مباشراً بالراحة. والشمس ليست هى مصدر الإشعاع الوحيد، فأى جسم يختزن قدراً من الحرارة يشع إلى الأجسام الأقل منه حرارة والتى يفصلها عنه وسط شفاف (مثل الهواء أو الزجاج)، فالحوائط الساخنة تشع إلى جسم الإنسان فى أى فراغ يشغله ويؤثر ذلك بشكل مباشر على شعوره بالراحة سلباً أو إيجاباً.

iii. **الرطوبة النسبية:** إفراز الجسم للعرق وتبخره من علي سطح البشرة يعطي احساس بالبرودة، ومدي تبخر العرق من سطح الجسم يتوقف علي الرطوبة النسبية بالجو، حيث تربطهما علاقة عكسية. فنجد أن الجو الجاف يزيد مدي تبخر العرق من علي سطح البشرة والعكس صحيح. والإحساس بالراحة الحرارية بالنسبة للرطوبة النسبية يكون عند (٢٠- ٧٠ %) مع درجة حرارة تتراوح بين (٢٢- ٢٨°) وإذا زادت الأخيرة عن ٢٨° فهنا يحس الإنسان بالرطوبة في الجو المحيط به. وأثر نقص الرطوبة عن ٢٠% الإحساس بالجفاف الشديد فى الجلد والعطش، واما أثر زيادة الرطوبة عن ٧٠% الشعور بالضيق عند التنفس حيث لا يتمكن الماء من التبخر داخل الرئتين، بالإضافة إلى عدم تبخر الماء من على سطح الجلد.

iv. **الرياح:** لحركة الهواء تأثير كبير على تزايد معدل التبادل الحرارى بالحمل حيث انها عامل مهم في نقل درجة الحرارة بين الإنسان والمجال الموجود فيه، مما يؤثر على الراحة الحرارية لدى الإنسان.عندما يلجأ الجسم إلى العرق وتبخره للحفاظ على درجة حرارة الجسم، يبدأ البخار فى التصاعد من الجسم وبسرعة تتشبع طبقة الهواء المحيطة بالجسم بالماء وترتفع حرارته. وفى حالة عدم حركة الهواء يتوقف التبخر ويبدو تأثير الحرارة أعلى، لذا تزداد أهمية حركة الهواء كلما زادت الرطوبة النسبية، كما هو موضح في الجدول (٢-١).

جدول (٢-١): العلاقة بين سرعة الرياح و احساس الانسان بتأثرها

سرعة الرياح م/ث	0-0.25	0.25-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5أعلى من
تأثرها على الانسان	غير ملحوظة	محببة	الحرص من تاثير الهواء	مثير للضيق	مزعجة

(المصدر: Ashrae.org. 2018)

العوامل المؤثرة علي الراحة الحرارية و حدود الراحة الحرارية لها كما موضح ادناه:

- درجة حرارة الهواء (°C) ← ٢٢- ٢٨ درجة مئوية
- الرطوبة النسبية (RH) (%) ← ٣٠ – ٧٠ %
- سرعة الهواء (Va) (م/ث) ← الصيف ٠,٢٥م/ث، الشتاء ٠,١٥ م/ث.

ب- **العناصر البشرية:** توجد عناصر أخرى تتعلق بشاغلى الفراغ و تؤثر على شعورهم بالراحة، وهي:

i. **النشاط:** يتغير شعور الإنسان بالراحة جذرياً تبعاً لنوع النشاط الذى يمارسه وحالته من السكون أو الحركة، وذلك لسببين:

- يتزايد معدل إفراز الحرارة مع تزايد حرق المواد الغذائية لإنتاج الطاقة اللازمة للنشاط أو الحركة وهو ما يعنى ضرورة زيادة التبادل الحرارى للتخلص من الحرارة الزائدة فى الأجواء الحارة، أو زيادة الشعور بالدفء فى الأجواء الباردة.
- يتغير إحساس الإنسان بالراحة والقيمة التى يمكن أن يتقبلها لحرارة الجلد ولمعدل إفراز العرق تبعاً لنشاطه، فمثلا عند ممارسة الرياضة يتقبل اللاعب قدراً من تبلل الجلد بالعرق لا يمكن قبوله أثناء ممارسه عمله المكتبى.

ii. **الملابس و الأغطية :** عند تغطية الجسم بالملابس تقوم بدور العازل الحرارى بين الإنسان وبيئته، مما يغير تماما من معدل فقد أو اكتساب الحرارة من البيئة والملابس من الطرق الهامة للتنظيم

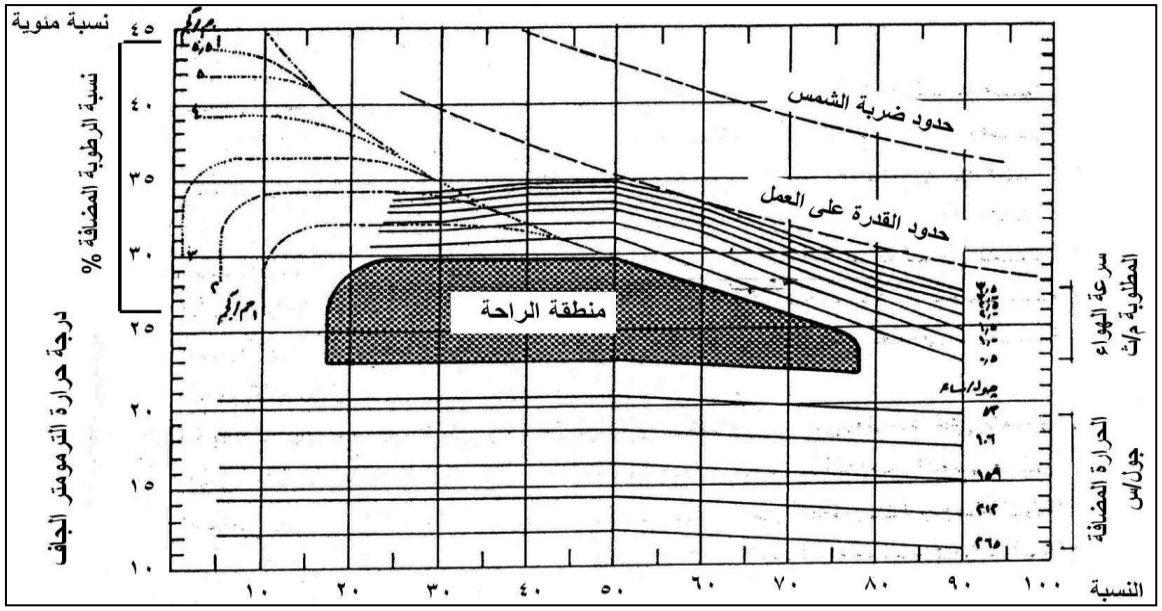
الحرارى والوصول للراحة. كما انه هنالك عناصر اخرى مؤثرة مثل جنس الانسان وعمره وشكل جسمه الدهون المختزنة تحت اللجد، الحالة الصحية، و النظام الغذائي.

٢-٥-٣ التمثيل البياني للراحة الحرارية

هدفت بعض الدراسات الوصول إلى معيار أو مؤشر واحد يعبر عن كل المتغيرات بقدر مقبول من الدقة. وذلك بتمثيل نطاق الراحة على الحرارية منحنى واحد أو عدة منحنيات تدمج تأثير المؤثرات المختلفة (درجة الحرارة والرطوبة والنسبية وسرعة الهواء)، وبتوقيع نقاط الظروف المناخية لأي فراغ على المنحنى يمكن تحديد إن كانت الفراغات تقع في نطاق الراحة أم تخرج عنه. وسيتناول البحث شرح أهم هذه الأمثلة وهي خريطة الراحة الحرارية لفيكتور أولجياي من خلال معرفة عناصر المناخ لقياس الراحة الحرارية.

٢-٥-٤ خريطة الراحة الحرارية لفيكتور أولجاي

وضع فيكتور أولجياي خريطة الراحة الحرارية والتي تشتمل علي محور رأسي للدرجات حرارة الترمومتر الجاف وأخر أفقي للرطوبة النسبية، وتم تحديد منطقة الراحة الحرارية المثلي بين درجة حرارة ٢٢ و٢٧ ° ورطوبة نسبية من ٣٠-٦٠% وتمتد إلي ١٨ : ٧٧ % كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٤)، وهذه الخريطة صالحة للمناطق الحارة الجافة والرطبة وللشخص العادي مع نشاط متوسط وملابس تعادل ١ آلو (clo).



شكل (٢-٤): حدود منطقة الراحة الحرارية تبعاً لخريطة الراحة لفيكتور أولجياي
(المصدر:Givoni.B, 1992)

وعموماً يتطلب الوصول إلى منطقة الراحة الحرارية بإستعمال الخريطة مايلى (Evans ,1980):

- إذا كان عدم الراحة ينتج عن نقصان فى درجة الحرارة إى تحت منطقة الراحة ينبغى تجنب فقدان الحرارة وإستغلال الشمس والمصادر الداخلية لرفع درجة الحرارة، وإذا كان العكس يجيب مقاومة اكتساب الحرارة.
- إذا كان عدم الراحة ينتج عن إرتفاع الرطوبة فيجب خفضه برفع سرعة الهواء.
- إذا كان عدم الراحة ينتج عن قلة الرطوبة فنلجأ فى هذه الحالة الى زيادة تطيب الهواء.

٦-٢ الخلاصـــــــة

- إن تطويع المناخ لخلق بيئة ملائمة للسكان لا يقتصر على البيئة الداخلية للمساكن وغيرها من الأبنية، بل يمتد ليشمل البيئة الخارجية لذا فان التصميم المعماري للأبنية يجب أن يكون متكاملاً مع تخطيط مواقعها للتغلب على قسوة المناخ.
- والغرض من دراسة المناخ بصورة عامة ومفهوم الراحة الحرارية فى هذا الفصل هو:

➢ بيان آثر عناصر المناخ المختلفة على بعضها البعض، كما يساعد ذلك فى توضيح آثرها على العمران بصفة خاصة "احد جوانب البحث" حيث يمكن ايجاز الخصائص البيئية التى تؤثر على التشكيل العمرانى والمعمارى (النظام الحرارى، التعرض للإشعاع الشمسى، حرك الهواء داخل الكتل العمرانية).

➢ من خلال مفهوم الراحة الحرارية فإن الراحة الحرارية للإنسان تتاثر بعدة عومل تنقسم إلى عوامل خاصة بالإنسان فى حد ذاته (النشاط الممارس، الجنس، العوامل الصحية،....) وعوامل متعلقة بالبيئة المحيطة به وهى العوامل المناخية من اشعة الشمس، درجة حرارة الهاوء ، الرطوبة النسبية، الرياح. فجسم الانسان فى حاجة إلى إتزان حرارى، حيث يحتاج إلى الحفاظ على درجة حرارة ثابته لأنسجة الجسم لأن أى تغيير يؤدى الى إضطراب وخلل بالجسم وبالتالى شعوره بعدم الراحة الحرارية.

➢ هنالك العديد من الدراسات التى اهتمت بوضع طرق ووسائل لتقييم الراحة الحرارية ، وهذا من خلال جمع المعطيات المناخية الخاصة بالمنطقة المراد دراستها ودراسة حدود الراحة فيها، ومن بين هذه الدراسات الخريطة البيومناخية للراحة الحرارية لفيكتور أولجاى.

➢ وبعد تطبيق المعطيات المناخية للمنطقة على مقياس اولغاى وجدول التحليل الحرارى، فقد تبين أنه لتامين الراحة الحرارية للانسان فى بيئته السكنية والعمارنية فى المناطق الحارة الجافة (منطقة الدراسة)، فإنه لابد من حمايته من الرياح خلال الفترة الباردة من السنة، إضافة الى تدفئته مستفيدين من اشعة الشمس التوفرة فى المنطقة وكذلك حمايته من اشعة الشمس والحرارة المرتفعة فى الفترة الحارة من السنة مع الاستفادة من الرياح لتأمين التهوية العابرة الضرورية لتجفيف العرق المنتشرعلى سطح الجلد وبالتالى يؤدى الى التبريد والوصول به الى مجال الراحة الحرارية.

➢ يعد الوصول إلى قيم حرارية للفضاءات الداخلية للأبنية وفق معدلات تحقق متطلبات الراحة الحرارية لساكنيها من الأمور التي يمكن التوصل إليها عبر تصميم المباني مناخياً وتطبيق معالجات معمارية وعمرانية ، مما يساعد في الحد من استهلاك الطاقة الكهربائية من خلال الحد من استخدام الوسائل الميكانيكيةوتقليل تكلفها. خاصةً فى المناطق الحارة الجافة حيث تتميز الظروف المناخية فى تلك المناطق بوجود فترات طويلة من درجات الحرارة العالية والجو الجاف والتراوح الكبير بين درجات الحرارة بالنهار عنها بالليل.

الفصل الثالث
التصمـــيم المنـــاخى

٣-١ مقـــدمة

إن توفير الظروف الحرارية الآمنة والمريحة للإنسان داخل المبنى أو التجمع العمرانى هدف أساسى من أهداف عملية التصميم المعمارى والعمرانى، والتى يمكن تحقيقها بالتصميم المناخى السليم للمبانى. حيث لجاء كثير من المصممين لتحقيق الراحة الحرارية اللازمة للمستعمل الى الطرق الصناعية لتكيف الهواء. إلا انه قد يصعب إستعمال الطرق الصناعية فى المبانى التى يكون العامل الاقتصادى هو الفيصل للوصول إلى فكرة التصميم الأمثل، فاذا جاز للدول الغنية إستعمالها فيصعب تطبيق الطريقة نفسها فى الدول النامية.

ورغم معرفة معظم المعماريين بأهمية الجوانب المناخية فى التصميم لحد كبير والإهتمام الأكاديمى بها، والذى تجسد فى عشرات الدراسات الأكاديمية القيمة، ورغم وجود عدد محدود من المبانى والتى تم فيها مراعاة العوامل المناخية وتحقيق الراحة الحرارية اللازمة، إلا أنه من الملاحظ أن هنالك عدداً كبيراً من المبانى سواء العامة او السكنية تم تصميمها دون مراعاة للعومل المناخية إما بسبب عدم المعرفة الكافية للمعمارى عن متطلبات التصميم المتوافق مناخياً، أو للتكلفة الكبيرة نسبياً للمعالجات المناخية والتى يرى المالك من وجهة نظره عدم جدوى تلك الحلول نسبة الى تكلفتها الاقتصداية. وهنا تكمن المشكلة وهى غياب التصميم المناخى عن الممارسة العملية بالرغم من أهميته، وبالتالى عدم توفر الظروف المناخية الملائمة داخل المبانى والفراغات المعمارية والعمرانية التى يتم تصميمها وإنتاجها اليوم.

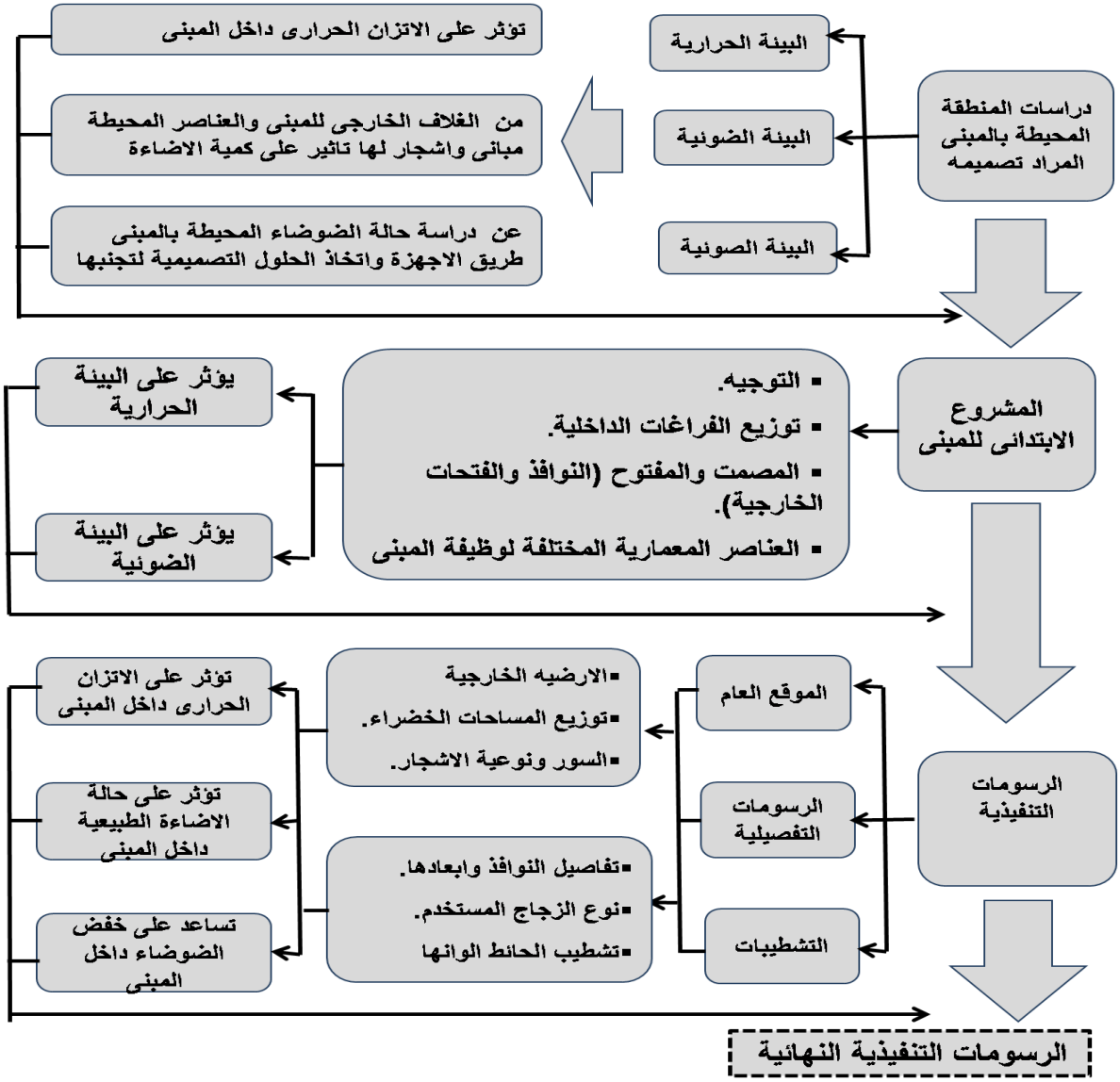
يتناول هذا الفصل شرح لمفهوم التصميم المناخي واهدافه والمشـاكل التى تواجه و الحلول لهذه المشاكل، والطرق المتاحة للمصمم لتمثيل تصميمه وتقييمه، ودور التصميم المناخي بمساعدة الحاسب. وذلك نظراً لأهمية التصميم المناخي في الوصول الي مباني تحقق رغبات الافراد ومبنية علي افكار تراعي البيئة المحيطة مع الاستفادة من مميزات هذا العصر الفكرية والتكنولوجية لتحقيق متطلبات الراحة الحرارية اللازمة.

٣-٢ مفهوم واهداف التصميم المناخي

مما لا شك فيه أن التصميم المناخي ليس أحد الجوانب العلمية فقط، بل هوأحد العناصر الأساسية فى عملية التصميم لتحقيق الراحة اللازمة لمستعملي الفراغ، وهذا الجانب من الدراسات البيئية المناخية ليس حديث بل هو قديم قدم العمارة ذاتها ، وان كان يمارس قديما بصورة تلقائية ناتجة عن التجربة والخطأ والمعلومات المتوارثة من الاجيال السابقة، ونظراً لأهمية هذا العلم فقد أخذ يتبلور ويأخذ إتجاهات علمية و ذو أسس ومناهج علمية ، بل أصبح له مهندسوه المتخصصون فقط فى الدراسات المناخية نظراً لأهمية هذا الجانب وتشعبه وخاصة فى المشاريع الكبيرة والهامة ذات الأهداف الإقتصادية الكبرى، كما أنه قد حدث تطور كبير للتصميم المناخى فى الآونة الاخيرة وأصبح به مناهج وأدوات جديدة شجعت على تبلوره كتخصص واضح وسهل الإندماج فى عملية التصميم المعمارى ، ويوضح الشكل (٣-١) تسلسل الدراسات البيئية وعلاقتها بكل مرحلة من مراحل تصميم المبنى.

٣-٣ تعريف التصميم المناخى وأهدافه

التصميم المناخي هو "جانب من عملية تصميم البيئة المبنية، ويهتم بتوفير الظروف المناخية الآمنة والمريحة للإنسان بإقل قدر من التكاليف" (الزعفراني ،٢٠٠٠، التصميم المناخي للمنشآت المعمارية). ويمكننا من ذلك التعريف المختصر التعرف على أهم أهداف التصميم المناخي والتى تقوم الدراسات المناخية على تحقيقها .



شكل (٣-١) : تسلسل الدراسات البيئية وعلاقتها بكل مرحلة من مراحل تصميم المبنى.

(المصدر: صبرى ، ٢٠٠٢م)

أهداف التصميم المناخي هي :

أ. **تحقيق الراحة الحرارية لمستعملى الفراغ :** الهدف الأساسى للتصميم المناخى هو تحقيق الراحة الحرارية الملائمة لمستعملى الفراغ وتوفيرها بعداً إقتصادياً وعملياً يصعب إغفاله، وذلك لانه ذو تأثير مباشر على الأنشطة التى تتم داخل الفراغ وكفاءة مستعملى الفراغ فى أداء النشاط وكفاءته فى الإنتاج. كما أن إستمرار الوضع غير المريح لفترة طويلة قد يتسبب في العديد من المخاطر الصحية والنفسية أبسطها العصبية الزائدة وما قد تسببه من مشاكل إجتماعية، كما يمكن ان تسبب في فقدان التركيز مما يسبب الحوادث والإصابات ونقص الإنتاج.

ب. **توفير ظروف مناخية آمنة لمستعملى الفراغ:** توفيرها أصبح شرط في المبني لايمكن التنازل عنه، الذى لجأ لإستخدام المبنى كمأوى لتوفير الحماية اللازمة له سواء من الحيوانات المتوحشة قديماً، أو من العناصر المناخية القاسية والتى لايمكن التكيف معها، والتى قد تصل فى بعض الأحيان لدرجة قاتلة.

ج- **تحقيق هذه الاهداف بأقل قدر من التكاليف:** من أهم معوقات تنفيذ الحلول المناخية تكلفتها الإقتصادية العالية فى البداية حيث أنها تنفذ عند إنشاء المبنى بالكامل، ولذلك يلجأ البعض إلى تحقيق الراحة بالطرق الميكانيكية، والتي تكون تكلفتها في أغلب الاحوال أقل من تكلفة الحلول المناخية في البداية.

د- **التوافق مع وظائف المبنى غير المناخية :** من الهام عند تقييم أسلوب معين للتصميم المناخى ألأ يقوم هذا الحل بإفساد وظائف المبنى أو التجمع العمرانى، مثل إستخدام نسيج متضامن يعوق حركة السيارات، أو كإستخدام فتحات ضيقة تحرم السكان من الإستمتاع بالمنظر الطبيعى للمنتجعات السياحية.

ه- **تحقيق قيم بصرية عالية بالمبنى :** فالحل المناخى يحب أن يتعامل مع التصميم المعمارى دون أن يفسد شكل المبنى أو التجمع، وإن كان يمكن للمعمارى الماهر أن يصمم عناصر التصميم المناخى بشكل جميل، الإ أنه من الهام عدم الإفراط فى إستخدام حلول مناخية تشوه الشكل العام، فالجمال واحد من الجوانب التى لا يجب إهمالها فى التصميم المعمارى.

٣-٤ المساهمون في عملية التصميم المناخي

فيما يلي أهم المساهمين في عملية التصميم المناخي:

أ. مهندس التدفئة و التبريد و التكييف.

ب. علماء فيزياء المباني، يهتم هذا التخصص بدراسة تفاعل الحرارة، الهواء، الإضاءة، الصوت وغيرها من العناصر مع المباني.

ج. إستشاري توفير الطاقة في المباني، و هو تخصص جديد، ظهر بغرض توفير استهلاك الطاقة.

د. المصمم المعماري، يفضل أن يكون هو إستشاري الطاقة والتصميم حتى يستطيع الموازنة بين الجوانب المختلفة للتصميم دون إهمال التصميم المناخي و الإلقاء به لمهندس التكييف.

فالمصمم المناخي مهني يتعامل مع عدد من التخصصات، و يمكن أن ينتمي كبداية إلى أي منها، و لكن يفضل أن يكون معمارياً أو مصمماً عمرانياً ملما بالجوانب آخرى من التصميم المناخي نظراً لقدرته على الرؤية الأشمل للمباني. ونصت وزارة الطاقة الأمريكية على و جوب أن يكون رئيس فريق التصميم المعماري على دراية بمبادئ التصميم المناخي و توفير الطاقة، و بررت هذه التوصية بقولها " إن معمارياً غير مدرك أو مهتم بتوفير الطاقة في مبناه غير قادر على إنتاج مبنى مثالي، حتى لو استعان بفريق هندسي معصوم من الخطأ". (الزعفراني ، ٢٠١٠)

٣-٥ المشـاكل التى تواجه التصمـيم المناخي

المعوقات والمشاكل التى تعوق عملية التصميم المناخى سيتم تقسيمها طبقا للاطراف المشاركة فى العملية التصميمة والذين لهم تاثير على هذه العملية التصميمية وهذه الاطراف تتمثل فى (المهندس المصمم، المالك، ظروف الموقع المحيطة، مشاكل ترجع للحياة العامة).

٣-٥-١ مشـــاكل ترجع للمهندس المصمم

أ. **نقص أعداد المهندسين المختصين فى هذا المجال:** يحتاج مهندس التصميم المناخي إلى معرفة العديد من مجالات العلوم والتى يحتاجها اثناء قيامه بالدراسات المناخية التحليلية مثل علوم الفيزياء والفلك والمناخ والارصاد الجوية..الخ. وتعتبر هذه المعارف علوم غير معمارية لا يبرع فيها المهندس المعمارى ولذلك فإنه يعانى نقصاً شديداً فى تمكنه من ممارسة مجال التصميم المناخي.

ب. **الحافز المادى:** من الصعب على إي مكتب هندسي إستهلاك الوقت والمال فى التصميم المناخي المجهد والمكلف إقتصادياُ و زمنياُ والذي لن يدفع تكاليفه احد، وذلك لان إى مالك يهتم فى الوقت الحالى بتحقيق الربح الاقتصادى فى المقام الاول. خاصة فى المشاريع الكبرى والتى يكون أُسلوب ترسية العطاء فيها هى إختيار المصمم ذو الأتعاب الأقل.

ج. **عدم وضوح الهدف لدى العاملين بالتصميم المناخي :** فالقلة من المعماريين الذين لهم علاقة بالتصميم المناخي ينتمون لإتجاهات معمارية مختلفة قد تتوافق أو تتعارض أهدافهم مما يفقدهم اللغة المشتركة للحوار، بعض المعماريين يتبنون العمارة التراثية أو المحلية التقليدية، أوإتجاهات الحداثة، أو العمارة البيئية (التي تهتم بالحفاظ على الأرض من التدهور وتقليل إستهلاك الطاقة لتقليل التلوث)، أو العمارة منخفضة الطاقة. وليس إي منهم على خطأ فلكل منهم هدف مشروع ، ومن الأهمية بمكان أن يتم تحديد الهدف من التصميم قبل العمل حتى لا يحدث الخلط .

٣-٥-٢ مشـــاكل ترجع للمالك

أ. محاولة المالك لتقليل التكلفة، بسبب إهتمام المالك بتحقيق ربح إقتصادى فى المقام الأول فإنه يلجأ لتقليل تكلفة تصميم وإنشاء المبنى، فيقوم بإلغاء تنفيذ إية حلول مناخية لتقليق التكاليف الإبتدائية بسبب مشاكل التمويل وذلك بغض النظر عن تحقيق الراحة الحرارية لمستعملى الفراغ.

ب.عدم معرفة المالك بوجود هذا التخصص، فأُهمل فى عمليات التصميم وإنعدام الطلب عليه.

٣-٥-٣ مشـــاكل ترجع لظروف الموقع المحيطة

تتمثل في عدم دقة وتكامل المعلومات المناخية بالدرجة الكافية أو قد تم رصد هذه المعلومات منذ مدة طويلة، كل ذلك يعوق المصمم من القيام بدراسته المناخية المطلوبة. بالإضافة إلى عدم خطورة الظروف المناخية على حياة الانسان طوال العام في السودان مثلا ، فلو لم يتم تصميم المبنى مناخياً لن يؤدى ذلك إلى خطورة كبيرة على المستعمل بعكس المناطق الآخرى الخطرة مناخياً كمثال القطب الشمالى .

٣-٥-٤ مشـــاكل ترجع للحياة العامة

أ. رخص تكاليف تشغيل الوسائل الميكانيكية: حيث لا يعطى الكثيرمن الملاك قيمة كبيرة لتكاليف تشغيلها، علي الرغم من انها على المدى الطويل قد تكون ذات تكلفة اكبر بكثير من الحلول المناخية.

ب. عدم وجود قوانين ملزمة بتوفير ظروف مناخية جيدة داخل المباني: تنص قوانين البناء في الدول المتقدمة على وجوب توفير ظروف مناخية تلائم حياة السكان مع الالتزام بإستهلاك أقل قدر ممكن من الطاقة لتوفيرها .

٣-٦ حلول المشاكل في عملية التصميم المناخي

أ. **إستخدام وتطوير أدوات جديدة للتصميم المناخي بمساعدة الحاسب:** أن إستخدام البرامج العالمية يمكن أن يكون مفيداً في حل عدد كبير من المشكال التي لها علاقة بطبيعة التصميم المناخي، وتتلخص فائدة إستخدام هذه الأدوات في :

- تبسيط عملية التصميم المناخي والتغلب على مشكلة نقص عدد المتخصصين: بتقديم أدوات تسهل عمل المصمم المعماري ، وتقدم له المساعدة المتخصصة دون أن جبره على التعمق في علوم غير معمارية.
- حل مشكلة عدم التأكد من جدوى التصميم المناخي تدريجيا: عن طريق إستخدام التمثيل الرقمي للتقييم والتطوير التدريجي لوسائل تقييم رقمية أكثر دقة ومصداقية مع الوقت ، وكذلك إستخدام معايير كمية للتقييم كالجدوى الإقتصادية يمكن أن يساهم في إقناع المتخصصين من الملاك أو الإداريين بجدوى الحلول المناخية التي يقترحها المعماري .

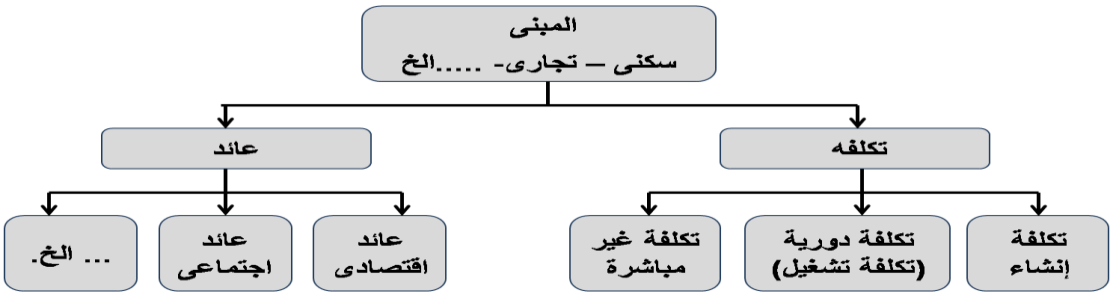
ب. **تحديد الأهداف من التصميم المناخي:** التصميم المناخي السليم لأ يتعارض مع أي طابع يتبناه أي إتجاه أو مدرسة معمارية - إلا لو فرض هذا الطابع أخطاءاً تصميمية تتنافى مع الراحة الحرارية - بل فقط يجب تحديد إن كان عملية التصميم تتم في إطار التصميم البيئي أو في إطار العمارة منخفضة الطاقة أو العمارة المحلية، العمارة التراثية أو غيرها ، بحيث يحدد الباحث أو المصمم أهدافه بدقة دون خلط ويسعى لتحقيقها .

ج. **حلول لمشاكل تفرضها ظروف خارجية وظروف يصعب تغييرها:** وهذه العوامل هي:

- المطالبة بفرض تشريعات محلية تفرض الكفاءة المناخية في تصميم المباني، والتي يجب أن تبدأ من حيث إنتهى العالم.
- التحول السياسي نحو الإهتمام بالبحث العلمي وتكنولوجيا المعلومات، وهو ماقد يعطي الفرصة للحصول على دعم حكومي مادي وعلمي لعملية تطوير برامج وأدوات التصميم المناخي المحلية.
- التحول نحو إقتصاديات السوق، والتي تهتم بالجدوى الإقتصادية حيث يمكنها على المدى الطويل الترويج لفكرة المبنى المصمم مناخياً كإحدى نقاط القوى في التسويق (المشآت التي يتم بيعها مكنتج في شركات الإستثمار العقاري).

٣-٧ تكاليف المعالجات والحلول المناخية

مما سبق يتضح لنا عندما يقرر المالك تنفيذ الحلول المناخية أو الميكانيكية فإن الفيصل هي التكلفة الاقتصادية حيث يتجه الى إختيار الحلول الأقل تكلفة بحيث لا تشكل عبء مادي كبير عند التنفيذ. والمشكلة الأساسية هى تشعب وتعدد تلك الحلول بحيث يصعب على المالك إختيار أمثلها مما قد يؤدى إلى إلغاء هذا البند تماما، أو إختيار بند من الظاهر أنه أقل تكلفة ولكنه فعلياً يصبح أكثر تكلفة بسبب وجود بعض التكاليف الغير ظاهرة فى البداية (كالصيانة وتكلفة التشغيل مثلاً) والتى تظهر لاحقاً بعد تشغيل المبنى. ولتسهيل حساب التكلفة الاقتصادية لإى حل مناخى يمكن تحليله إلى بنود التكلفة الأساسية لإى مبنى سواء كان سكنى أو تجارى له تكلفة وعائد، والبنود الاساسية للمبنى و تكلفته وعائده، كما موضح في الشكل (٣-٢) أدناه.



شكل (٣-٢): بنود التكلفة الأساسية لإى مبنى

(المصدر: صبرى ، ٢٠٠٢م)

وفى الوقت نفسه تنقسم المعالجات المناخية الى: ● حلول بيئية معمارية. ● حلول ميكانيكية

يوضح جدول (٣-١) تحليل بإسلوب مبسط لبنود التكلفة للحلول المناخية والميكانيكية أثناء وبعد إنشاء المبنى كمنهج إسترشادى لحساب تكاليف المعالجات طبقاً لبنود تكلفة المبنى ونوع المعالجة المناخية.

جدول(٣-١) : تحليل مبسط لبنود تكلفة الحلول المناخية والميكانيكية

بند التكلفة	حلول بيئية معمارية	حلول ميكانيكية
تكلفة إنشاء	وهى تتمثل فى تكلفة انشاء وتنفيذ الحلول المناخية مثل : ▪ إنشاء كاسرات الشمس. ▪ زيادة سماكة الحوائط. ▪ تكلفة إستخدام مواد العزل الحرارى للحوائط والاسقف. ▪ تكلفة إنشاء ملاقف الهواء . ▪ تكلفة استخدام عناصر نباتية أو مائية بغرض عمل حلول مناخية . وما يتطلبه ذلك من تكلفة تابعة لها على بنود المبنى مثل : ▪ تكلفة تشطيبات الحلول المناخية. ▪ تكلفة عدم استغلال مسطحات من المبنى واستخدامها فى اغراض مناخية كالافنية مثلاً بدلاً من بيعها كفراغ داخل المبنى.	وهى تتمثل فى تكلفة شراء الاجهزة الميكانيكية للتكييف للتحقيق الاتزان الحرارى مثل: ▪ اجهزة التكييف . ▪ اجهزة المراوح ..... الخ. وما يتطلبه ذلك من تكلفة تابعة لها مثل : ▪ تكلفه إنشاء بعض الفراغات (كتكلفة انشاء فراغ غرفة تكييف مركزى). ▪ تكلفة زيادة بعض العناصر الانشائية كمتطلب انشائى لبعض الاجهزة الميكانيكية. ▪ تكلفة عمالة لتركيب الاجهزة الميكانيكية المستخدمة بالمبنى . ▪ تكلفة عدم إستغلال فراغات من المبنى كفراغ التكييف المركزى مثلاً وعدم الإستفادة ببيعه وتحقيق الربح المادى الذى يهم المالك بصورة اولى .
تكلفة دورية	وهى تمثل التكاليف الدورية التى تضمن إستمرار عمل المعالجات البيئية بصورة جيدة، ونادراً ما تحتاج الحلول المناخية إلى تكلفة دورية إلا إنها تتمثل فى بعض البنود البسيطة غير ذات التكلفة العالية مثل : ▪ تكلفة إستهلاك المياه فى بعض الحلول المناخية. ▪ تكلفة صيانة بعض الحلول المناخية كصيانة المشربيات مثلاً وتكلفة	أن التكاليف الدورية للحلول الميكانيكية ذات تكلفة مرتفعه نسبياً مع الزمن وإستمرار عمل المبنى ولا يمكن إهمالها، وذلك لإعتماد المبنى بصورة مناخية أساسية على إستمرار عملها ومن أمثلة بنود هذة التكلفة : ▪ تكاليف إستهلاك الوقود – الكهرباء – الغاز الطبيعى – المياه... الخ، اللازمة لتشغيلها. ▪ تكاليف صيانة الأجهزة الدورية وتغيير الأجزاء التالفة منها بإستمرار .

		صيانتها.	▪ تكاليف العمالة القائمه على تشغيل هذة الاجهزة الميكانيكية .
تكلفه غير مباشرة	استثمارراس المال	إى مبلغ الآن تصبح قيمته أكبر بعد فترة من الزمن بعد إستثماره والحصول على نسبة ربح ما والذى يختلف حسب الزمان والمكان، ونستنتج من ذلك ما يلى : ▪ تكلفة الحلول المناخية تدفع بالكامل وقت تنفيذ المبنى . ▪ تكلفة الحلول الميكانيكية تنقسم الى جزئين :احدهما يدفع عند شراء الاجهزة الميكانيكية ، والاخر تكلفة دورية تدفع على فترات طوال عمر المبنى . بالمقارنة بين البندين السابقين يمكننا عن طريق الحسابات وضع نسبة عائد الربح فى الاعتبار عند حساب تكاليف اى من الحالين السابقين .	
	الاصول	بعد فترة من الزمن تصل الحلول المناخية الى حالة متهالكة لا يصلح معها إجراء صيانة دورية لها، مما يترتب عليه إعادة إنشاؤها من جديد بتكلفة جديدة بعد إنتهاء عمرها الافتراضى .	الحلول الميكانيكية تستلزم تغيير بعض الأجزاء التالفه منها من وقت لاخر عند صيانتها دورياً، دون تغيير كلى للجهاز الميكانيكى وإن كان بعد فترة من الزمن يصبح موديله أقل كفاءة من موديلات حديثة تظهر مما قد يستدعى إلى تغيير الجهاز باكمله .

(المصدر: الزعفراني ، ٢٠١٠م)

بتحليل البنود والتكاليف السابقة، يتضح ان العامل الاقتصادى مهم عند إنشاء إى مبنى سواء كان هذا المبنى سكنى أو تجارى ويعتبر كحد فاصل لإختيار أنسب المعالجات المناخية، فقد يلجأ المالك إلى معالجة المبنى بحلول مناخية بالكامل أو بحلول ميكانيكية بالكامل أو باختيار بعض من الحلول الميكانيكية مع بعض الحلول المناخية .

٣-٨ التكامل بين المعالجات المعمارية و الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية داخل المبنى

من المفهوم أن الظروف المناخية الملائمة داخل المبنى يمكن الوصول إليها بسهولة إعتماداً على المعدات الميكانيكية للتدفئة و التكييف، و لكن قد يؤدي الإعتماد الكلي عليها إلى قرارات معمارية تتناقض مع طبيعة المناخ، مما يرفع من الأحمال على النظم الميكانيكية و يتسبب في زيادة كبيرة في تكاليفها، كما أن رفض استخدام الوسائل الميكانيكية تماما و محاولة الإعتماد المطلق على المعالجات المعمارية التي تتبناها العمارة الشمسية السالبة قد يؤدي إلى حلول معقدة تفرض الجانب المناخي على بقية جوانب التصميم و تتناقض مع وظائف و جماليات و اقتصاديات المبنى.

التصميم المناخي السليم لأ ينحاز لاي من النقيضين، بل يختار الأفضل منهما في كل حالة على حده و يكامل بينهما إذا تعذر أن يفي أحداهما بالغرض، فمثلاً إذا افترضنا أن المبنى سيخلو تماما من المعدات الميكانيكية، فيصبح من الأهمية توفير طريقة لمرور الهواء بسرعة كافية عبر المبنى، في هذه الحالة يصبح معظم المجهود التصميمي مركزا على الفتحات و الملاقف و الأفنية التي ستتيح حركة الهواء، بينما لو افترض أنه يمكن إستخدام مروحة أو نظام متكامل (معماري – ميكانيكي) يسمح بمرور الهواء عبر المبنى سنجد أن الحلول المعمارية ستصبح أبسط ، و ينصب التركيز في هذه الحالة على تقليل درجة الحرارة داخل المبنى بتقليل إكتساب المبنى للحرارة عن طريق الإظلال و تقليل انتقال الحرارة عبر الحوائط. وشجع على هذا التطور فى الدول المتقدمة على ظهور القوانين

البنائية الملزمة بأداء بيئى و مناخي معين للمبنى؛ مما جعل العامة مضطرين للتعامل مع التصميم المناخي للمبانى بشكل أو بآخر.

٣-٨-١ معامل عدم الراحة

فمقياس عدم الراحة يعبر عن رضا مستخدم المبنى عن الظروف الحرارية فى فترة زمنية معينة، وكلما زاد مقدار مقياس عدم الراحة أو طالت مدة التعرض لها كان هذا مؤشراً على ضعف التصميم المناخى. فكفاءة المبنى تتناسب عكسيًا مع طول مدة عدم الراحة، كما تتناسب عكسيًا مع درجة عدم الراحة خلال هذه الأوقات. وهكذا يمكن استنتاج مقياس زمنى لعدم الراحة خلال فترة محددة:

[معامل عدم الراحة: طول مدة عدم الراحة (ساعة) × درجة عدم الراحة (ديسك)] (الزعفراني،٢٠١٠)

وبتجميع معامل عدم الراحة طول الفترة (سنة مثلا) يمكن الحصول على مقياس يعبر عن كفاءة تصميم المبنى، فكلما قل معامل عدم الراحة السنوى، كلما كان المبنى أنجح مناخيًا .

٣-٨-٢ معامل عدم الراحة الشهرى: هو مجموع عدد ساعات عدم الراحة × درجة عدم الراحة لكل ساعة خلال الشهر، ويلاحظ أن جمع وحدات عدم الراحة الموجبة (الظروف الحارة) مستقلة عن ساعات عدم الراحة السالبة (الظروف الباردة) كلٍ على حدة .

٣-٩ الطرق المتاحة لتقييم تصميم المبني مناخياً

أ. القياسات الطبيعة في المبنى، وهي طريقة مضمونة الدقة لحد بعيد للتأكد من تحقيقه للراحة الحرارية بعد بناء المبنى،إلا أن إكتشاف أخطاء التصميم سيكون غير ذي جدوى بعد أن تم بناء المبنى بالفعل.

ب.بناء نماذج مصغرة (ماكينات) وإختبارها معملياً، فتقييم حركة الهواء به مثلا عن طريق وضعه في نفق هوائي وهي طريقة ذات نتائج علمية دقيقة. ولكن من الصعب على كل مهندس يصمم مشروعاً في مكتبه أن يجري هذه التجارب للتقييم أو يتحمل تكاليفها. كما يكون هنالك إحتياج الي دراسة تأثير عناصر المناخ الاخرى على المبني مما يجعل هذه الطريقه يصعب فيها إتخاذ القرار النهائي بأن هذا التصميم يحقق الراحة الحرارية أم لا. (Koenigsberger, 2013)

ج. الحساب الرياضي : يمكن تطبيقها على أي عدد من المتغيرات خلال أي فترة من العام، ولكن تظل أمام المصمم المعماري عقبة رئيسية وهى المجهود اللازم عملياً لإجراء الحسابات بدقة مما قد يجعله من المستحيلات. لكن يمكن تدراك هذه المشكلة بإجراء هذه الحسابات عن طريق الحاسب الآلي.

د. تقييم بالتمثيل الرقمي: هو الوسيلة التي يستخدمها الحاسب الآلي لتمثيل السلوك الحراري للمبنى وليس لإجراء الحسابات فقط . (مثل TRANSYS أو DOE فى أمريكيا أو ESPR فى بريطانيا).

٣-١٠التصميم المناخي بمساعدة الحاسب الآلي

هو يساعد فى إتخاذ القرارات التصميمية المناخية بحيث يمكن التنبؤ بالظروف الحرارية داخله وتقييمها وذلك أثناء عملية التصميم مما يسمح بتسهيل إستخدام عملية التصميم المناخى فى مراحل مبكرة من التصميم المعماري . وتمر عملية تقييم حل مناخى معين بإستخدام التمثيل الرقمى بشكل عام بثلاثة خطوات وهي:

- ❖ بناء النموذج التمثيلى للبديل المقترح.
- ❖ محاكاة السلوك الحرارى للنموذج.
- ❖ تقييم الأداء المناخى للبديل المقترح ومقارنته بغيره من البدائل للوصول إلى قرار تصميمى.

وفيما يلى يوضح الجدول (٣-٢) مقارنة توضح الفارق بين التصميم المناخى بالطرق المعتادة، وبين العمل بمساعدة الحاسب الآلي .

جدول (٣-٢) : الفارق بين التصميم المناخى التقليدى، وبين العمل بمساعدة الحاسب الآلى :

الدراسات المناخية التقليدية	الدراسات المناخية بمساعدة الحاسب
أ- البيانات المناخية: يتم الحصول عليها من أقرب محطة إرصاد جوية للموقع ، بعد إجراءات رسمية طويلة إن كانت البيانات المطلوبة لأغراض علمية تطلبها جهة أكاديمية، أو بمقابل مادى كبير إن كانت لأغراض تجارية. ونادرًا ما تكون هذه البيانات فى الصورة المطلوبة للتصميم المناخى المعمارى أو العمرانى.	**أ- البيانات المناخية:** • تضم برامج التصميم المناخى المتقدمة البيانات المناخية لمعظم المدن الرئيسية ويمكن والحصول فى معظم بلاد العالم على البيانات على أقراص أو (TMY) المناخية من خلال شبكة المعلومات. • أما فى السودان فمن الصعب الحصول عليها (رغم وجودها بالفعل لدى هيئة الأرصاد) حيث أنها غير مجانية وليست فى صيغة قياسية. • كما أن معظم البرامج العالمية للتصميم المناخى لا تشمل السودان أو البلاد العربية فى نطاق إهتمامها، مما يعرقل استخدام الحاسبات فى التصميم المناخى. • لذلك كان من الهام لأى برنامج لمساعدة المصمم المناخى السوداني مثلاً بناء قاعدة معلومات للبيانات المناخية في السودان تدريجيًا والتى تهم المصمم المناخى المعمارى بشكل خاص. • وتستطيع استنتاج البيانات المناخية للمناطق التى ليست بها محطات أرصاد إعتمادًا على نقاط الأرصاد الأقرب إليها ومن خلال عمليات استنباطية، بحيث يمكن توفير ملف البيانات المناخية لأى موقع فى السودان بمجرد تحديد إحداثياته.
ب- تحديد الاشعاع الشمسى كماً وكيفاً: • يتم ذلك بإستخدام خرائط حركة الشمس المنشورة فى كتب التصميم المناخى لخطوط عرض محددة ومختارة. • ويتم إستخدام بيانات أقرب خط عرض له في خريطة منشورة كما تستخدم بعض الخرائط البيانية أو الجداول لتحديد فيه الأشعاع الشمسى الساقط على كل إتجاه من الأسطح الأفقية أو الرأسية.	**ب- تحديد الاشعاع الشمسى كماً وكيفاً:** • يمكن لبرنامج تحديد مسار الشمس حساب زاوية إرتفاع الشمس وإتجاهها فى أى لحظة من اليوم أو السنة فى أى موقع فى العالم بمجرد تحديده. • وكذلك رسم مسار حركة الشمس وتغير أشكال الإظلال فى صورة متحركة. • كما يتم حساب كمية الطاقة الشمسية الساقطة على أى سطح وفى أى إتجاه، بحيث يتم توصيف الإشعاع الشمسى المؤثر على المبانى كمًا وكيفًا بكل دقة فى وقت قياسى.
ج- تحليل البيانات المناخية: • إن البيانات المناخية فى صورتها المباشرة	**ج- تحليل البيانات المناخية:** • يتم هذا التحليل بواسطة برامج الحاسب الآلى

غير ذات جدوى تقريبًا للتصميم المناخى ، بل يجب تحليلها لفهم الظروف المناخية وتأثيرها على الراحة الحرارية للانسان. • وتستخدم لذلك حالياً خرائط بيانية مبسطة مثل الخريطة البيومناخية مثلاً التى تتعامل مع متغيرين هما درجة الحرارة والرطوبة النسبية، أوالخرائط المعقدة التى تتعامل بشكل شامل مع باقى المتغيرات مثل خرائط درجة الحرارة المؤثرة القياسية والتى تحتاج لإستعمال ٦٠ خريطة مختلفة لتقييم الظروف المناخية! مما يقلل من إستعمالها عملياً رغم دقتها .	بدقة خلال التعامل مع ست متغيرات: (درجة حرارة الهواء،الرطوبة النسبية، الإشعاع الشمسى و الحرارى، حركة الرياح، النشاط البشرى، نوع الملابس). • تكون مخرجات التحليل واضحة فى صورة تحدد للمصمم الظروف التى يجب معالجتها بتصميماته. • يمكن تحديد مدى ملائمة الظروف المناخية لممارسة نشاط معين فى وقت ما، فمثلاً: لتقييم موقع قرية سياحية: ❖ يمكن تحديد إن كانت ظروف الموقع المناخية تسمح بممارسة الأنشطة بالهواء الطلق خلال أوقات معينة. ❖ أو توضح الحاجة لمعالجة تسمح بممارسته لفترات أطول (إظلال الملاعب أو ممرات المشى أو الجرى) مثلاً. ❖ أو توفير منشأ معمارى (حمام سباحة - محمى أو مغطى للسباحة فى الشتاء) ...إلخ.
د- إستنتاج الظروف المناخية المعدلة نتيجة لمحددات الموقع: المحددات المحلية للموقع (وجود جبل مجاور - وجود الموقع على سطح مائل- وجود مبانى أو أشجار تحيط بالموقع). و تتم حاليًا بواسطة خرائط مسارات الشمس والرياح، التى يتم توقيع المبانى المحيطة كلها بطرق معقدة (التصوير أو الإسقاط الستيروجرافى) لتحديد خواص التعرض للشمس فى الموقع أو نمط سرعات الرياح فى وجود مبانى أو أشجار حولها.	**د- إستنتاج الظروف المناخية المعدلة نتيجة لمحددات الموقع:** يمكن أن يقوم برنامج الحاسب الآلى بحساب تأثير المبانى المحيطة على المناخ فى الموقع بدرجة عالية من الدقة، تسمح باستنتاج كمية الاشعاع الشمسى الساقطة واتجاهها وأنماط الإظلال طوال العام على كل مساحة الموقع والمبانى المقامة عليه، بحيث يمكن حساب تأثيرها على تصميم المبنى أو التجمع العمرانى.
مرحلة إقتراح الحلول	**مرحلة إقتراح الحلول**
يقوم المصمم بإقتراح الحلول بناءاً على خبرته الشخصية وتفضيلاته لنمط معمارى معين، بإستخدام جداول ماهونى التى يمكن أن تقدم له النصح بإستخدام محدود من الحلول المناخية غير المقيمة كمياً. ولا يوجد طريقة عملية لإختبار صحة الحل المقترح.	يمكن لقاعدة معلومات تضم المعالجات المناخية والمصنفة جيداً ترشيح مجموعة من الحلول تصلح نظرياً للمنطقة محل الدراسة، وبناءاً على إختبارها بالتمثيل الرقمى يتحدد أفضله.
تمثيل الحلول	**تمثيل الحلول**
يتم التمثيل بصرياً فقط بواسطة رسومات، أو تمثيلا جيومترياً لا يعبر عن الخواص الحرارية.	يتم تمثيل كل الجوانب والمتغيرات بصرياً وبطريقة يمكن حسابها.
مرحلة تقييم الحل	**مرحلة تقييم الحل**
وهذه أكبر مشكلة تواجه التصميم المناخى	يتم التقييم باستخدام برامج التمثيل الرقمى، التى

التقليدى، حيث يصعب تقييم أداء أى معالجة مناخية مقترحة، بإستخدام نموذج يوضع فى نفق الهواء وما إلى ذلك، وهى عملية مكلفة وغير ملائمة للظروف العملية للتصميم.	تعطى تقييما كمياً دقيقاً يسمح بالمقارنة بين البدائل المختلفة لتحديد أفضلها مناخيا.

(المصدر: الزعفراني ، ٢٠١٠م)

و يلاحظ من الجدول السابق أن برامج التمثيل الرقمى تشكل جزءاً من أدوات التصميم المناخى وليس كلها، وينصب دور التمثيل الرقمى على المرحلة الأخيرة من التصميم (تقييم الحلول) التي كانت ولا تزال نقطة الضعف الرئيسية فى منظومة التصميم المناخى .

٣-١٠-١ مميزات إستعمال التصميم المناخي بمساعدة الحاسب الآلي

أ. سرعة أداء عمليات التمثيل الرقمى وإستخلاص النتائج وتقييم الحلول.
ب. عدم الإحتياج لأجهزة متعددة أو مكلفة ، فالإعتماد يكون على حاسب آلى عادى.
ج. التكامل، بإستخدام البرامج الشاملة لتقييم أداء مبنى من كل الجوانب (تقريبا) فى نفس الوقت.
د. إنخفاض تكلفة التصميم ، حيث تقل تكاليف المعدات والنماذج و تكاليف وقت المهندسين الذين يقومون بالعمل يدوياً، مما يزيد من فرص إستخدام التصميم المناخى عملياً فى الممارسة المهنية.
ه. تجربة عدد كبير من القيم التفصيلية للبدائل بسهولة، حيث يمكن عمل أى تعديل فى البديل وإعادة إختباره بسرعة دون الحاجة إلى بناء نموذج مادى جديد.
و. عدم الإحتياج لفهم تفاصيل السلوك المناخى ، مما يسهل على المصممين المعماريين غير المتخصصين فى التصميم المناخى إستخدامه إذا كان لديهم مجرد وعى عام بمفاهيمه.

٣-١٠-٢ مشاكل تواجه إستعمال التصميم المناخي بمساعدة الحاسب الآلي

وهذه المشاكل مبنية على بعض الأبحاث التى أجريت فى الجامعات البريطانية عن تقبل أوساط المصممين المناخيين للتمثيل الرقمى فى أوروبا، وهذه المشاكل تتمثل فى :

أ. التمثيل الرقمي يحتاج الى التدريب فهو عملية تتسم بشىء من الصعوبة ، كما يعانى بعض المصممين المعماريين من صعوبة الإعتماداً على الأرقام والقرارات المكتوبة. ويميلون لرفض وسائل التمثيل الرقمى إذا لم يكن لها قدرة على مجارات نمط تفكيرهم الذي يعتمد على الادراك البصرى والفراغى.
ب. يحتاج إلى الوقت وجهد كبير لبناء النموذج التمثيلى المطلوب كلما زاد حجم المبنى وتعقيده، فيجب إن لا يغرق المصممين فى تمثيل كل تفاصيل المبنى (تمثيل درجات السلم)، كما لا يجب اعتبار المبنى صندوق كبيرمغلق وإهمال تفاصيل شديدة الأهمية (مثل الفتحات). وبعض المصممين يلجأون لاستخدام أكثر من نموذج تمثيلى للمبنى الواحد، حيث يمثل (كل المبنى) بدرجة متوسطة من الدقة، ويختار بعض العناصر التفصيلية فى نموذج أخر لدراستها، مثل تمثيل غرفة واحدة بكل تفاصيلها (إلى حد تمثيل حلق الشباك وسؤاسات الزجاج) لاختيار حجم ونوع ومادة الفتحات الخارجية.
ج. الاحتياج لمزيد من الدقة والمصداقية فى نتائج التمثيل الرقمى، فالقليل من برامج التمثيل الرقمى قد تم التحقق من نتائجه، وهناك العديد من الأسباب المعروفة لنقص الدقة، مثل الاضطرار لتبسيط النماذج التمثيلية لتقليل وقت تشغيل الحاسب، إستخدام بيانات مناخية تعتمد على المتوسطات الشهرية وليس على التغيرات اليومية، عدم التمثيل الدقيق لبعض العناصر المؤثرة فى المحيط العمرانى للمبنى مثل الأشجار والمسطحات الخضراء والمسطحات المائية.

٣-١١ الخلاصـــــة

- التصميم المناخى هو واحد من جوانب التصميم المعمارى والعمرانى يعمل علي تحسين البيئة المبنية، ويمثل جزء من عملية شاملة من تصميم المشروع ككل، ويوثر بشكل كبير في العملية التصميمية دون ان يعيقها. وأهم اهدافه توفير الظروف المناخية الآمنة والمريحة وتحقيق الراحة الحرارية لمستعملى الفراغ داخل المباني وتحقيق هذه الأهداف بأقل قدر من التكاليف.
- إن عدم مراعاة كثير من المصمين لتفاعل المبنى مع الظروف المناخية المحيطة به وتأثيرها على تحديد المناخ الداخلي ونوعية المعالجة التي يحتاجها، وكذلك عدم مراعاة العوامل التي يعتمد عليها ذلك التفاعل والتي من أهمها عناصر الغلاف الخارجي للمبنى والخصائص الفيزيائية؛ جعلت الفراغات الداخلية للمباني تعتمد على الوسائل الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية المطلوبة للإنسان.
- وبالرغم من من أهميته إلا يواجه العديد من المشاكل متمثله فى مشاكل ترجع للمهندس المصمم، مشاكل ترجع للمالك، مشاكل ترجع للظروف الموقع المحيطة، مشاكل ترجع للحياة العامة . وأهم معوقات الحلول المناخية هى تكاليفها الإبتدائية والتى يرى المالك من وجهة نظره أنها لا قيمة لها ولا فائدة منها، ويفضل عنها الحلول الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة داخل الفراغ.
- إن جزءا كبيراً من مشاكل التصميم المناخى يرجع لعدم وضوح الأهداف التصميمية ، والصياغة الدقيقة لأهداف التصميم المناخى فى صورة متغيرات كمية يمكنها تقليل التناقضات والتعقيدات التى تحيط بعملية التصميم المناخى.
- أن تكنولوجيا التصميم المعمارى والعمرانى بمساعدة الحاسب تنمو بسرعة ومن المتوقع أن تفرض وجودها أكثر فأكثر، بحيث يصبح من السهل دمج التصميم المناخى بمساعدة الحاسب فيها بشكل طبيعى، خاصة مع ظهور تقنيات مثل المبنى الافتراضى (نموذج تمثيلى كامل للمبنى) على المستوى التجارى. يغنى عن بناء نموذج تمثيلى خاص للتقييم المناخى.
- يتوافر عالميًا عدد كبير من برامج التمثيل الرقمى التى سدت النقص فى مرحلة تقييم الأداء المناخى للبدائل التصميمية، وغطت الكثير من المتغيرات محل الدراسة، ولا يزال التطوير مستمرًا ويغطى مجالات جديدة كل يوم ،مما يبشر بوجود المزيد من أدوات التصميم المناخى الأفضل مستقبلاً. البرامج المتاحة حاليًا رغم فوائدها لا تزال صعبة الاستخدام بالنسبة للمعمارى والمصمم العمرانى، مما يعوق استخدامها فى مراحل مبكرة من التصميم خاصة قبل وأثناء وضع الفكرة التصميمية، وتؤجل دورها الى نهاية هذه العملية، ويقلل من اعتماد المعماريين عليها.
- ان البرامج العالمية لا تغطى الإحتياجات المحلية للمصممين المناخيين فى الدول ذات الظروف المناخية الحارة الجافة، وكذلك فى الظروف الإقتصادية التى تفرض عدم الإعتماد على معدات التحكم المناخى الميكانيكية عالية التكلفة.

الفصل الرابع
الغلاف الخـــارجى للمبنـــى

٤-١ مقـــدمة

أن المناخ الخارجى ذو تأثير مباشر على حالة الانسان وإحساسه بالراحة أو الضيق، فتكيف الانسان مع المناخ الخارجى ليس بالمرونه التى تكفى لأن يشعر الانسان بالراحة دائما في محاولة جسمه ان يتكيف عند تعرضه لاى ظروف مناخية غير ملائمة كالحرارة المرتفعة او البرودة الشديدة. ولذلك يجب عند تصميم إي مبني مراعاة المناخ داخل الفراغات العمرانية حيث انه جزء من المناخ الخارجى ولكن قد طرأت عليه بعض التغيرات عن ظروف المناخ الخارجى نتيجة وجود وسط انتقل خلاله المناخ الخارجى الى داخل الفراغ، وهذا الوسط ماهو الا الغلاف الخارجى لهذا الفراغ الموجود به الانسان او المستعمل لهذا الفرغ.

يتم في هذا الفصل عرض لمفهوم الغلاف الخارجي للمبنى و عناصره، و كيفية تأثره بالمناخ المحيط به. كما يعرض أساليب المعالجات المناخية المعمارية التي يمكن تطبيقيها لعناصر الغلاف الخارجي للمبنى (الحوائط، الاسقف، الفتحات الخارجية) في المناطق ذات المناخ الحار الجاف، كما سيتم عرض نماذج متعددة لمباني طبقت فيها.

٤-٢ مفهوم الغلاف الخارجي

يعمل الغلاف الخارجى علي حماية المستخدمين من العوامل الجوية السيئة خارج المبني، كما يعتبر بانه حلقة الوصل مابين الداخل والخارج سواء إتصال الداخل بالخارج كالرؤية او دخول وخروج المبنى، واتصال الخارج بالداخل سواء بالتاثير بالضوضاء او الحرارة او ما غير ذلك من العوامل الخارجية التى توثر على الفراغ الداخلى. فالغلاف الخارجى لإي مبنى ماهو الا تعبير مباشر عن العنصر الوظيفي خلف هذا الغلاف وكذلك العنصر الانشائي المستخدم فى المبنى. ومع تطور العمارة على مر العصور، وعن طريق التجربة والخطأ، أصبح لكل منطقة مناخية مختلفة فى العالم غلاف خارجى للمبنى نابع من البيئة المحيطة بحيث يكون وسط انتقالى للعوامل المناخية لمعالجتها بقدر الإمكان حتى يكون الفراغ الداخلى ملائم الى حد ما لمستعملى الفراغ الداخلى.

٤-٣ المعالجات المناخية المعمارية للمباني في المناطق الحارة الجافة

تتنوع أساليب التكيف الطبيعي للمباني مع البيئة المحيطة، فهنالك بعض المعالجات للمباني يجب علي المصمم المناخي ان يضعها في الاعتبار عند بداية التصميملتساعد في التقليل من كمية الاشعاع الشمسي الذي يتعرض له المبني وبالتالي تقل كمية الاحمال الحرارية المكتسبة من عناصر الغلاف. وهذه المعالجات متمثلة في توجيه المبني ، تشكيل كتلة المبني.

٤-٣-١توجيه المبني

إن التوجيه الأمثل للمبني يعمل على تقليل كمية الإشعاع الشمسي إلى أقل ما يمكن أثناء فترات الحرارة الزئدة في السنة بينما يسمح في الوقت نفسه بأكبر كمية إشعاع تدخل فراغات المباني أثناء الفترة الباردة في مناطق المناخ الحار الجاف. للتوجيه ويتم ذلك بتحديد الواجهات المقابلة لهذ الإشعاع وتصميمها بطرق خاصة، مع تقليل الفتحات التي تتسبب في دخول الحرارة وتسربها داخل المبنى.
تنحصر محددات إختيار توجيه المبنى في المناطق الحارة الجافة بعاملين أساسيين هما:

i. الإشعاع الاشمسي الساقط على عناصر المبنى الخارجية.
ii. سرعة الرياح السائدة واتجاهاتها وأثرها على معدل التهوية بالفراغات الداخلية للمبنى.

و التوجيه يكون على ثلاث نواحي :

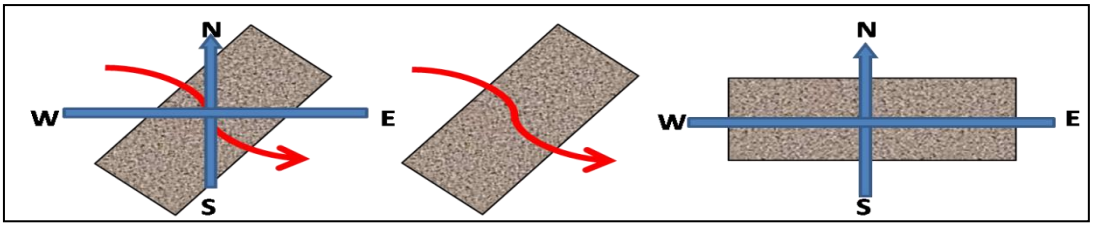
أ- توجيه المبنى ككل: التوجيه الأمثل هو الذى يمكنه حل المشاكل الخاصة بتوفير الراحة الحرارية للإنسان داخل المبنى فى المنطقة الصحراوية ذات المناخ الجاف الحار و يكون التوجيه مثالياً إذا ما خفض من درجة حرارة البيئة الداخلية و التقليل من درجة الإشعاع الشمسى .

ب- توجيه الأنشطة الداخلية بالمبنى: وهو ذا أهمية عظمى للحصول على الراحة الحرارية المطلوبة لعناصر و مكونات المبنى المختلفة ، فيراعى عند التوجيه معرفة الأماكن المستخدمة خلال الفترات المختلفة من العام بل ومعرفة فترات الإستخدام خلال اليوم الواحد و بالتالى تحديد الأنشطة المختلفة وأماكنها فى المسقط الأفقى .

ج- توجيه الفتحات والشبابيك : كما سيتم التطرق لها لاحقا في هذا الفصل.

إن الحوائط تتعرض للاشعاع الاشمسي بنسبة أقل من السقف في حالة المباني منخفضة الارتفاع ؛ فيكون التوجيه وفقا لاتجاه الرياح هو الافضل ، أما في حالة المباني المرتفعة فيكون التوجيه وفقاً لعامل الحماية من الإشعاع الاشمسي. التوجيه الافضل في المناطق الحارة الجافة يكون باتجاه الشمال والجنوب مع ميلان بزاوية ٢٥°باتجاه الجنوب الشرقي، أنظر الشكل (٤-١).

في أيام الصيف لا تتعرض الواجهة الشمالية للشمس إلا في ساعات النهار المبكرة والمتأخرة حيث تكون زاوية الشمس منخفضة عن الافق، و ينتشر ضوء الشمس في الفراغات التي تقع في الشمال بشكل متساوى. أما الواجهة الجنوبية في فصل الشتاء فتنفذ أشعة الشمس إلى الداخل مباشرة لان زاوية ارتفاع الشمس عن الافق تكون صغيرة، فتدفي الفراغ الداخلي،أما في فصل الصيف الشمس تكون عالية جدا فوق الافق فيمكن تظليل الواجهة باستخدام كاسرات بارزة منخفضة. كما ان الواجهة الشرقية تتعرض لاشعة الشمس منذ شروق الشمس و حتى وقت الظهيرة فقط، فتفقد الجدران الكثير من حرارتها بحلول المساء مما يجعها أكثر ملائمة من الجهة الغربية لحجرات النوم في المساكن .أما الواجهة الغربية تتعرض للإشعاع المباشر في الوقت الذي يكون فيه الإشعاع الشمسي في ذروته.

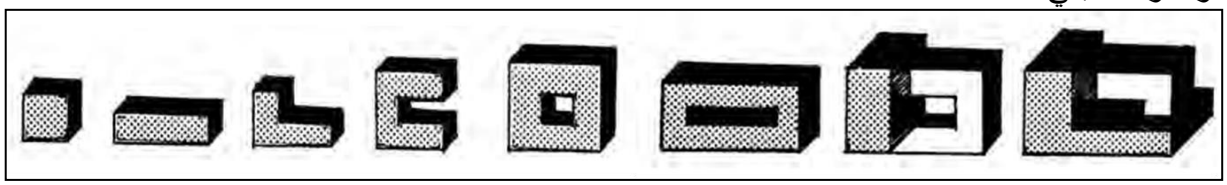


الشكل (٤-١): يوضح التوجيه الامثل للمباني في المناطق الحارة الجافة
(Gut and Ackerknecht, 1993)

٤-٣-٢ تشكيل كتلة المبني

شكل المبنى وكتلته من العوامل المهمة التي يجب ان يضعها المصمم المناخي في الاعتبار حيث يؤثر سلباً أو إيجابياً على كسب الحرارة وفقدانه من خلال العناصر الخارجية، فكلما زادت المساحة المعرضة للعوامل الخارجية إزداد معها الفقد والكسب الحرارى. وعلى المصمم أن يراعي اختيار الشكل المناسب للمبنى بتقليل مساحة الجدران الخارجية قدر الإمكان مقابل حجم المبنى . وجد (Olgyay) من خلال حساباته لطاقة الإشعاع الشمسي في الظروف البيئية المختلفة أن الشكل المربع ليس الشكل الامثل حيث يكون له النصيب الاقل من الإظلال سواء من ناحية الواجهات أو الأسقف المظللة وكمية الظل الساقطة علي الارض، أما الشكل المستطيل و ما شابهه هو أقل الأشكل تأثراً بالاحمال الحرارية الصيفية ، و أكثرها إكتساباً للاحمال الحرارية شتاءاً باعتماد التوجيه الصحيح (الموسوي). و قد أجريت تجارب للوصول الي أنسب شكل للمباني في المناطق الحارة الجافة

وأثبت ان النسبة المثلي لإستطالة المبني هي١:١,٣ ويمكن ان تزيد الي ١:١,٦ وبخلخلة الكتلة و عمل فناء داخلي تزداد المسطحات الشمالية مما يؤدي إلي زيادة الظل سواء علي الواجهات او أرضية الفناء الداخلي مما يعمل علي تحسين كفاءة الكتلة، كما موضح في الشكل (٤-٢). لا يمكن تحديد أشكال معمارية معينة تكون مناسبة دائماً ما لم يتم توجيهها بالإتجاه الصحيح، وذلك لان كفاءة الشكل المعماري يعتمد على التوجيه الجغرافي لذا فان الشكل والتوجيه غالباً ما يكونا متلازمين للوصول للمبني.



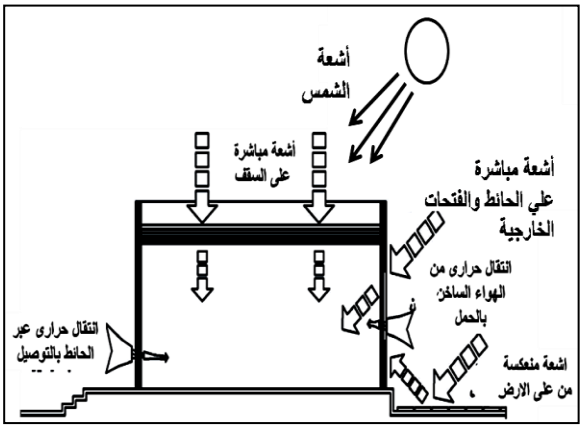
الشكل (٤-٢): تأثير شكل المبني علي كمية الظلال الساقطة
(المصدر:مرجع سابق، الوكيل ١٩٨٥)

٤-٤ عناصر الغلاف الخارجى للمبنى

حتى يتمكن المعمارى من الوصول إلى تحقيق بيئة مناخية صالحة داخل الفراغات المعمارية التى يقوم بتصميمها، يجب أن يكون إهتمامه الأكبر بتحليل الخصائص المناخية علاوة على دراسة العناصر المعمارية المختلفة للمبنى من حوائط واسقف وفتحات خارجية والتاثير المتبادل بين العوامل المناخية وعناصر الغلاف الخارجى للفراغ حيث انها تعتبر المنفذ الرئيسي لانتقال الحرارة داخل المبنى وبالتالى حالة المناخ بالفراغ، أنظر للشكل (٤-٣). والغلاف الخارجى للمبنى يتكون من ٣ عناصر رئيسية وهى:

أ- الاسقف.
ب- الحائط الخارجى الراسي.
ج- الفتحات الخارجية (أبواب وشبابيك).

ولكل من العناصر السابقة دورها فى الانتقال الحرارى بين خارج وداخل المبنى، كما يمكن مراعاة تصميمها بصوره تقلل الانتقال الحرارى من والى الفراغ، وبالتالى المساعدة فى خلق بيئة صالحة مريحة للانسان، ويتاثر معدل انتقال الحرارة من والى المبنى بالخواص الحرارية الطبيعية لمواد البناء.



شكل (٤-٣): الانتقال الحرارى عبر الغلاف الخارجى للمبنى
(المصدر: بكرى ، ١٩٨٩)

وتاثير المناخ على العناصر الخارجية المختلفة للمبنى من اسقف وحوائط وفتحات كالتالى:

٤-٥ الاسقف

السقف هو المصدر الرئيسي للإنتقال الحرارى بين داخل وخارج المبنى ، حيث أنه يكون أكثر عرضة لأشعة الشمس المباشرة طوال اليوم بعكس الحوائط التى تكون معرضة فى أوقات لاشعة الشمس خلال عدة ساعات من اليوم وليس اليوم كله مثل السقف طبقاً للواجهه الموجود بها الحائط الرأسى. ونسبة الإنتقال الحرارى للمبنى من خلال السقف تختلف بإختلاف مادة إنشاء السقف، فأفضل مواد إنشاء السقف هى المواد ذات خاصية إكتساب وفقد الحرارة ببطء لقدرتها على الإحتفاظ بالحرارة خلال ساعات النهار حتى تكون مصدراً للحرارة ليلاً، حيث تتدنى درجات الحرارة ليلاً ومن أمثلة المواد ذات خاصة إكتساب الحرارة ببطء الخرسانة أو مبانى الطوب ذات السماكة الكبيرة بعكس المواد المعدنية ذات خاصة إكتساب وإنتقال الحرارة بسرعة.

وتبلغ درجة الحرارة في المواد ذات خاصة إكتساب الحرارة ببطء أثناء وقت الظهيرة أقصى مدى لها مما يسبب ضغوطاً حرارية على السقف وبالتالى يؤدي لإكتساب السقف للحرارة ونفاذها الى الداخل. وتطول مدة نفاذ الحرارة إلى الداخل خاصة كلما زاد سمك السقف إلى وقت تكون فيه درجة الحرارة خارج المبنى أخذت فى التدنى حتى الغروب فتصبح هذه المواد مصدراً للإشعاع الحرارى داخل الفراغ بسبب الحرارة الكامنة داخلها مما يحمى سكان المبنى من البرودة الشديدة ليلاً وخاصة فى الشتاء. الإ أن حُسن إختيار مادة مناسبة لتغطية المباني لا يعنى التخلص كلياً من الحرارة النافذة عبر السقف، ولابد على المهندس إختيار وسائل مساعدة للحد من الحرارة النافذه الى داخل الفراغ عند إنشاء الأسقف، وهناك عدة معالجات مختلفة لتحقيق هذه الغاية يمكن إيجازها فيما يلي:

٤-٥-١ المعالجات المناخية للاسقف

أ. إستخدام مواد عازلة للحرارة

يمكن إستخدام أحد المواد التى لها خاصية عدم النفاذ الحرارى ضمن مكونات تشطيب الاسقف، ومن أشهر هذه المواد الفوم والذي له خاصية عدم نفاذ الحرارة للداخل فيقوم بحماية الفراغ الداخلى من الاحمال الحرارية الزائدة. وتكون طبقة العزل الحرارى من الفوم أو غيره من المواد المماثلة فى السماك من ٢سم وكلما زاد السمك كلما زادت كفاءته فى العزل الحرارى المطلوب كما يتضح في الشكل (٤-٤ أ)، كما يمكن استخادام المواد العازلة الحديثة المتوفرة حالياً مثل الفلين النباتي، رغوة البولوريثين، ألواح الانسولايت (البيرلايت الانشائي)، بلوكات البيرلايت خفيف الوزن المستخدم في الأسقف في الطوابق المتعددة وهو يعتبر من أنجح الاساليب المعمارية المستخدمة فى الإنشاء والعزل

ب. إستخدام مواد عاكسة للحرارة

وذلك عن طريق تغطية السطح العلوى للسقف بمادة عاكسة للتخلص من أشعة الشمس وطاقتها الحرارية ومن أمثلة المواد العاكسة لأشعة الشمس والحرارة هي الالواح المعدنية (الصاج) أو المواد ذات اللون الابيض العاكس للحرارة، كما يتضح في الشكل (٤-٤ ب).

ج. ترك فراغ هوائي عازل

من خصائص الهواء أنه يعتبر عازل للحرارة بصورة نسبية، ولذلك يمكن إستخدامه كفراغ هوائي لعزل الحرارة كما يتضح من شكل (٤-٤ج) ويتحقق ذلك بعدة وسائل منها على سبيل المثال إستخدام بلوكات مفرغة فوق سطح السقف - إنشاء السقف من طبقتين خرسانيتين بينهما فراغ هوائي محصور. الإ انه بمرور الوقت اذا لم يتجدد الهواء فإن درجة حرارة الهواء ستتأثر بكل تأكيد بالتقلبات الحرارية المستمرة، ولذلك يجب عمل تجديد مستمر للهواء ومن هنا نشأت فكرة إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين تسمح بمرور الهواء بينهما.

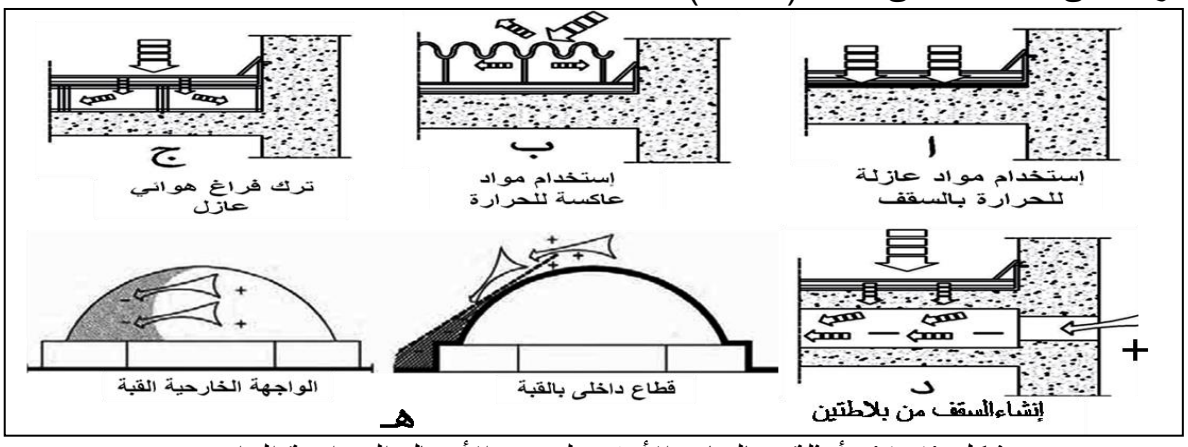
د. إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين

يتم فيها إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين مما يؤدي الى حركة الهواء بينهما، حيث تقوم البلاطة العلوية بدور المظلة فتؤدي إلى إنخفاض درجة حرارة الهواء أسفلها عن الهواء الخارجى مما يولد منطقة ضغط منخفض أسفل السقف العلوى ومنطقة ضغط مرتفع فى الخارج وبالتالى يؤدي لحركة الهواء من المنطقة ذات الضغط المرتفع إلى المنطقة ذات الضغط المنخفض، ومن ثم التخلص من أي حرارة نافذة عبر السقف العلوي وعدم نفاذها من خلال السقف السفلي، كما يتضح في الشكل (٤-٤د).

ه. إستخدام أشكال منحنية للسقف

من المعروف بدراسة زوايا الشمس عدم تعرض الأسقف المنحنية بالكامل لأشعة الشمس بل يوجد جزء مظلل منها، وبالتالي يقلل الضغط الحرارى على السقف ومن أشهر أمثلة الأسقف المنحنية القبة والقبو والتي تستخدم بصورة منتشرة فى المناطق الصحراوية. وتساعد كذلك هذه الأسقف على تولد

منطقة ضغط مرتفع فى المكان المعرض لأشعة الشمس ومنطقة ضغط منخفض فى المكان المظلل من السقف مما يساعد على حركة الهواء بين المنطقتين مما يساعد على تخفيف الحمل الحرارى الزائد على السقف كما فى الشكل (٤-٥ هـ).



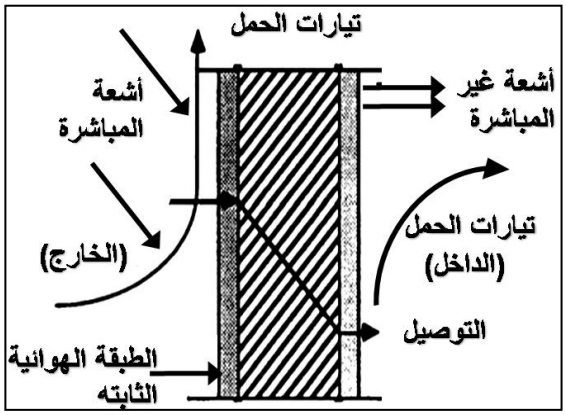
شكل (٤-٤): أمثلة معالجات الأسقف لتجنب الأحمال الحرارية الزائدة.
(المصدر: الخولى، ١٩٧٥)

٤-٦الحوائط

إن الحوائط الخارجية لأي واجهة بالمبنى لاتتعرض لأشعاع الشمسي طوال اليوم مثل تعرض الأسقف. إضافة إلى إختلاف زاوية ميل الشمس على الأسقف عنها على الحوائط مما يؤدى إلى تقليل شدة أشعة الشمس على الحوائط، إلا أن الحوائط تتعرض لمصدر حرارى آخر وهو أشعة الشمس المباشرة ، اشعة الشمس المنعكسة من الارض (خاصة فى المناطق التي أرضيتها بسطح عاكس حراريا)، بالاضافة الي الهواء الساخن القريب من سطح الارض والذى يشمل مجال تاثيره الحائط الخارجى للمبنى. أما ليلا فتعبر أسطح الارض مصدراً لإشعاع البرودة على الحوائط الخارجية. إن مادة إنشاء الحائط تؤثر أيضاً على كمية النفاذ الحرارى بين خارج وداخل الفراغ، ومن افضل المواد المستخدمة فى السودان هى الطوب المحروق وهو ذو خاصية بطئية فى إكتساب ونفاذ الحرارة بين الداخل والخارج.

٤-٦-١السعة الحرارية لمواد البناء

هناك تبادل مستمر للحرارة بين أي منشأة والبيئة المناخية المحيطة وهذا التبادل الحرارى بينهما يتم عن طريق الإشعاع والحمل والانتقال والتوصيل كما في الشكل(٤-٥)، وكمية الحرارة المتبادلة بين المنشأ والبيئة المناخية المحيطه تعتمد بشكل أساسي علي طبيعة مواد البناء ومكونات عناصر المنشأ من أسقف وحوائط وأرضيات.



شكل (٤-٥) : التبادل الحراري بين البيئة الخارجية والفراغات الداخلية من خلال الحوائط.
(المصدر : دسوقي، ٢٠٠٠)

ففي الفترة الحارة من اليوم تدفق الحرارة من البيئة المناخية المحيطة عبر عناصر المبني إلي الفراغات الداخلية، حيث تختزن إما بالفراغات الداخلية وإما داخل عناصر المبني نفسه، وعندما تحل الفترة الباردة من اليوم أثناء الليل تتدفق هذه الحرارة المختزنة إلي الخارج مرة أخرى عبر هذه العناصر. ويوضح الجدول (٤-١) أنواع مواد البناء المختلفة وزمن انتقال الحرارة خلالها إلي الفراغات الداخلية للمبنى.

جدول (٤-١): العلاقة بين سمك مادة البناء وزمن إنتقال الحرارة خلالها.

مادة البناء	السمك سم	زمن انتقال الحرارة بالثانية	مادة البناء	السمك سم	زمن انتقال الحرارة بالثانية
الحجر	٢٠	٥,٥٠	الطوب الأحمر	١٠	٢,٣٠
الحجر	٣٠	٨,٠٠	الطوب الأحمر	٢٠	٥,٥٠
الحجر	٤٠	١٠,٥٠	الطوب الأحمر	٣٠	٨,٠٠
الحجر	٦٠	١٥,٥٠	الطوب الأحمر	٤٠	١٢,٠٠
خرسانة مصمتة	٥	١,٠١	الخشب	١,٢٠	٠,١٧
خرسانة مصمتة	١٠	٢,٥٠	الخشب	٢,٥٠	٠,٤٥
خرسانة مصمتة	١٥	٣,٨٠	الخشب	٥	١,٣٠
خرسانة مصمتة	٢٠	٥,١٠	ألواح العزل الحراري	١,٥	٠,٠٨
خرسانة مصمتة	٣٠	٧,٠٨	ألواح العزل الحراري	٥	٠,٧٧
خرسانة مصمتة	٤٠	١٠,٤٠	ألواح العزل الحراري	١٥	٥,٠٠

(المصدر : القويضي، ٢٠٠٢)

إن أحد الأهداف الرئيسية من إستعمال الحوائط السميكة هو تأخير وصول الذروة الحرارية إلى داخل الفراغ، حين تسقط أشعة الشمس على السطح الخارجي ترتفع درجة حرارته وتتدفق إلى الداخل، فإذا كان الحائط أو السقف سميكاً وسعته الحرارية عالية يتأخر وصول الذروة الحرارية إلى الداخل، وعندما تغرب الشمس تنخفض درجة حرارة الفضاء الخارجي و درجة حرارة السطح الخارجي للحائط تدريجياً وينعكس مسار تدفق الحرارة ليصير من الداخل إلى الخارج وذلك لان درجة حرارة السطح الخارجي أقل من درجة حرارة السطح الداخلي. وهذا يعنى أن أكثر فترة باردة بالليل يكون مفعولها في الفراغ الداخلي عند منتصف النهار، وبالتالي تقوم الأجزاء الباردة من غلاف المبنى كالأسقف والحوائط الخارجية بامتصاص الحرارة من القواطع الداخلية والأثاث.

٤-٦-٢ خواص مواد البناء في المناطق الحارة الجافة

إستخدام مواد البناء التي تساعد على حفظ الحرارة ومنع تأثير أشعة الشمس والعزل الحراري مثل:

أ- **الطوب اللبن**: يعتبرأفضل مادة طبيعية يمكنها توفير العزل الحراري للمبنى.

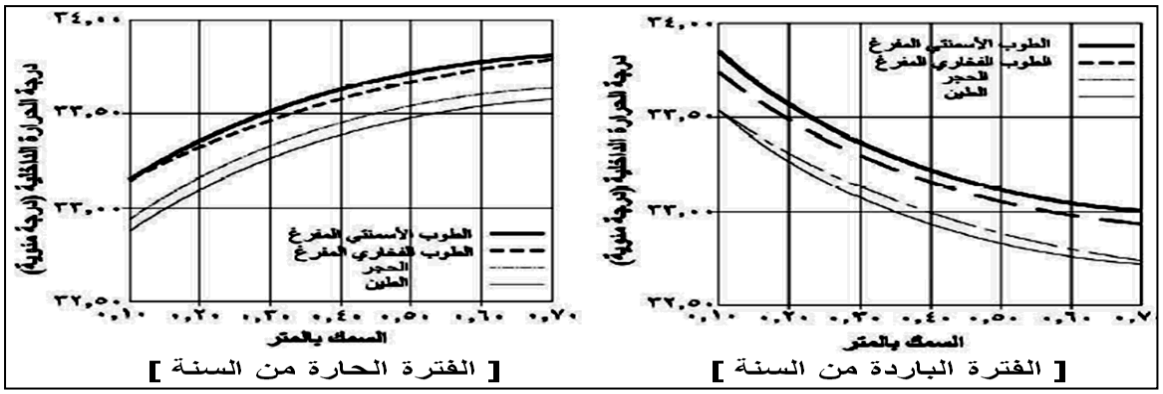
ب- **الآجر:** وهو الطوب الأحمر، وفي حالة بناءه بسمك كبير فإنه يساعد على توفير عزل حراري جيد للفراغات الداخلية للمباني.

ت- **الحجر:** و قد إستخدم في إنشاء العمارة الإسلامية حيث يوفر عزلاً حرارياً جيدا للفراغات.

ث- **الحجر الجيري:** أُستخدم ليساعد على إحتفاظ الفراغات الداخلية بهوائها البارد معظم ساعات النهار أثناء إرتفاع درجة حرارة الهواء بالخارج.

ج- **الخشب:** أُستخدم في عمل الأسقف المستوية والقباب، وإنتشر إستخدامه لأنه عازل جيد للحرارة خاصة في الأسقف بالمناطق الحارة.

يوضح شكل رقم (٤-٦) تأثير تغيير سمك الحوائط الخارجية للمبنى مع إختلاف نوع المادة على درجات الحرارة الداخلية للمبنى في كل من الفترة الحارة والباردة من السنة، ويتناول الشكل أربعة أنواع مختلفة من مواد البناء (الطين، الحجر، الطوب الفخاري المفرغ، الطوب الأسمنتي المفرغ) بأسماك مختلفة للحوائط (١٠،٢٠،٣٠،٤٠،٥٠،٦٠،٧٠ سم).



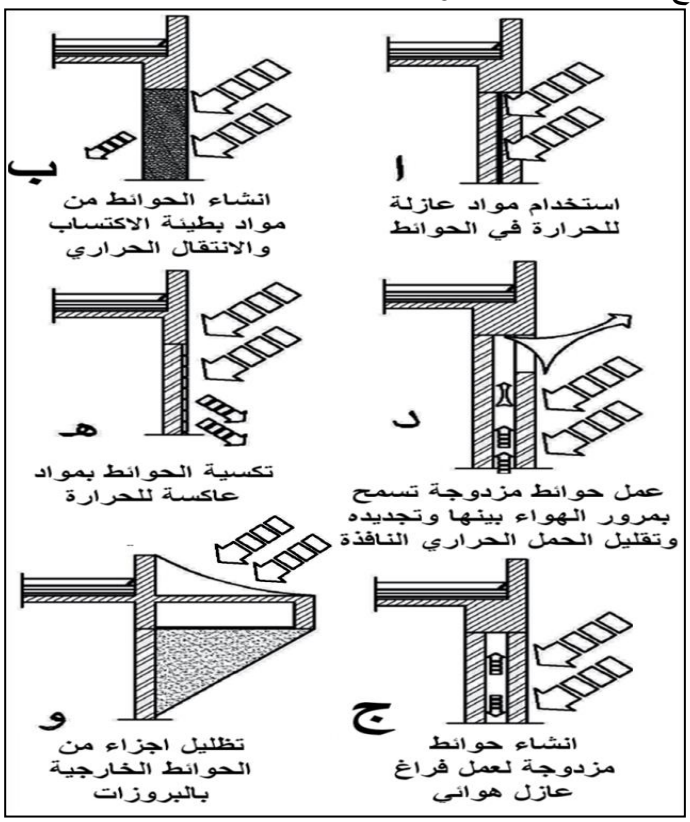
شكل (٤- ٦): تأثير تغيير سمك الحوائط على درجات الحرارة الداخلية
(الفترة الباردة والحارة من السنة)
(المصدر: علي، ١٩٩٧)

ومن خلال الشكل(٤- ٦) يلاحظ في الفترة الحارة أنه كلما زاد سمك الحائط قلت درجة الحرارة الداخلية وذلك لجميع مواد البناء، وأن أقل درجات حرارة داخلية عند جميع الأسماك المختلفة تسجلها الحوائط الطينية والحجرية، ويلي ذلك في الترتيب الحوائط من الطوب الفخاري المفرغ والطوب الأسمنتي المفرغ.

أما في الفترة الباردة كلما زاد سمك الحائط زادت درجة الحرارة الداخلية وذلك لجميع مواد البناء و أن أعلى درجات حرارة داخلية عند جميع الأسماك المختلفة تسجلها الحوائط الطينية والحجرية، ويلي ذلك في الترتيب الحوائط المكونة من الطوب الفخاري المفرغ والطوب الأسمنتي المفرغ.

٤-٦-٣ معالجات الحوائط

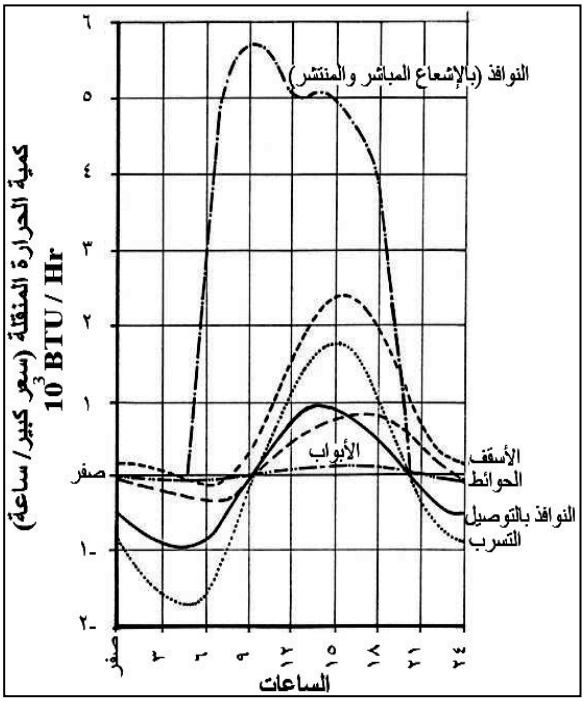
ومعالجات الحوائط تتشابه الى حد كبير مع معالجات الاسقف ومن أمثلة تلك المعالجات:



١. إستخدام مواد عازلة فى الحوائط، شكل (٤- ٧ أ).
٢. إنشاء الحوائط من مواد بطيئة الإكتساب والإنتقال الحرارى، شكل (٤-٧ ب) .
٣. إنشاء حوائط مزدوجة لعمل فراغ عازل هوائي، شكل (٤-٧ ج).
٤. عمل حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء بينها وتحديده وتقليل الحمل الحرارى النافذ الى داخل الفراغ، شكل (٤-٧ د).
٥. تكسية الحوائط بمواد عاكسة للحرارة، وإستخدام مواد ذات ألوان فاتحة و سطح خشن. شكل (٤-٧ هـ).
٦. تظليل أجزاء من الحوائط الخارجية بالبروزات وباستخدام الاشجار و النباتات الطبيعية،شكل (٤-٧ و).

شكل (٤-٧): معالجات الحوائط لتقليل الحمل الحرارى الزائد.
(المصدر:مرجع سابق، القويضي، ٢٠٠٢)

٤-٧ الفتحات الخارجية



تعتبر الفتحات الخارجية بالمباني هي الأساس في إتصال المبني بين الداخل والخارج ، وتمثل نقطة ضعف في الغلاف الخارجي للمبنى فهى المصدر الرئيسي لنفاد الحرارة الى داخل الفراغ نظراً لرقة سمكها حيث أن أغلبها من الالواح الزجاجية وخلافه مما يستوجب معه مراعاة تصميمها بصورة شاملة. فنسبة الفتحات فى الواجهة تختلف طبقاً لتوجيه هذه الواجهة ، فيجب علي المهندس دراسة الحمل الحرارى على كل واجهة من واجهات المبنى وتصميم الفتحات فى كل واجهة طبقاً لذلك، حيث يجب) منع نفاذ أشعة الشمس الغير مرغوب لدخول الفراغ. ويتضح من الشكل (٤-٨) ، أن النوافذ هي أكثر هذه العناصر إكتساباً للإشعاع الشمسي، حيث النفاذ الحراري له يفوق أكثر من ٣٠ ضعف النفاذ الحادث من خلال الأسطح المعتمة.

شكل (٤-٨): كميات الإشعاع الشمسي الساقطة على عناصر المبنى المختلفة

(المصدر: Olgyay V, 2015)

ومع تطور مواد الإنشاء والتشطيبات وتطور واختلاف مواد ومعالجات الفتحات الخارجية، الا ان إهمال المصممين للعوامل المناخية المحيطة بالمبني ظهرت عمارة واجهه المبني بالكامل عبارة عن حائط خارجي (Curtain wall)، فأصبحت العديد من الفتحات الخارجية بالمباني تمثل عبئاً حرارياً علي المبني نظراً لرقة سماكتها من الزجاج حيث تصل قيمة الانتقالية الحرارية لها كبيرة نسبياً بالمقارنه مع الحائط أو السقف.

٤-٨ تصميم الفتحات الخارجية

ليس علي المصمم أن يهتم بتصميم النافذة بشكل جمالي فقط، بل يجب عليه أن يهتم بتقليل الانتقالية الحرارية للنافذة عن طريق الحمل لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة لمستعملي الفراغ، ويتم تصميم الفتحات من خلال دراسة الاتي:

٤-٨-١ التحكم في حركة الهواء من خلال فتحات المبني

للتهوية داخل الفراغ عدة وظائف رئيسية، حيث تساعد في زيادة تبريد الفراغ الداخلي للمبني و تخليص جسم مستعملي الفراغ من الحرارة والرطوبة الزائدين وذلك بزيادة معدل البخر وتخليص الجسم من العرق. كما تساعد في التخلص من نسبة ثاني اكسيد الكربون وإحلال الاكسجين النقي بدلا منه، بالاضافة الي التخلص من الروائح الكريهة أو الضارة داخل الفراغ. وتقييم التهوية داخل الفراغ يعتمد علي عنصرين اساسين، الاول فمن السهل تحقيقه حيث يجب ان تفي التهوية بالمعدلات اللازمة لتحقيق وظيفتها الصحية، والثاني مدي تحقيق الراحة الحرارية للمستعملين داخل الفراغ وذلك بتحقيق سرعات مناسبة للهواء داخل الفراغ. فهو يعتبر عنصر متغير طبقا لنوع النشاط داخل الفراغ .

٤-٨-٢ تاثير موضع الفتحات الخارجية علي حركة الهواء بالفراغ

ينساب الهواء من مناطق الضغط المرتفع (+) الي مناطق الضغط المنخفض(-)، ولذلك فان فرق الضغط بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي يساعد علي حركة الهواء داخل الفراغ. وإتجاه حركة

وسرعة الهواء داخل الفراغ ومنسوب التهوية تعتمد إعتماداً اساسياً علي موضع الفتحات في المسقط الافقي والمسقط الراسي، العلاقة المكانية بين الفتحات في الفراغ الواحد، زاوية واتجاه الرياح علي النافذة.

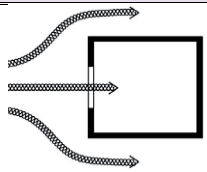
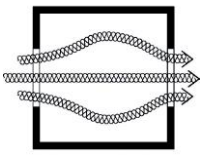
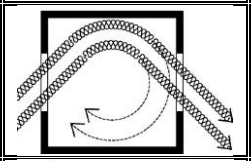
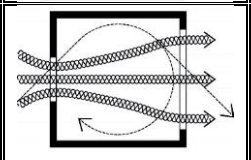
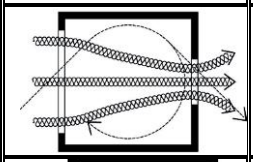
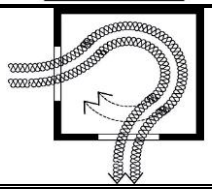
أ- موضع الفتحات في المسقط الافقي

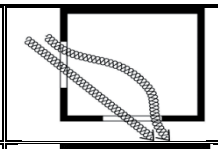
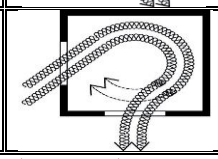
i. **اتجاه حركة الهواء بالفراغ الداخلي:** للحصول علي تهوية داخل الفراغ يجب توافر عدة عوامل في الفتحات الخارجية، أهم هذه العوامل ما يلي:

- توافر مدخل واحد علي الاقل للهواء (Inlet) ومخرج واحد علي الاقل للهواء(Outlet) للفراغ الواحد، أو تحديد مجال لحركة الرياح يساعد علي توجيه الهواء داخل الفراغ .
- أن يكون فرق الضغط بين الفراغ الداخلي والخارجي كبير بصورة تساعد علي سحب الهواء وتحريكه داخل الفراغ .
- وضع النافذة المستقبلة للرياح في إتجاه الرياح المفضلة.

الممكن إيجاز تأثير تلك العوامل كما يوضحها جدول (٤-٢) ، والذي يوضح عدة حالات مختلفة للفتحات الخارجية واحتمالات انماطها المختلفة والشكل السائد لاتجاه الرياح داخل الفراغ علي مستوي المسقط الافقي:

جدول(٤-٢): العلاقة ما بين وضع النوافذ في المسقط الافقي وإتجاه حركة الرياح داخل الفراغ :

وضع النوافذ واتجاه الرياح	المسقط الافقي	إتجاه حركة الرياح
نافذة واحدة بالفراغ		التهوية داخل الفراغ ضعيفة الي حد ما ، وغير كافية للفراغ باكمله.
نافذتين متقابلتين لهما نفس العرض، واتجاه الرياح عمودي عليهما		الهواء يتدفق مباشرة من هذه الفتحات الي الفتحة المقابلة لها مكونآ تيار هوائي يسبب نوعاً من الازعاج لمستعملي الفراغ ، وعدم تجانس التهوية في الفراغ .
نافذتين متقابلتين لهما نفس العرض ، واتجاه الرياح مائل عليهما		معظم حجم الهواء يمر ويتحرك خلال فراغ الغرفة ويزيد تدفقه عند الاركان ، بحيث يحقق بذلك تهوية اكثر تجانسآ داخل الفراغ .
نافذتين متقابلتين (عرض المدخل اصغر)، واتجاه الرياح عمودي او مائل عليهما		يتدفق الهواء داخل الفراغ سواء بميل او عمودي علي الفتحة الخارجية ، ويكون أعلي سرعة رياح داخل الفراغ عند الفتحة الاصغر سواء اكان الهواء يدخل او يخرج منها .
نافذتين متقابلتين (عرض المدخل اكبر)، واتجاه الرياح عمودي او مائل عليهما		
نافذتين متجاورتين ، واتجاه الرياح عمودي علي المدخل		يمكن الحصول علي تهوية متجانسة داخل الفراغ.

نافذتين متجاورتين واتجاه الرياح مائل علي المدخل باتجاه النافذة الاخري		يمر الهواء من نافذة المدخل الي نافذة المخرج دون تحقيق التهوية المتجانسة للفراغ ، وخاصة عند الاركان الاخري
نافذتين متجاورتين ، واتجاه الرياح مائل علي المدخل عكس اتجاه النافذة الاخري		يمكن الحصول علي تهوية متجانسة داخل الفراغ.

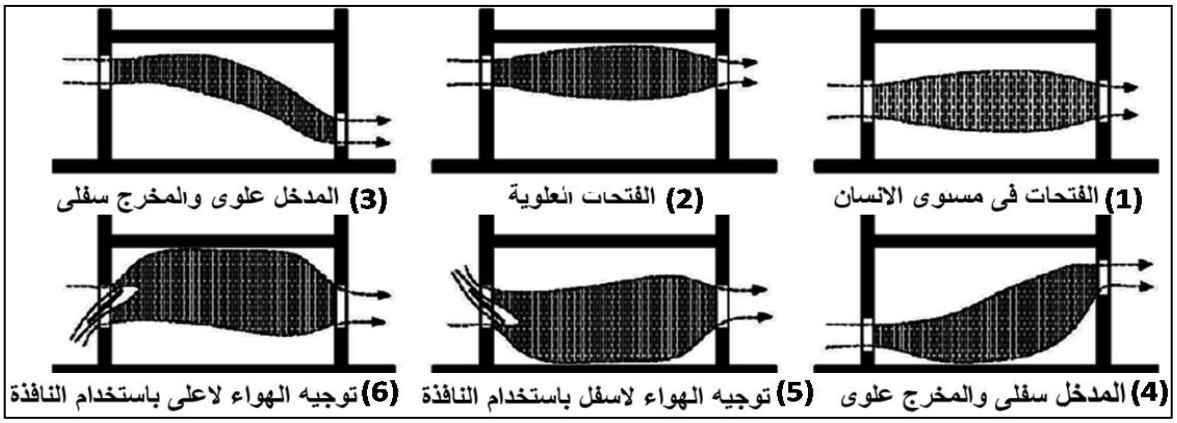
(المصدر: العيسوي، ٢٠٠٣)

ii. سرعة الهواء بالفراغ الداخلي

لتحقيق حركة الرياح داخل الفراغ ليس بالضرورة أن تكون النافذة مقابلة لإتجاه الرياح، بل يمكن أن تدخل الرياح الفراغ في حالة أن إتجاه النافذة موازياً لإتجاه الرياح، وان كانت حركة الرياح داخل الفراغ في هذه الحالة أقل من الحالات السابق ذكرها، وعلى المصمم في هذه الحالة إستخدام العناصر النباتية المساعدة في توجيه الرياح داخل الفراغ للحصول على حركة الرياح المطلوبة داخله.

ب- موضع الفتحات في القطاع الراسي

لإرتفاع جلسة النافذة تأثير كبير على تهوية الفراغ وحركة الرياح داخل الفراغ وتؤثر كذلك على المنسوب الذي تتحرك فيه الرياح داخل الفراغ ، فمن المهم تحقيق تهوية على منسوب مستعملي الفراغ طبقاً للنشاط الذي يقومون به داخل الفراغ، كما موضح في الشكل (٤-٩) .



شكل (٤-٩): العلاقة ما بين منسوب النافذة وحركة الرياح داخل الفراغ.

(المصدر: مرجع سابق الوكيل ، ١٩٨٥)

٤-٨-٣ توجيه النوافذ

توجيه النوافذ الصحيح يعمل علي تحقيق الاضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية للفراغات الداخلية بالمبنى، ولتحقيق الإضاءة الطبيعية داخل المبنى يكون عن طريق توجيه النوافذ لإستقبال أشعة الشمس مع مراعاة الأحمال الحرارية اما لتحقيق التهوية الطبيعية داخل المبنى يكون عن طريق توجيه النوافذ جهة الرياح المحببة لإستقبال أكبر قدر منها وأدخالها للفراغات الداخلية.

أ- التوجيه بالنسبة لأشعة الشمس

إن تحقيق قدر كافي من الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية من أحد المتطلبات البيئية للفراغ الداخلي ، فكل نشاط يقوم به الانسان سواء قراءة أو عمل كتابي ..الخ، له نسبة إضاءة ملائمة ، فبعد تصميم المبنى يتم تعويض فرق الإضاءة المطلوبة للفراغ بالاضاءة الصناعية ، وزيادة الاضاءة الصناعية يؤدي الى :

- زيادة كمية الكهرباء التي يستهلكها المبنى.
- زيادة نسبة الطاقة الحرارية المنبعثة من وحدات الاضاءة.

وبدراسة حركة الشمس صيفاً وشتاءاً خلال ساعات النهار لمنطقة المناخ الحار الجاف، يتضح ان:

- أقل الواجهات تعرضاً لأشعة الشمس المباشرة هي الواجهة الشمالية .
- باقي الواجهات تتعرض لأشعة الشمس المباشرة خلال ساعات النهار.

ب- توجيه النافذة بالنسبة للرياح

مما سبق دراسته في أهم أوضاع النوافذ واتجاه حركة الرياح الناتج عنها، يمكن استنتاج التالي:

i. أذا تقابل اتجاه حركة الرياح مع اتجاه الخط الواصل بين فتحة مدخل الرياح وفتحة مخرجه، يؤدي ذلك الى استمرار الهواء في مساره دون أن ينحرف، وبالتالي يؤدي الى عدم التجانس في تهوية الغرفة وعدم تهويتها بالكامل ، وخاصة عند أركان الحائط المحتوى على فتحة مدخل الرياح.

ii. اذا كان اتجاه حركة الرياح ليس على نفس مسار الخط الواصل بين فتحة مدخل الرياح وفتحة مخرجه، يؤدي ذلك الى أن يستمر الهواء في مساره حتى يقابله حائط عائق فينحرف عن مساره متجها الي فتحه مخرج الرياح ، مؤديا بذلك الي تهوية اجزاء الفراغ تهوية متجانسة.

ج- العلاقة بين التوجيه للرياح والتوجيه للشمس

قد يكون هناك تعارض أو توافق بين التوجيه للرياح والتوجيه للشمس ، فعلي سبيل المثال اذا كان إتجاه الرياح السائد في منطقة ما شمالية شرقية يمكن تحقيق تهوية مثلي للفراغات الداخلية بتوجيه الفتحات الخارجية باتجاه الشمال ، وذلك ما يلائم ايضاً التوجيه للشمس للإستفادة من الاضاءة الطبيعية دون تعرض الفراغات الداخلية لاشعة الشمس المباشرة والأحمال الحرارية الزائد عن مجال الراحة الحرارية. وكذلك فعلي سبيل المثال إذا كان إتجاه الرياح المفضل غربياً او شرقياً ، ففي هذه الحالة يكون هناك تعارض بين الإظلال المطلوب للفتحات الخارجية والتوجيه باتجاه الرياح المفضلة لتحقيق التهوية الطبيعية للفراغات الداخلية، ولذلك فمن الممكن أن يلجأ المصمم الي أن تنحرف واجهاته الرئيسية علي ٤٥° لتحقيق التهوية المطلوبة للفراغ الداخلي ، وكذلك للحد من تاثير الاشعة الشمسية علي الفتحات الخارجية ، واذا لم يتمكن المصمم من تصميم الواجهه بزاوية مائلة يمكن الاستعاضة عن ذلك بتصميم النافذة فقط علي زاوية مائلة.

٤-٩ معالجات الفتحات

نظراً للتاثير الكبير لأشعة الشمس علي النوافذ في رفع درجة حرارة الفراغات الداخلية عن درجة الحرارة المريحة لمستعملي الفراغ ، فيجب علي المصمم أن يقوم بدراسة حركة أشعة الشمس وزوايا سقوط الشمس الراسية والافقية، وذلك لتحديد الساعات التي يكون فيها لأشعة الشمس تأثير كبير علي النافذة وبالتالي تصميم وسائل إظلال للنافذة تمنع دخول أشعة الشمس عبرها في هذه الساعات المحددة ، ويوجد العديد من وسائل الاظلال للنوافذ الخارجية ، ويمكن ذكر أهمها كما يلي :

٤-٩-١ جوانب فتحة النافذة

إن النافذة عادة ما تكون مركبة في حائط ذو سمك (١٢أو٢٥) سم وقد يكون اكبر من ذلك ، وبالتالي لا يمكن إهمال ذلك السمك حيث أنه يؤدي الي إلقاء الظلال علي جزء من النافذة ، فيساعد علي تقليل مساحة النافذة المعرضة للأشعة الشمسية، ولذلك يفضل تركيب النوافذ عند السطح الداخلي للحائط للاستفادة من سمك الحائط

٤-٩-٢ نوع مادة الزجاج للنافذه

يتمتع الزجاج بنفاذية عالية لأشعة الشمس وتختلف النسبة المئوية لأشعة الشمس التى تنفذ من خلال الزجاج للفراغ طبقا ــ لزاوية سقوط أشعة الشمس، نوع مادة زجاج النافذة وسمكه، عدد الاسطح الزجاجية للنافذة.

أ. زاوية السقوط : ويؤثر تغييرها علي كمية الإشعاع المنتقل فعندما تكون زاوية السقوط عمودية علي السطح فإن الطاقة المنتقلة أكبر من الطاقة الساقطة بزاوية مقدارها (٣٠ درجة)

[المحصورة بين الشعاع والعمودي علي السطح] بقيمة مقدارها حوالي (١٠%) ولكن عندما تكون زاوية السقوط (٨٠ درجة) فالطاقة المنتقلة حوالي نصف الطاقة المنتقلة عند زاوية السقوط (٢٠°).

ب.نوع الزجاج: يختلف بإختلاف اللون والملمس والسمك، وللزجاج عدة أنواع، كما موضح فى الجدول(٤-٣) أدناه.

ج. سمك الزجاج : يختلف معامل إنتقال النوع الواحد من الزجاج بإختلاف السمك، فكلما زاد سمك الزجاج كلما قلت نفاذية لاشعة الشمس المارة من خلاله. كما موضح فى الجدول(٤-٣) أدناه.

جدول (٤-٣): متوسط معامل انعكاس وامتصاص وانتقال الإشعاع الشمسي لأنواع المختلفة للزجاج.

نوع الزجاج	الانعكاس %	الامتصاص %	الانتقال%
الزجاج العاكس المغطي بطبقة عاآسة ثقيلة	٤٧	٤٢	١١
الزجاج الماص للحرارة ذو اللون الأزرق سمك ٦ مم	٥	٧٤	٢٠
الزجاج العاكس المغطي بطبقة عاآسة متوسطة	٣٣	٤٢	٢٥
الزجاج العاكس المغطي بطبقة عاآسة خفيفة	٢١	٤٣	٣٦
الزجاج الأخضر سمك ٣ مم	٦	٥٥	٣٩
الزجاج الماص للحرارة ذو اللون الرمادي سمك ٦ مم	٥	٤٤	٥١
الزجاج الماص للحرارة ذو اللون البرونزي سمك ٦ مم	٥	٤٤	٥١
الزجاج الماص للحرارة ذو اللون الأخضر سمك ٦ مم	٦	٤٩	٤٥
الزجاج الأزرق سمك ٣ مم	٦	٣٢	٦٢
الزجاج الصافي المسلح بشبكة سلك سمك ٦ مم	٦	٣١	٦٣
الزجاج الصافي المصقول سمك ٦ مم	٨	١٢	٨٠
الزجاج الصافي سمك ٣مم	٧	٨	٨٥

(المصدر: konya ,A ،1980)

جدول (٤-٤): معامل انتقال الأنواع المختلفة للزجاج سواء كان مفرداً أو مزدوجاً

نوع الزجاج	السمك بالملليمتر	الانتقال %
الزجاج الصافي المفرد	٢	٦٧
	٨	٧٢
	٤	٧٨
	٨	٨٤
الزجاج الماص للحرارة	٢	٢٤
	٨	٣٣
	٤	٤٦
	٨	٦٤
الزجاج الصافي المزدوج	٤	٦١
	٨	٧١

(المصدر: مرجع سابق ,konya,A ،1980)

٤-٩-٣ إستخدام كاسرات الشمس

وهى عبارة عن سطح إما رأسية او افقية، تركب إما باتجاه عمودى أو اتجاه مائل على الواجهة ، وتوضع إماعلى حواف النافذة أو فى مواجهتها بحيث تقوم باظلال النافذة من أشعة الشمس المباشرة.

لاستعمال كاسرات الشمس لابد من تحديد مكان موقع الشمس وذلك أثناء الأوقات التي تحتاج فيها إلى تظليل وذلك باستخدام مسار الشمس، وتوجد عدة اشتراطات عامة لكاسرات الشمس كما يلي: (1980، konya,A)

- أن تكون مبتعدة عن المبنى بمقدار (١٠-١٢سم) وذلك لتفادى تكون مناطق ضغط هوائي على الواجهات.
- أن تكون خارج الزجاج لأن الحرارة المنتقلة منها لا تنعكس مرة أخرى للداخل عند وجود الزجاج.
- في الكاسرات الرأسية يفضل أن تكون متحركة لتواكب حركة الشمس المنخفضة الإشعاع.
- أن تكون من مواد غير عاكسة لتجنب دخول الأشعة المنعكسة في الفراغات الداخلية.
- أن تكون مائلة بالقدر الذي يمنع الانعكاس للداخل.
- أن تكون بما يتكافأ وحجم الظلال المطلوبة، وذلك عن طريق حساب زوايا سقوط الأشعة على الواجهة.
- يفضل أن لا تنفذ بمواد البناء العادية مثل الطوب والخرسانة لأنها تكون مصدراً مزعجاً للحرارة إذ أنها تختزن الحرارة أثناء النهار وتعيد إشعاعها أثناء الليل وتمنع نسيم الليل البارد من تبريد الحجرات.

أ- **كاسرات الشمس الأفقية:** وتستعمل بنجاح في الواجهات الشمالية والجنوبية بصفة خاصة لانها تتعرض لأشعة الشمس المباشرة في فترة منتصف النهار وتكون زاوية سقوط الشمس مرتفعة في الصيف ومنخفضة في الشتاء في مناطق المناخ الحار الجاف، أنظر الشكل (٤-١٠).

ب- **كاسرات الشمس الرأسية:** وتستعمل بنجاح في الواجهات الشرقية والغربية في مناطق المناخ الحار الجاف ، وهي من أصعب الواجهات في معالجتها الحرارية حيث انها تتعرض لأشعة الشمس المباشرة في أعلى درجات حرارتها لذلك. أفضل الوسائل المعمارية هو إستعمال كاسرات الشمس الرأسية تتحرك مع زوايا الشمس مع إمكانية أن تأخذ ميلان ناحية الشمال لإعطاء حماية أكبر من الشمس. أنظر الشكل (٤-١٠).

ج- **كاسرات الشمس المزدوجة:** وتستعمل عادة في الواجهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية،الشكل (٤-١٠)

الشكل (٤-١٠): يوضح أنواع كاسرات الشمس
(المصدر : Google.com.2018)

٤-٩-٤ المشربيات / المخرمات

وهي شائعة الإستخدام وتعتمد فكرها على فكر تصميم كاسرات شمس صغيرة محددة وتكرارها على الواجهة افقياً وراسياً بأشكال جمالية مختلفة، ويوضح شكل (٤-١١) أمثلة لعدة مبانى تم فيها إستخدام وسائل اظلال على الواجهة من المشربيات والمخرمات باشكال جمالية.

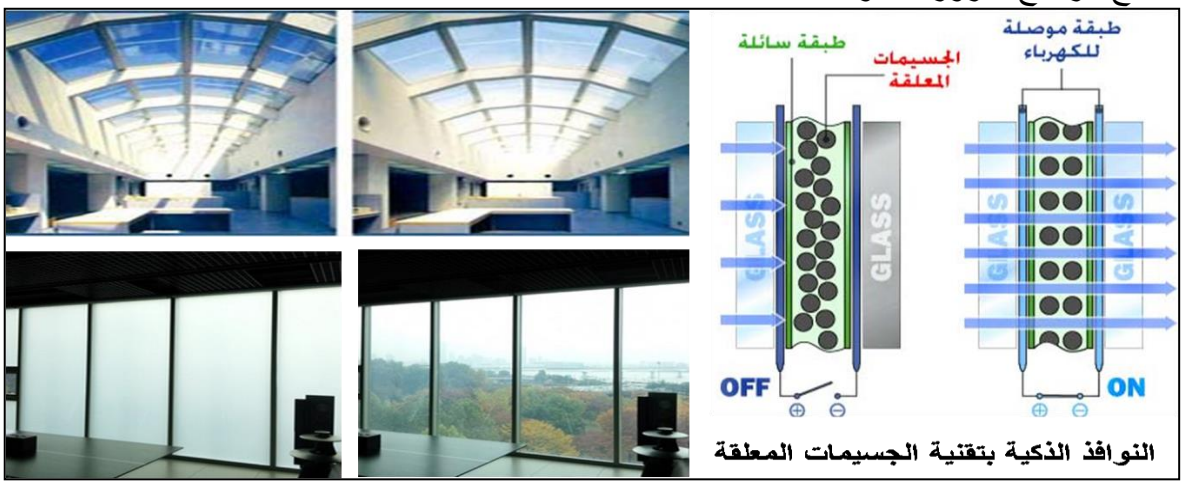
وتتميز المشربيات والمخرمات عن كاسرات فى الآتى:

أ. يشمل تأثيرها على الاشعاع الشمسي المباشر والمشتت والمنعكس.
ب. تصنيع من مواد خفيفة كالجبس والخشب، وتكون ذات مظهر جمالى جذاب.
ج. تتلائم مع الخصوصية التى يجب مراعاة فى الفراغ الداخلى لمستعملي المبنى.
د. تسمح بتوزيع الاضاءة الطبيعية داخل الفراغ بصورة متدرجة من الخارج للداخل.
ه. يمكن إضافتها بعد أستخدام المبنى، ومن الممكن ان يقوم المستعمل بذلك بدون الحاجة لتصميمها من قبل مصمم معماري، بل يكتفى باختيار الشكل المناسب من الكتالوجات.

شكل (٤-١١): استخدام وسائل الاظلال من المشربيات والمخرمات على الواجهة
(المصدر : Google.com.2018)

٤-٩-٥ أستعمال النوافذ الذكية في المباني وأثرها على تقليل الإكتساب الحراري

وتعتمد فكرة عمل النوافذ الذكية على التحكم في مرور الضوء و الحرارة من خلالها على الظواهر الفيزيائية (البصريات الحرارية، تغيير لون الضوء، البلورات السائلة، شاشة الجسيمات المعلقة، تغير اللون بالكهرباء) وذلك من خلال استخدام جسيمات دقيقة تستطيع امتصاص الضوء وتدعى هذه الطريقة بالجسيمات المعلقة. ويوضح الشكل (٤-١٢) انه عند زيادة فرق الجهد تتحرك الجسيمات عشوائياً حيث لاتسمح للزجاج بمرور الضوء، وعندما يقل فرق الجهد تتحرك الجسيمات بانتظام لتسمح للزجاج بمرور الضوء.



الشكل (٤-١٢): يوضح استخدمات النوافذ الذكية النوافذ الذكية
(المصدر: Gustavsen, 2010,)

مما سبق نجد ان تصميم الفتحات الخارجية للمباني لايعتبر كعنصر وظيفي للرؤية أو عنصر جمالي بالواجهه فقط، بل له دور اساسي في تحقيق الراحة الحرارية لمستعملي الفراغ ، فلذلك لابد ان يقوم المصمم بدراسة التوجيه وحساب مساحات النوافذ والعلاقة فيما بينها في الفراغ الواحد، وذلك للحد من تأثير العوامل المناخية المسببة لعدم الراحة الحرارية لمستعملي الفراغ، وتحقيق اقصي استفادة من العوامل المساعدة في تحقيقيها.

٤-١٠ وسائل تخفيف الأحمال الحرارية عن المبنى

ولا يقتصر دور المهندس على تصميم العناصر المعمارية فقط بل من واجبه أيضا أن تمتد هذه الاهتمامات الى مايحيط بالمبنى من فراغات خارجية لدورها الأساسي أيضا فى تخفيف الحمل الحرارى عن المبنى، ومن أمثلة تلك الوسائل والتي تساعد بصورة كبيرة في تخفيف الاحمال الحرارية عن المبنى:

١. زراعة مساحات خضراء حول المبنى.
٢. استخدام الأشجار دائمة الخضرة
٣. ايجاد مسطحات المياه بجوار المبنى.

٤-١٠-١ زراعة مساحات خضراء حول المبنى

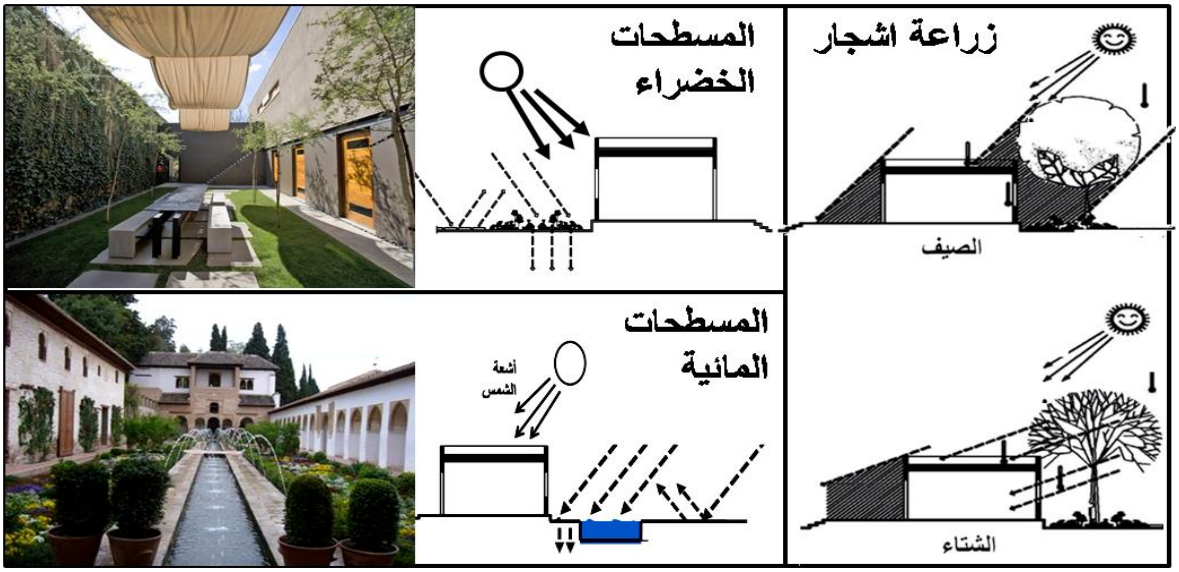
حيث تساعد تلك المساحات على إمتصاص أكبر قدر من الاشعة وعدم انعكاسها من على سطح الارض كما تساعد على ترطيب الهواء في هذه المنطقة أيضا. والمساحات الخضراء داخل المبنى في الافنية الداخلية تقلل انعكاس اشعة الشمس النافذة الى داخل الفناء مما يقلل الحمل الحراري الزايد، كما يوضح شكل (٤-١٣) احد الافنية الداخلية المزروعة ودورها في امتصاص اشعة الشمس الساقطة عليها .

٤-١٠-٢ استخدام الاشجار

يساعد إحاطة المباني بالاشجار والشجيرات علي القاء الظلال علي المبني وبالتالي حمايته من اشعة الشمس المباشر كما تساعد الاشجار علي تقنية الهواء من ذرات الرمال والتراب المحملة بالرياح حيث يعمل ذلك الحاجز الاخضر كمرشح للرمال والاتربة ويعمل علي تنقية وترطيب الهواء كما يوضح ذلك شكل (٤-١٣).

٤-١٠-٣ ايجاد مسطحات المياه بجوار المبني

تساعد مسطحات المياه بجوار المباني علي انكسار اشعة الشمس الساقطة عليها وبعثرتها وبالتالي تخفيف الحمل الحراري الناتج عنها ودورها في احساس المستعمل بالراحة الحرارية وعدم شعوره بالحرارة الزائدة ، وحتي لايكون سطح المياه كسطح عاكس للحرارة علي المبني يجب ان يكون مياه متموجة حتي تؤدي الي تشتيت وانكسار اشعة الشمس عليها مثل استخدام النافورات كما في شكل (٤-١٣).



شكل (٤-١٣): تاثير المسطحات الخضراء والميائية وزراعة الاشجار علي تقليل الاحمال الحرارية
(المصدر: زيتون، ١٩٩٣)

٤- ١١دراسة نمـــاذج عالمية

سيتم عرض نماذج لمشاريع تم تطبيق أسليب التصميم المناخي عليها

أ- برج - منارة مسيناجا - ماليزيا

i. **نبذة عن المشروع :**

الموقع: مدينة - Subang Jaya- ماليزيا، المصمم المهندس المعماري- (Ken Yeang)،اسم المبني (Menara Mesiniaga) تاريخ التصميم والتشييد صُمم ١٩٨٩م- انتهي التشييد ١٩٩٢م، طبيعة المبني تجاري - مكاتب إدارية، مقر لشركةIBM ، والمساحة الإجمالية ٦٥١٣م^{٢} وعدد الطوابق: ١٥طابق الارتفاع ٦٣متر.

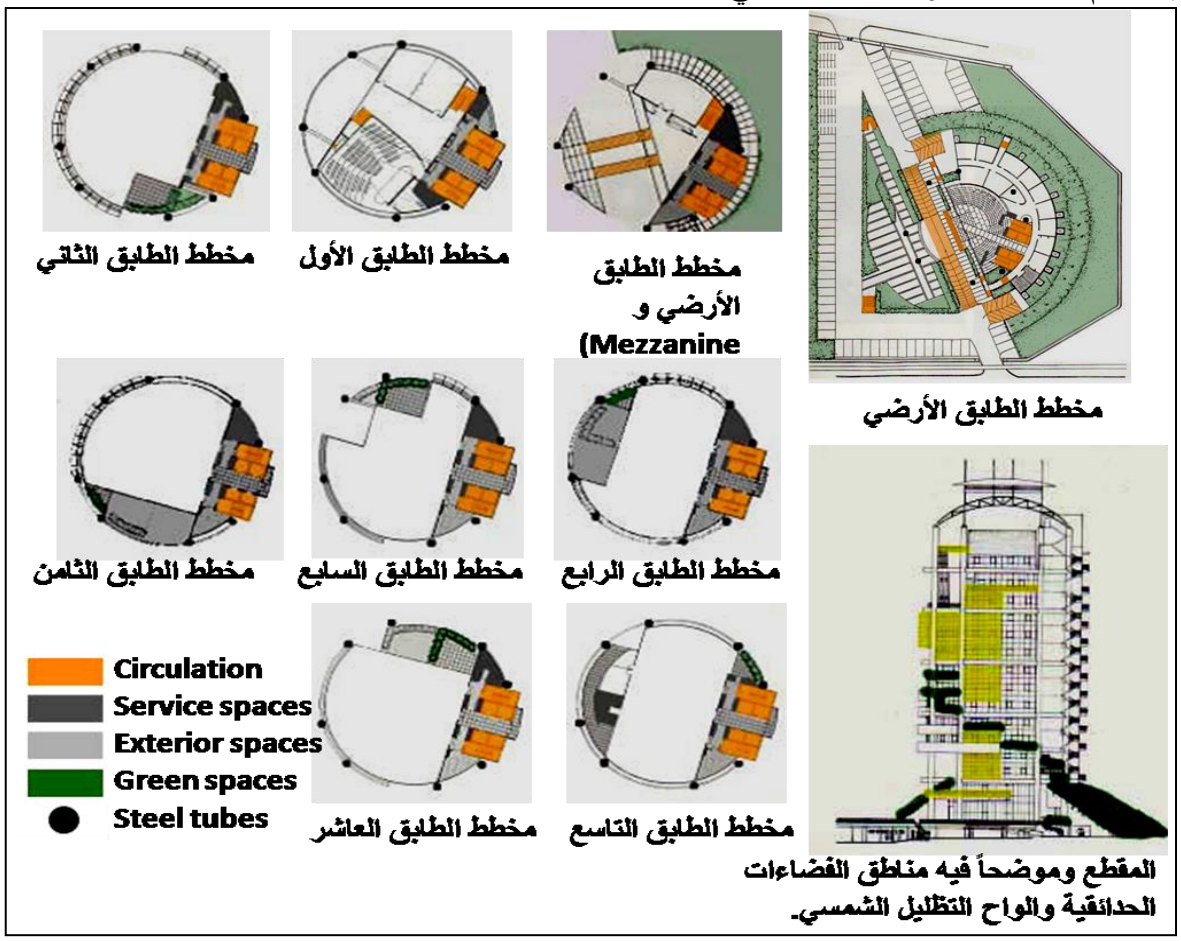
ii. **وصف المشروع :** تعامل المصمم بمحاكاة مع العمارة البيومناخية ويتأثر بأعمال فرانك لويد رايت١٩٥٠م في تصميمه للأبراج العالية في خطوة جديدة نحو شعار الأبراج البايومناخية (Bioclimatic Skyscraper) فكانت أفكاره باتجاه تعزيز وتوطيد فكر الفضاءات الانتقالية، الفناءات على المستوى العمودي (Sky Courts) والمشهد الحدائقي العمودي (Vertical Landscape)، توفير التهوية والإضاءة الطبيعية للاجزاء المركزية خاصة والمبنى عامة وأخيرًا حفظ الطاقة والسيطرة المناخية، وكحصيلة نهائية فاز تصميم Menara Mesiniaga بجائزة الأغا خان للعمارة عام ١٩٩٥ م.

iii. **الفكر التصميمي وتوظيف التكنولوجيا:** يكمن الجزء الأكثر بروزًا في التصميم هو الحدائق الحلزونية (اللولبية– السماوية) والتي تبدأ من القاعدة وتدور صعودًا إلى قمة المبنى محققة جانبين الأول في توفير الظلال والتقليل من الكسب الشمسي والثاني في التشكيل والتضاد المرئي مع سطوح الألمنيوم والاستيل (الصلب) . فضلا عن ذلك فهنالك المصطبات الحدائقية أو الفناءات السماوية مع النباتات في كل مستوى ممثلة الحدائق العمودية لواجهة المبنى وكما موضح في الشكل (٤-٢٠) كما وفرت في نفس الوقت هذه الفضاءات الحلزونية المفتوحة خيارًا للتوسع في المستقبل. تم ضم الحدائق الاصطناعية (العمودية) مع فضاء وقوف السيارات متداخلة مع الفتحات (النوافذ) التي تطل على المنظر الحدائقي لتوفير الإضاءة الطبيعية اللازمة بغية تقليل استهلاك الطاقة أما الطوابق العليا فعُولجت النوافذ بكاسرات استخدمت في الشرق والغرب كاستجابة لمسار الإشعاع الشمسي للسيطرة على الاكتساب والفقدان الحراري .

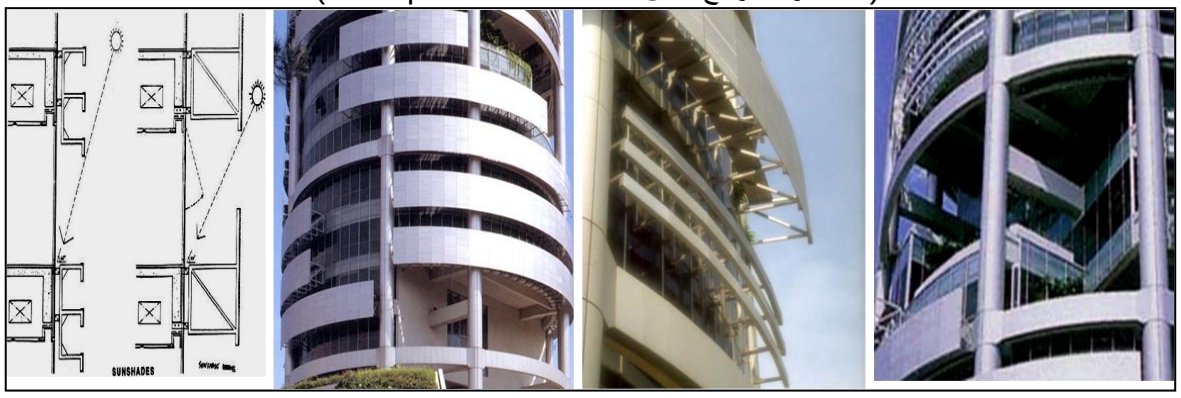
شكل (٤-١٤): يوضح شكل المبني الخارجي لمنارة مسيناجا
(المصدر : Solaripedia.com.2018)

وُظفت **الجدران الستائرية** المزججة للتوجهين الشمالي والجنوبي، كما في الشكل (٤-٢٢) وان وجود الحدائق المعلقة تعمل بدورها على تحقيق الظل المرغوب به حسب التوجيه، فان تداخل وتواجد الفضاءات الانتقالية (الخلالية) الواسعة مابين القطاعات تسمح بتدفق وتدوير الهواء داخل الفضاءات. الجزء المركزي الخدمي للمشروع (Core) وقع في الشرق والذي بدوره أعطى إمكانية للاستفادة

من الإضاءة الطبيعية لدورات المياه وردهات المصاعد فضلاً عن انها مهواة طبيعيًا مقللًا بذلك إستخدام المكيفات الهوائية محافظًا علي الطاقة.



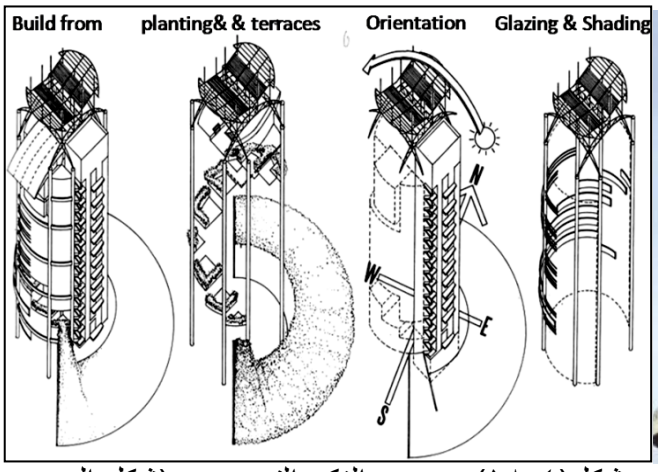
شكل (٤-١٥): المخططات المعمارية لمشروع منارة مزنياكا.
(المصدر : مرجع سابق Solaripedia.com.2018)



شكل (٤-١٦): يوضح توظيف الكاسرات والمظلات للسيطرة على الاشعاع الشمسي
(المصدر: Akdn.org.2018)

أما بالنسبة لنظام التسقيف يتحوي على حمام السباحة وصالة الألعاب الرياضية ويمثل الفضاء الاجتماعي للمبنى، والتكوين المميز الذي يتوج البرج عبارة عن شاشات شمسية مصنوعة من الإستيل وألواح الألمنيوم حيث تثبت الألواح الشمسية والخلايا الكهروضوئية ،وهذا التكوين يخدم في تظليل المسبح خاصة والمبنى بشكل عام ويتضمن السطح أيضا نظام متكامل لجمع مياه الأمطار كما في الشكل(٤-١٧).

شكل (٤-١٧): كيفية التعامل مع سقف المبنى



شكل(٤-١٨): يوضح الفكر التصميمي (شكل المبني المصطبات والنباتات، التوجيه، التظليل والتزجيج)

(المصدر: Akdn.org.2018)

لذا فان المصمم وُظف محاور أربعة رئيسية في تصميم المبنى شملت (**شكل المبنى، توظيف المصطبات والنباتات، التوجيه وأخيرًا التظليل والتزجيج**) مؤكدًا على المشهد الحدائقي العمودي إذ يوضح إن النباتات هي العنصر الأكثر أهمية (للعمارة البايومناخية والتي يجب أن لاتقتصر على المستوى الأفقي فقط وإنما تغطي المستوى العمودي أيضًا لتوليد الأوكسجين والمساعدة في تبريد المبنى شكل (٤-١٨).

ب- مباني مدينة مصدر

i. نبذة عن المشروع

الموقع: تقع على بعد ١٧ كم من وسط مدينة أبو ظبي، المهندسين المعماريين: فوستر + الشركاء، المهندس الإنشائي: آدامز كارا تايلور (M + E Engineer: PHA Consult)، الاستشاريون: Gillespies ، كلود إنجل تصميم الإضاءة ، Acentech، Arup، Systematica، WS Atkins ، المساحة: ٤٠٠٠ م^{٢} ، السنة: ٢٠١٠م.

الشكل (٤-١٩): يوضح الشكل الخارجي لمباني مدينة مصدر

(المصدر: Aasarchitecture.com.2018)

ii. وصف المشروع

هي مركزًا عالميًا ناشئًا للمعرفة والأعمال التجارية والبحث والتطوير، وتعد نموذجاً للتصميم المناخي البيئي إقليمياً وعالمياً ، حيث يوفر بيئة معيشة وعمل عالية الجودة بأقل أثر بيئي ممكن. تستوحي المباني في مدينة مصدر أفكارها من تصاميم العمارة التقليدية لمنطقة الخليج بهدف إنشاء مباني تستخدم التهوية الطبيعية التي توفرها أبراج الرياح وتقلل من إستخدام الطاقة مع مراعاتها أفضل الممارسات والتقنيات الحديثة في مجال التصميم المناخي والمستدام، كما يتضح في الشكل (٤-٢٠).

الشكل (٤-٢٠): يوضح مباني السكن والمعمل وابراج الرياح

(المصدر: :مرجع سابق.Aasarchitecture.com.2018)

iii. مكونات المشروع

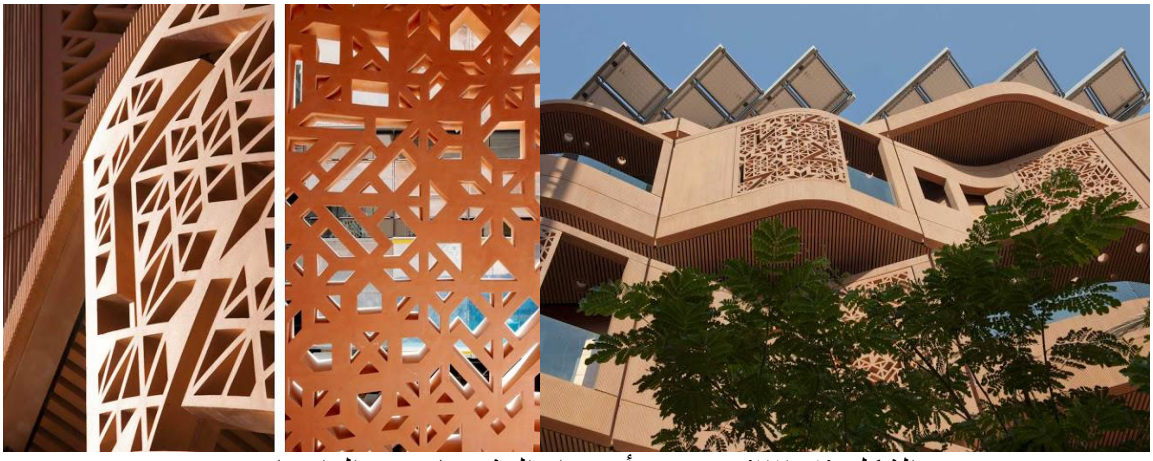
الحرم الجامعي لمعهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا من المباني التي تم إنجازها والذي يضم ثلاثة مبان سكنية ومبنيين مخصصين للمختبر ومركز المعرفة كما يتضح في الشكل (٤-٢١) . يتضمن عدداً من المرافق الخدمية ومنافذ البيع بالتجزئة والمطاعم وسوق للمنتجات العضوية ومعرض في الهواء الطلق، مبنى تجاري في المدينة، مبنى سيمنز المقر الجديد لشركة سيمنز في الشرق الأوسط. كما يجري العمل على عدد من المباني الأخرى منها توسعة الحرم الجامعي لمعهد مصدر ومبنى مقر مصدر الذي سيضم مقري كل من شركة مصدر والوكالة الدولية للطاقة المتجددة ومبنى كورتيارد الذي سيكون أول.

الشكل (٤-٢١): يوضح المخططات المعمارية لمباني مدينة مصدر

(المصدر: :مرجع سابق.Aasarchitecture.com.2018)

iv. الفكر التصميمي وتوظيف التكنولوجيا

- تمتاز مباني المعهد بتصاميمها الذكية والبسيطة، وتساعد الممرات الضيقة ونظام التظليل الذكي والمواد الصديقة للبيئة على خفض درجة الحرارة في الصيف.
- مساكن المعهد ومختبراته موجهة لتظليل كل من المباني المجاورة وشوارع المشاة أسفلها والواجهات هي أيضا ذاتية التظليل، كما يتضح في الشكل (٤-٢٣). وشُكلت 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 بإستخدام طرق حديثة لأبراج الرياح التقليدية في المنطقة، وكما توجد المسطحات الخضراء والمائية التي توفر التبريد عن طريق التبخير.
- تُحمي النوافذ في المباني السكنية من خلال إستخدام حديث للمشربيات كما موضح في الشكل (٤-٢٢)، التي يتم بناؤها مع الخرسانة المسلحة المطورة بشكل مستدام والملونة بالرمل المحلي للتكامل مع البيئة الصحراوية ولتقليل الصيانة.
- أكثر من ٥٠٠٠ م^{٢} من المنشآت الكهروضوئية المركبة على السقف توفر الطاقة وكما توفرالمزيد من الحماية من أشعة الشمس المباشرة.
- يوفر الحقل الشمسي داخل المخطط الرئيسي موقع حوالي اكثر من ٦٠% من الطاقة المستهلكه من قبل المعهد، وكل ذلك يمكن إعادته تغذيته إلى شبكة أبوظبي.
- كما سيستخدم الحرم الجامعي طاقة وماء أقل بكثير من متوسط المباني الحديثة في الإمارات العربية المتحدة.

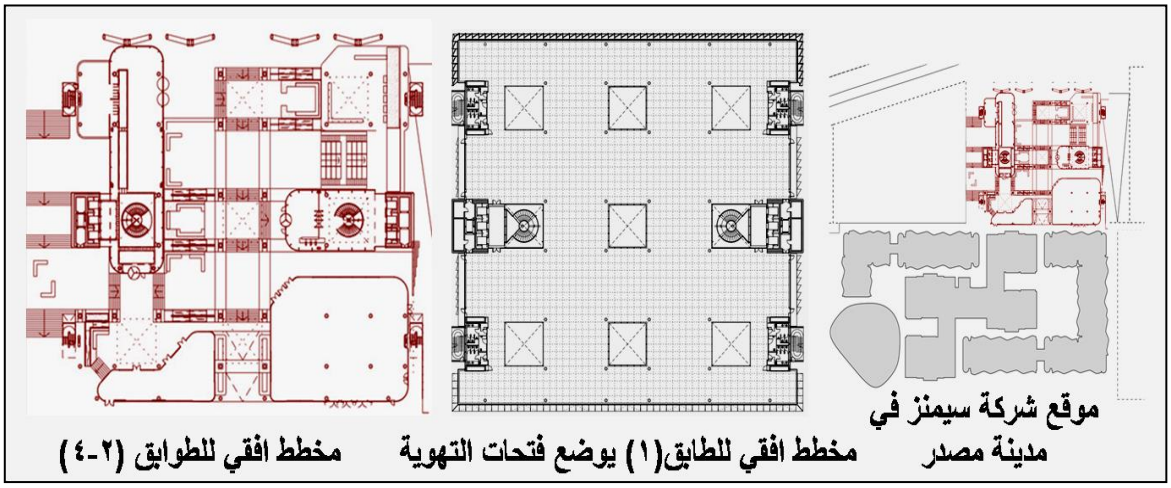


الشكل (٤-٢٢): يوضح أستخدام المشربيات في الواجهات
(المصدر: :مرجع سابق.Aasarchitecture.com.2018)

الشكل (٤-٢٣): يوضح تظليل مساكن المعهد ومختبراته المباني المجاورة وشوارع المشاة
(المصدر: :مرجع سابق.Aasarchitecture.com.2018)

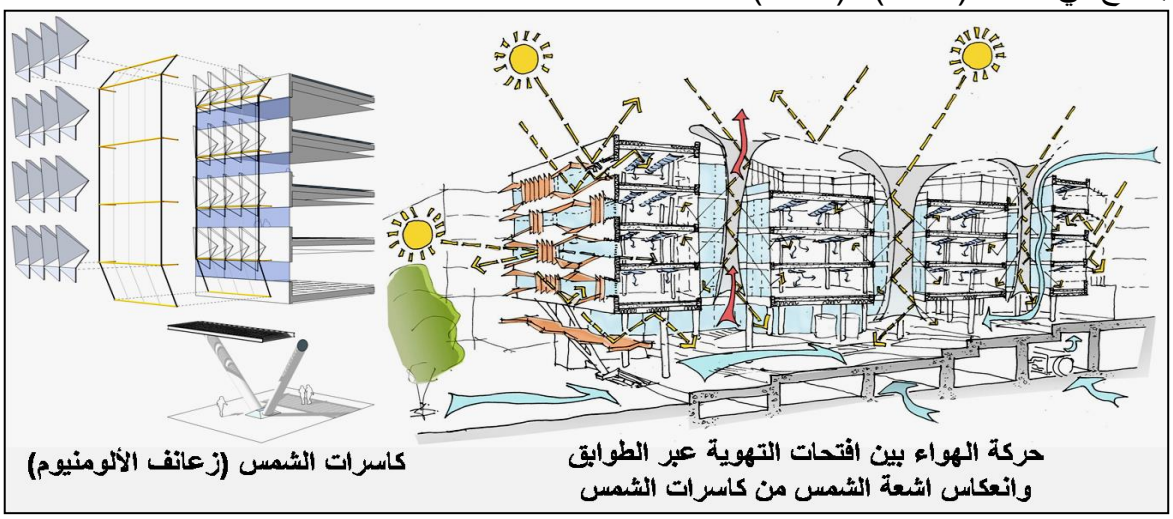
ج- مقر شركة "سيمنز روبسون" في الشرق الأوسط في مدينة مصدر

صمم المبني شيبارد روبسون وتبلغ مساحته ٢٢,٨٠٠م٢ تم افتتاحه عام ٢٠١٣م، ويعتبر من أكثر المباني في الشرق الأوسط تطبيق للتصميم المناخي والمستدام. كما يتضح في الشكل (٤-٢٤) تم تصميم الطابق الارضي على أنه امتداد الساحة الخارجية ويوجد مكتبين للاستقبال مزججين بالكامل في الطابق الارضي، كما يتصل الطابق الارضي مع بقيت الطوابق من خلال ٩ فتحات متصلة راسياً في سقف كل طابق تعمل كممرات للتهوية لتجديد الهواء. ويعمل النظام الهيكلي المبتكر على تقليل المواد المستخدمة في الإنشاء بنسبة ٦٠٪ تقريبًا ويوفر أقصى قدر من المرونة في التخطيط للمكاتب، حيث يتيح هذا الترتيب تقسيم كل من طوابق المكاتب الأربعة إلى مزيج من أحجام المساحات المختلفة، مما يخلق مرونة في إعادة تصميم المبني بمرور الوقت .

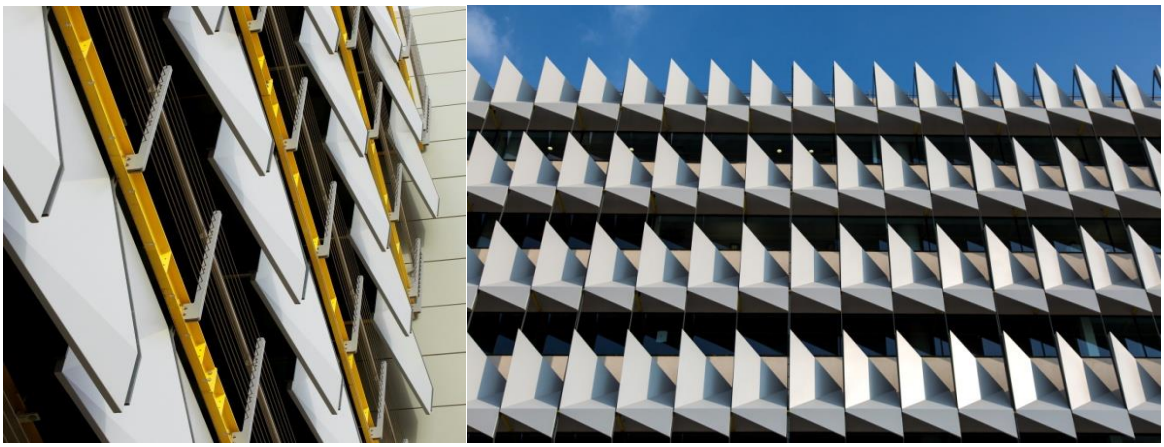


الشكل (٤-٢٤): يوضح المخططات المعمارية لمبني شركة سيمنز
(المصدر: Archdaily.com.2018)

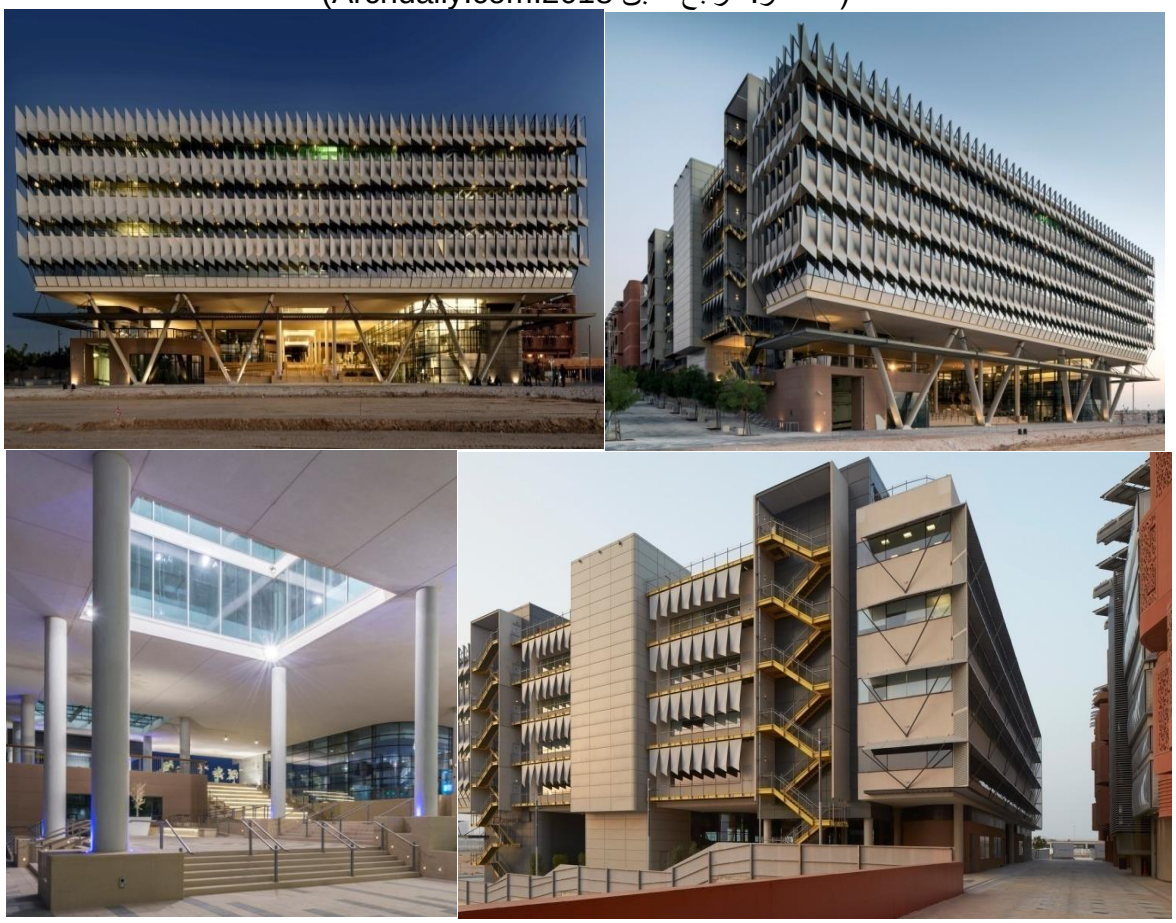
تم تصميم غلاف المبنى على هيئة صندوق داخل صندوق، القسم الداخلي عبارة عن واجهة محكمة الغلق معزولة ومصممة لتقليل الموصلية الحرارية. يحيط بهذا نظام تظليل خارجي من الألمنيوم خفيف الوزن يقلل من اكتساب الطاقة الشمسية مع زيادة ضوء النهار ووجهات النظر من المبنى. الاختلاف في شكل أنظمة التظليل ، التي تتميز بزعانف الألومنيوم الخفيفة الوزن ، يخلق لغة معمارية قوية للمبنى ، مع كل واجهة مصممة لتناسب اتجاهها الشمسي تعمل ككاسرات للشمس، كما يتضح في الشكل (٤-٢٥)، (٤-٢٦) أدناه.



الشكل (٤-٢٥): يوضح حركة الهواء بين الفتحات وتكوين كاسرات الشمس
(المصدر: مرجع سابق Archdaily.com.2018)



الشكل (٤-٢٦): يوضح كاسرات الشمس من زعانف الالمونيوم
(المصدر: مرجع سابق Archdaily.com.2018)



الشكل (٤-٢٧): يوضح يوضح واجهات المبني وفتحات التهوية في الدور الارضي
(المصدر: مرجع سابق Archdaily.com.2018)

٤-١٢ الخـــــلاصـــة

- إن المناخ الخارجي ذو تأثير مباشر علي حالة الانسان واحساسه بالراحة او الضيق ، وحلقة الوصل بين المناخ الخارجي والمناخ الداخلي ماهي الا الغلاف الخارجي للمبني، ولكل عنصر من عناصره (السقف - الحائط الخارجي - الفتحات الخارجية) دوره في الانتقال الحراري ما بين الداخل والخارج، لذلك يجب ان توضع في الإعتبار هذه العناصرعند تصميم المباني لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة داخل الفراغات. فدور المعماري يشمل إقتراح وتنفيذ بيئة صالحة للمستعمل تساعده علي كفاءة أداءه لانشطة حياته اليومية، ولذلك يجب عليه القيام بتوفير جو مناخي آمن مريح حرارياً لمستعملي الفراغ لداخلي.

- هنالك العديد من الحلول المناخية المتعارف عليها لكا عنصر من عناصر الغلاف الخارجي للمبني والتي إستخدمت وأثبتت نجاحها في تحقيق الراحة الحرارية لمستعملي الفراغ، ومن أهم هذه الحلول:
  - توجيه وتشكيل كتلة المبني.
  - كما يجب إختيار المواد المناسبة في بناء الجدران الخارجية والاسقف للمبانى ومراعاة خاصية اختزان الحرارة بها للحصول على الحد الاقصى من الحماية من الاحمال الحرارية.
  - كما يجب اللجوء الي المعالجات المناخية لعناصر الغلاف الخارجي من إستخدام للمواد العازلة والعاكسة للحرارة في الحوائط والاسقف.
  - ترك فراغ هوائي كعازل للحرارة للحوائط المزدوجة او الاسقف.
  - استخدام اشكال منحنية للاسقف، استخدام البروزات علي الحوائط لزيادة نسبة الاظلال عليها.
  - استخدام كاسرات الشمس الافقية والرأسية للنوافذ الخارجية، استخدام الالوان الفاتحة لعكس اشعة الشمس.
- تعتبر الفتحات الخارجية بالمباني هي الاساس لاكتساب المبنى للحرارة ونفاذ الإشعاع الشمسى، ولموضع الفتحات الخارجية ومساحتها ومنسوبها تاثير مباشر علي اتجاه حركة الرياح داخل الفراغ وبالتالي بتحقيق التهوية داخل الفراغ والاضاءة الطبيعية المطلوبة .
- كما يجب إستخدام المعالجات المناخية للفتحات من وسائل إظلال كمراعاة جوانب فتحة النافذة، نوع مادة الزجاج للنافذه، إستخدام كاسرات الشمس، المشربيات و المخرمات، إستعمال النوافذ الذكية في المباني ولكل ذلك أثر بالغ في تقليل الإكتساب الحراري.
- ولا تقتصر المعالجات المناخية علي العناصر المعمارية فقط بل تشمل كذلك تصميم العناصر المحيطة بالمبني، لدورها في تخيف الحمل الحراري علي المبني اهم عناصره هي :
  - إستخدام المسطحات الخضراء حول المبني لما لها من دور في المساعدة علي امتصاص اكبر قدر من الاشعة الشمسية.
  - واستخدام الاشجار لتنقية الرياح من الاتربة والعوالق والقاء الظلال علي واجهة المبني صيفآ.
  - وتوفير مسطحات المياه بجوار المبني تساعد علي إنكسار اشعة الشمس الساقطة عليها وتخفيف الحمل الحراري الناتج.
- في هذا الفصل تم عرض نماذج تم تطبيق المعالجات المناخية المعمارية بها من تشكيل للمبانى وتوظيف المصطبات والنباتات، والتوجيه والتظليل والتزجيج. وتتمثل هذه المعالجات في إستخدام الحدائق العمودية الحلزونية والفناءات على المستوى العمودي وتداخلها وتواجدها مابين القطاعات يسمح بتدفق الهواء داخل الفراغات وبالتالي توفير التهوية والإضاءة الطبيعية ، إستخدام الألواح الشمسية والخلايا الكهروضوئية لتوفير الطاقة الكهربائية وبالاضافة الي انها توفرالمزيد من الحماية من أشعة الشمس المباشرة و تظليل الاسطح. الى جانب نهج اسلوب العمارة التقليدية البيئية وإستخدام لأبراج الرياح التقليدية و توجيه المباني لتظليل كل من المباني المجاورة وشوارع المشاة وأستخدام المسطحات الخضراء والمائية لتنقية وترطيب الهواء حول المباني. بالاضافة الي إستخدام كاسرات الشمس واستخدام حديث للمشربيات ونظام التظليل الذكي والمواد الصديقة للبيئة للمساعدة في التقليل من اكتساب الاحمال الحرارية.

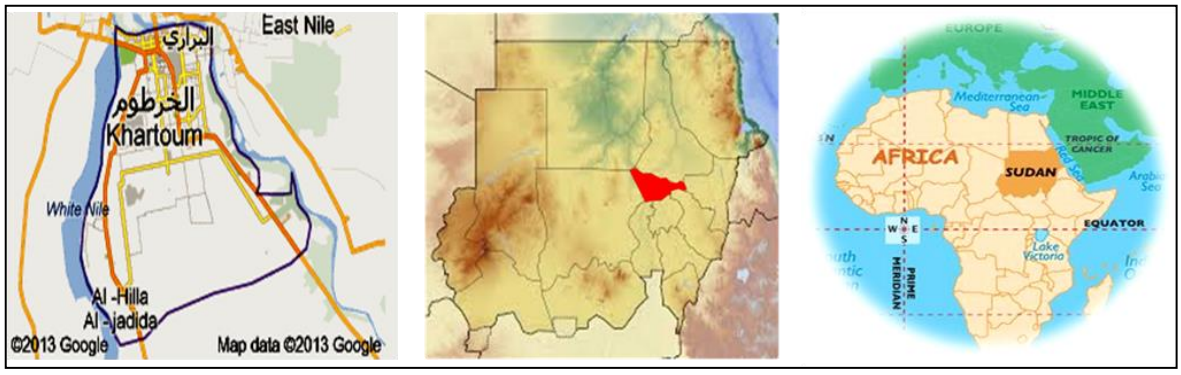
الفصل الخامس
عرض وتحليل الحالات الدراسية

٥-١مقـــدمة

يعتبر هذا الفصل الإطار التطبيقي لهذا البحث ويخصص لدراسة محورين، يمثل المحور الأول وصف منطقة الدراسة بصورة عامة ودراسة الظروف البيئية والمناخ بالمنطقة، أسباب أختيار المباني الإدارية حالات للدارسة وأسباب إختيار منطقة الدراسة وتحديد المباني التي سيتم تحليلها وإجراء المقارنة بينها، وطرق عرض معلومات الحالة الدراسية ومنهجية تحليل معلومات الحالة الدراسية ، أما المحور الثاني فيتمثل في استعراض الحالات الدراسية حيث سيتم وصف هذه المباني وتحليلها وتقييمها وفقاً لمعايير التصميم المناخي لعناصر غلاف المبني الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية .

٥-٢ خلفية تايخية عن مدينة الخرطوم

الخرطوم هي عاصمة السودان و حاضرة ولاية الخرطوم ، تقع عند نقطة التقاء النيل الأبيض بالنيل الأزرق المقرن ليُشكلا معاً نهر النيل، كما في الشكل (٥-١). وتتميز المدينة بموقعها الإسترتيجي في وسط السودان، مما يجعل منها منطقة جذب سياحي تزخر بالمعالم الطبيعية والأثرية، ومحور نقل واتصالات محليّة وإقليمية. يرجع تاريخ تأسيس الخرطوم كعاصمة، إلى العقود الأولى من القرن التاسع عشر أثناء فترة الحكم العثماني المصري في السودان حيثُ أتخذت عاصمة للبلاد، إلا أن تاريخها كموقع استيطان بشري أبعد من ذلك بكثير فقد تواجد فيها الإنسان منذ العصر الحجري منذ سنة ٤٠٠ قبل الميلاد، كما كان موقعها موطن حضارة قديمة عُرفت بمملكة علوة وشهد القرن الماضي أول مرحلة من مراحل ازدهارها عندما شيّدت العمارة في العهد البريطاني المصري علي النسق المعماري الإنجليزي والذي لا يزال ماثلا للعيان في الأبنية القديمة بجامعة الخرطوم وبعض المرافق الحكومية المطلة على النيل وتحول بعضها إلى متاحف مفتوحة للجمهور، وفي بعض الجسور القديمة المقامة على نهر النيل والتي تربطها بما يحيط بها من مناطق حضرية.



الشكل (٥-١): يوضح منطقة الدراسة
(المصدر : مرجع سابق Google.com.2018)

٥-٣ تطور مدينة الخرطوم معمارياً

لا يوجد نمط معماري معين محدد تتميز به المدينة إذ توجد مختلف الأشكال والأنماط والألوان في المدينة، إلا أن من الممكن التمييز بين خطوط معمارية واضحة في طراز الأبنية من حيث تاريخ بنائها، ففي المنطقة الشمالية المطلة على النيل الأزرق يظهر النمط الإستعمارى (colonial) الذي يعود إلى القرن التاسع عشر والعصر الفيكتوري وما قبله، وفن العمارة المملوكية ويتمثل في مباني

الوزارات والدواوين الحكومية القديمة التي بناها الإتراك ومن بينها سراي الحكمدار(القصر الجمهوري) في المنطقة المحاذية للنيل الأزرق.
ونجد نماذج لأنماط العمارة المعاصرة مثل قصر المؤتمرات(المسمى بقاعة الصداقة) والذي بناه الصينيون في سبعينيات القرن الماضي، و تشمل العمارة الحديثة جداً مثل مباني الأبراج العالية مثل برج الاتصالات، فندق كورينثيا (برج الفاتح سابقاً)، وبرج شركة بترودار، وإدارة الخطوط الجوية السودانية ومبنى بنك السودان المركزي الجديد ذو الواجهة الزجاجية وغيرها، من المباني التي تأخذ أشكالاً هندسية، وتتركز مباني الأبراج في وسط الخرطوم ومنطقتي المقرن وبرى. وتميزت هذه الفترة المعمارية الأخيرة بأنتشار مواد بناء جديدة مثل إستخدام ألواح الألمونيوم والواح الزجاج وإستخدام الحديد أكثر من الخرسانة.

٥-٤ جغرافيا الخرطوم

٥-٤-١ الموقع: تقع ولاية الخرطوم في الجزء الشمالي الشرقي من أواسط البلاد في قلب السودان بين خطي طول(٣١,٥-٣٤,٤٥) درجة شرقاً وخط عرض(١٥,٨-١٦,٤٥) درجة شمالاً وتقدر مساحتها بحوالي ٢٢,٧٣٦ كيلو متر مربع. (Wikipedia.org.2018)

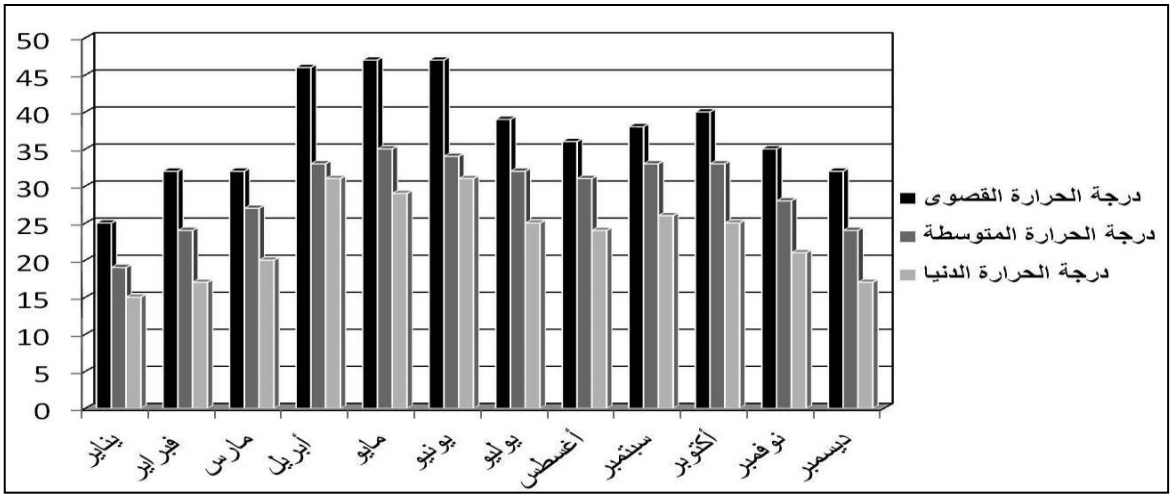
٥-٤-٢ طوبوغرافيا الخرطوم: تقع الخرطوم على إرتفاع ٤٠٥,٦ متر فوق سطح البحر فى أرض سهلية مستوية مع إنحدار طفيف نحو مجرى النيل تتخللها تلال ونتوءات صخرية وكثبان رملية متفرقة مما يعطي صورة لتضاريس منبسطة مع تموجات طفيفة، ويتخلل هذا المشهد الطبيعي أيضاً طبقات وأرصفة وأودية نيلية. (Wikipedia.org.2018)

٥-٥ دراسة الخصائص المناخية لمدينة الخرطوم

تقع معظم ولاية الخرطوم في المنطقة المناخية شبه الصحراوية، بينما المناطق الشمالية تقع في المناطق الصحراوية، ومناخ الولاية حار إلي حارجداً وممطر صيفاً ودافيءإلي بارد وجاف شتاءاً .

٥-٥-١الحرارة

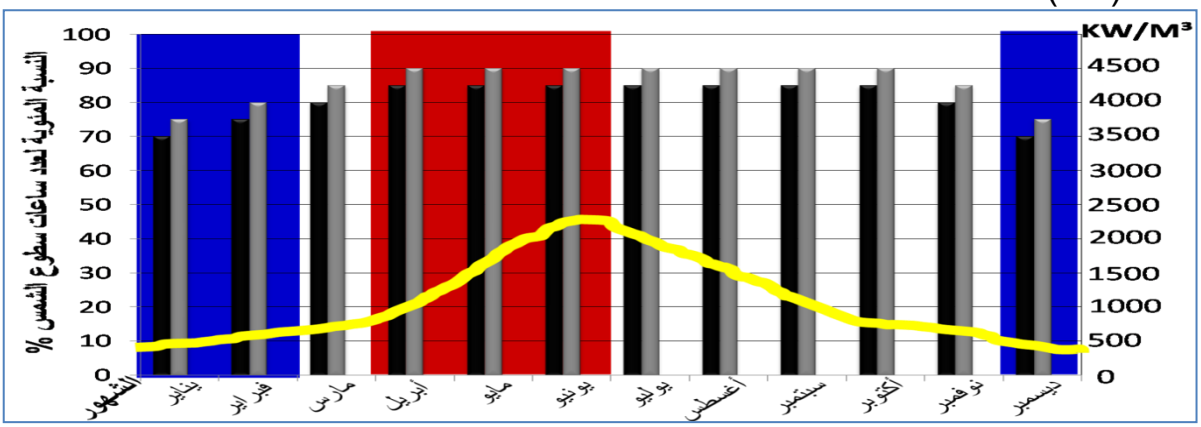
تعتبر الخرطوم واحدة من المدن الأكثر حرارة في العالم، حيث تتراوح درجات الحرارة العظمى خلال العام فى مدينة الخرطوم مابين (٣١-٤٢°درجة مئوية) وقد تصل خلال (ابريل- يونيو) إلى 47°، وتتراوح درجات الحرارة الصغرى مابين ١٦-٢٨° وقد تنخفض إلى ادنى مستوى قد يضل إلى 6 ° خلال شهري (ديسمبر ويناير) عند مرور جبهة هوائية باردة، كما يتضح في الشكل (٥-٢).



الشكل (٥-٢): معدل درجات الحرارة لمدينة الخرطوم للسنوات (١٩٩٨- ٢٠١٠ م)
(المصدر الهيئة العامة الارصاد الجوى، ٢٠١٠)

٥-٥-٢سطوع الشمس والإشعاع الشمسي

يتميز الاشعاع الشمسي لمدينة الخرطوم بشدتها حيث تزيد عن (١٠٠٠ واط/م٢) فى الفضاءات والمجالات الافقية فى فصل الصيف ، اما المجال العمودي فى اتجاه الشرق والغرب فقد تزيد عن (٨٠٠ واط/م٢) ، اما المجال العمودي المقابل للجهة الجنوبية فهو يتلقى مايزيد عن (٥٠٠ واط / م٢). يبين الشكل (٥-٣) أن سطوع الشمس يشمل معظم ساعات النهار (٨٥-٩٠%) في ستة أشهر من العام، وهذا يعطى مؤشراً واضحاً على قوة السطوع الشمسي على مدار العام، كما يتضح في الشكل (٥-٣).



الشكل (٥-٣): النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس خلال العام فى الخرطوم (١٩٩٨- ٢٠١٠)

(المصدر: مرجع سابق، الارصاد الجوى، ٢٠١٠)

٥-٥-٣الريـــاح

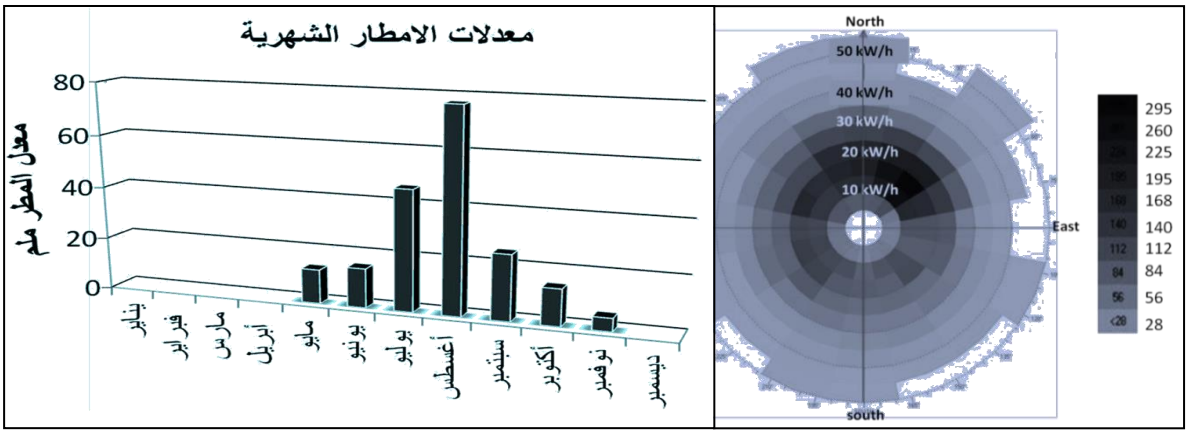
الرياح السائدة فى الغالب شمالية جنوبية تتراوح السرعة مبين ١٤-١٧كلم/ساعة وقد تزيد إلى ٤٥كلم/ساعة عند مرور الجبهات الهوائية الباردة . وخلال الموسم المطري الذي يبدأ من يوليو ويمتد حتى سبتمبر فالرياح السائدة جنوبية شرقية الي جنوبية غربية حيث تتراوح السرعة ما بين ٣-٤٧ كلم/ساعة، وقد تصل السرعة احياناً عند حدوث العواصف الرعدية والترابية إلى ٧٠ كلم/ساعة قد تتسبب في إحداث الدمار. هذه الرياح الجنوبية ايضا تدفع بالفاصل المدراي شمالاً ويصحبه الحزام المطري خلفه والذي يتحرك معه ايضاً شمالاً. ويوضح الشكل (٥-٤) الرياح السائدة وقوتها.

٥-٥-٤الهطول (التساقط)

تتميز ولاية الخرطوم بموسم مطري به رطوبه عالية نسبياً، ينحصر مابين (يوليو- سمبتمبر) ويبلغ المعدل السنوي (١٢٦,٢ملم) و أعلى كمية أمطار خلال شهري يوليو و أغسطس مابين (٤٦-٧٥ملم) وسجلت الخرطوم ٢٠٠,٥ملم في يوم واحد فقط في ١٩٨٨/٨/٤م. والرياح السائدة جنوبية إلى جنوبية غربية رطبة وتشتد الرياح في بداية الموسم المطري وتتميزالفترة من أواخر يونيو وأوائل يوليو بحدوث العواصف الرعدية والترابية مما يتسبب في حدوث عواصف الهبوب التي قد ترتفع إلى اكثر من ١٠٠متر وهي انتاج للتيارات الهابطة من السحب الرعدية والتربة المتفككة. و ومعدلات الامطار الشهرية في ولاية الخرطوم موضحة في الشكل (٥-٤).

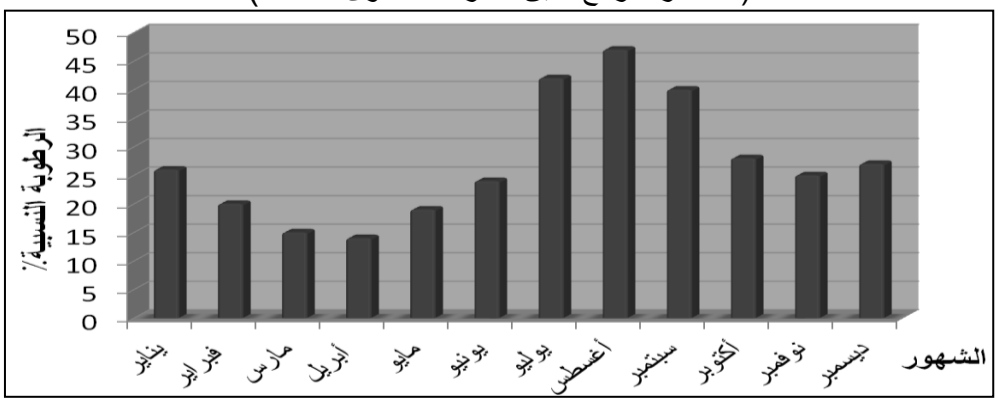
٥-٥-٥ الرطوبة النسبية

تتراوح مابين (١٥-٤٨%) كمتوسط خلال العام أما الرطوبة النسبية العظمى التي تحدث فى الصباح الباكر خلال الموسم المطري تحت تاثير الرياح الجنوبية الرطبة قد تصل إلى اكثر من ٨٥% والصغرى خلال شهري مارس- ابريل قد تنخفض إلى اقل من ١٠% تحت تاثير الرياح الشمالية الى الشمالية الشرقية الجافة .



الشكل (٥-٤): الرياح السائدة وقوتها، ومعدلات الامطار الشهرية في ولاية الخرطوم(١٩٩٨-٢٠١٠

(المصدر: مرجع سابق، الارصاد الجوى، ٢٠١٠)

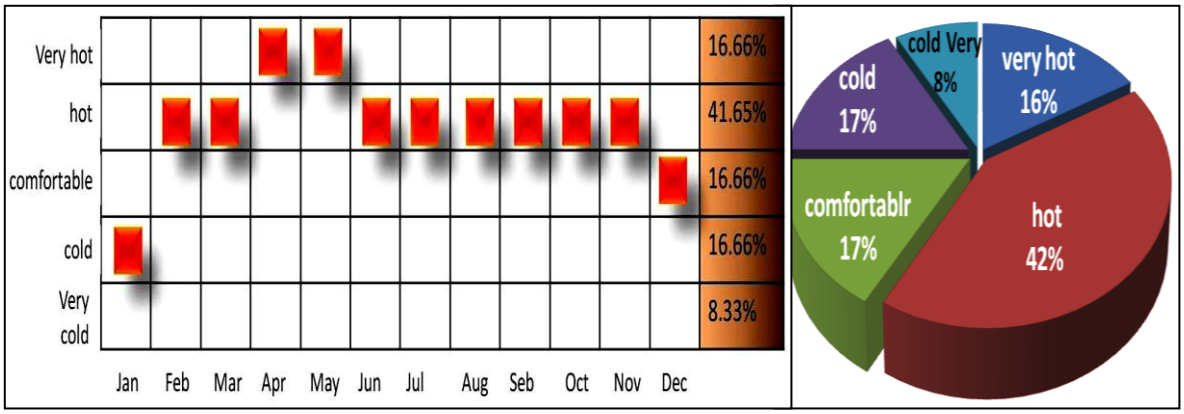


الشكل (٥-٥): معدلات الرطوبة الشهرية فى ولاية الخرطوم للسنوات (١٩٩٨- ٢٠١٠ م)

٥- ٦ التمثيل البياني للمعطيات المناخية لدراسة الراحة الحرارية لمدينة الخرطوم

بعد تحليل المعطيات المناخية لمدينة الخرطوم يمكن من خلالها أن ندرس مختلف المقاييس والاستراتجيات الموضوعة من أجل تحليل و معرفة منطقة الراحة بمدينة الخرطوم ، وكذا معرفة مختلف الاستراتجيات اللازمة لعملية التصميم المناخي للمباني وتوفير الراحة الحرارية داخل المباني والفضاء العمراني .

ويمكن مقاربة درجات الحرارة الخاصة بمدينة الخرطوم ووضعها في الجدول التالي من اجل معرفة نوع المناخ السائد بالمنطقة، كما في الشكل (٥-٦) .



الشكل (٥-٦): التمثيل البياني جدول التحليل الحراري للمعطيات المناخية لدراسة في الخرطوم.

(المصدر: مرجع سابق، الارصاد الجوى، ٢٠١٠)

٥-٧ أسباب أختيار المباني الإدارية حالات للدارسة

تم تخصيص الحالات الدراسية في هذا البحث للمباني الإدارية كنماذج وذلك للاسباب التالية :

أ. الدراسة متخصصة في المباني الإدارية لما لها من ارتباط بالقطاعات الحيوية للمجتمع.

ب. تعتبر نموذج للشكل المستقبلي للعمارة، وفقا للتزايد الواضح في المباني العالية في ولاية الخرطوم والتي تمثل المباني الإدارية النسبة الأكبر منها .

ج. التوجه بكثره في المباني الإدارية في مدينة الخرطوم نحو الإكثار من إستخدام المسطحات الزجاجية و تجليد الألمونيوم في الواجهات الخارجية وغيرها من المواد التي لا تتناسب مع المناخ السائد . وهذا التوجه من شأنه المساهمة في رفع درجات الحرارة داخل هذه المباني وحرارة البيئة المحيطة.

د. الأهمية الوظيفية والاقتصادية لهذه المباني وأهمية تحقيق الارتياح الحراري فيها وضرورة تحقيق الاقتصاد في استهلاك الطاقة فيها.

وبتخصيص الحلات الدراسية في هذا البحث لهذه الفئة من المباني من معرفة مشاكلها و تطبيق المعايير التصميم المناخي عليها بصورة أكثر دقة وفاعلية، يكون البحث قد ساهم في أكبر القطاعات المعمارية تأثيراً علي شكل العمارة في الخرطوم واكثرها إستهلاك للطاقة الكهربائية بالإعتماد على التبريد الميكانيكي بصورة كبيرة.

٥-٨ أسباب إختيار مدينة الخرطوم منطقة الدراسة

تم إختيار مدينة الخرطوم منطقة الدراسة لإجراء البحث الميدانى لعدد من الأسباب كالآتي:

أ. مدينة الخرطوم تعتبر ذات أهمية في السودان لانها تمثل العاصمة والواجهة الحضارية، ولما تشهده من نهضة عمرانية وتعدد المباني الادارية بها .

ب. قلة الدراسات التي تتناول تصميم المباني مناخياً بالمدينة.

ج. من الملاحظ إن بعض أساليب التصميم المتبعة في مدينة الخرطوم في الأونة الأخيرة لا تتناسب مع المناخ السائد في المنطقة (المناخ الحار الجاف) و التي تمثل مشكلة البحث وعدم التغلب علي صعوبات المناخ مما ساهم في عدم تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الادارية و إعتمادها علي أجهزة التكييف الميكانيكي. و تتلخص مشكلات الوضع الراهن في:

i. عدم إستخدام التشكيل المعمارى للكتل والواجهات وإستخدام الكاسرات بما يتلائم مع المناخ الحار الجاف السائد في مدينة الخرطوم حيث ظهرت المباني في شكل صناديق.

ii. إستخدام مواد بناء غير مناسبة و غير ملائمة لمناخ مدينة الخرطوم بالضافة إلي إستخدام تجليد الألمونيوم الشديد اللمعان الذي يسبب انعاكاسات للأشعة الشمسية .

iii. إستخدام الزجاج في الواجهات الخارجية و في أغلب الأحيان يكون الزجاج المستخدم بدون معالجات في الواجهة الشرقية والغربية اكثر الواجهات تعرضا لاشعة الشمس الحارة والمباشرة خلال ساعت النهار.

٥-٩ نماذج لعدد من المباني الادارية في مدينة الخرطوم

يتضح في الشكل (٥-٧) عدد من المباني الإدارية في مدينة الخرطوم ، وهي:

١. برج الهيئة القومية للاتصالات.
٢. مبنى شركة النيل الكبري لعميات البترول.
٣. ابراج واحة الخرطوم.
٤. مبنى شركة هجليج للبترول و الإستثمار.
٥. مبني شركة الخطوط الجوية السودانية.
٦. مبنى رئاسة أركان القوات البرية
٧. مبني شركة سودابت
٨. مبني وزارة النفط والغاز.

برج الهيئة القومية للاتصالات

مبنى شركة النيل الكبري لعمليات البترول

ابراج واحة الخرطوم

شركة هجليج للبترول و الإستثمار

شركة الخطوط الجوية السودانية

مبنى رئاسة أركان قوات البرية

مبني شركة سودابت

مبني وزارة النفط والغاز

الشكل (٥-٧): يوضح المباني الادارية في مدينة الخرطوم

(المصدر : Google.com/imgres.2018)

٥-١٠ أسس إختيار النماذج المدروسة

النماذج الادارية المذكوره أعلاه تعتبر معالم معمارية بارزه للمباني الادارية في مدينة الخرطوم، وتشكل نموذج والتوجه السائد للشكل المستقبلي للعمارة في مدينة الخرطوم حيث تتجه نحو الإكثار من إستخدام المسطحات الزجاجية و تجليد الألمونيوم، وذلك علي الرغم من أنها لا تتناسب مع المناخ السائد في مدينة الخرطوم (مناخ حار جاف). فسيتم دراستها لمعرفة مدى تطبيقها لمعايير واساليب التصميم المناخي و تحقيقها للراحة الحرارية للمستخدمين ومدي إستهلاكها للطاقة الكهربائية، بإختلاف تعامل مصمم كل مبنى من حيث الموقع، توجيه كتل مبنى، المواد الإنشائية المستخدمة، التقنيات و المعالجات المستخدمة في واجهات كل مبنى.

وأسس اختيار النماذج المدروسه منها سيتم وفق للمعايير التالية:

أ. ابراج إدارية متعددة الطوابق (اقصي عدد للادوار ٣٠ طابق).

ب. مباني أُنشأت حديثاً في آخر ١٨ سنة منذ ٢٠٠٠م.

ج. تمثل نسبة مساحة الزجاج بواجهات المبني اكثر من ٦٠%.

منهجية تقييم إختيار الحالات الدراسية

أ. حساب الادوار: أقصي عدد للادوار في الدراسة حتي ٣٠ طابق حيث تمثل نسبة ١٠٠% ، ونسبة الطابق الواحد ٣,٣%.

ب.حساب سنوات الانشاء: سنوات الدراسة تنحصر من ٢٠٠٠م - ٢٠١٨م، حيث تمثل ٢٠١٨ نسبة ١٠٠% ونسبة كل سنة ٥,٥%.

ج. حساب مساحة الزجاج في جميع واجهات : يكون بحساب نسبة المئوية للمساحة الزجاج بها.

جدول رقم (٥-١) : يوضح أسس إختيار الحالات الدراسية

أسس إختيار حالات الدراسة		عدد الادوار (١٠٠%)	تاريخ الانشاء (١٠٠%)	نسبة مساحة الزجاج بواجهات المبني (١٠٠%)	النتيجة النهائية (١٠٠%)
نماذج للمباني					
١.	برج الهيئة القومية للاتصالات	٢٩ دور	٢٠١٠م		
		٩٥,٧%	٥٥%	٧٠%	٧٣,٥%
٢.	مبنى شركة النيل الكبري لعمليات البترول	١٥ دور	٢٠١٠م		
		٤٩,٥%	٥٥%	٩٥%	٦٦,٥%
٣.	الابراج الادارية واحة الخرطوم	١٥ دور	٢٠١١م		
		٤٩,٥%	٥٥%	٧٥%	٦٠%
٤.	مبنى شركة هجليج للبترول و الإستثمار	٨ ادوار	٢٠٠٦م		
		٢٦,٤%	٣٣%	٦٠%	٤٠%
٥.	مبني شركة الخطوط الجوية السودانية	٤ ادوار	٢٠٠٢م		
		١٣,٢%	١١%	٣٥%	٢٠%
٦.	مبنى رئاسة أركان القوات البرية	٧ ادوار	٢٠٠٦م		
		٢٣,١%	٣٣%	٤٥%	٣٣,٧%
٧.	مبني شركة سودابت	٤ ادوار	٢٠١١م		
		١٣,٢%	٦٠,٥%	٣٠%	٣٤,٥%
٨.	مبني وزارة النفط والغاز	٦ ادوار	٢٠١١م		
		١٩,٨%	٦٠,٥%	٦٠%	٤٦,٧%

المصدر: إعداد الباحث

٥-١١ نماذج المبانى التى تم إختيارها

وبعد الاستعراض للنماج السابقة وقع الاختيار على عدد ٣ مباني، كحالة للدراسة لتطبيق المعايير عليها وتحليلها للوصول الى إستنتاجات توضح مشاكلها وإيجابياتها ومعرفة مدي ملائمتها لمناخ المنطقة وتحقيق الراحة الحرراية بها . وهذه المباني هي:

١- مبنى شركة النيل الكبري لعميات البترول.
٢- برج الهيئة القومية للاتصالات.
٣- الابراج الادارية واحة الخرطوم.

٥-١٢ طرق عرض معلومات الحالة الدراسية

يتم وصف الحالة الدراسية عن طريق مخططات للمساقط الأفقية والرأسية وصور لجميع واجهات المبني المختلفة "من عمل الباحث بعد الزيارة الميدانية"، ويتم عمل جداول لعرض تحليل الحالات الدراسية من عمل الباحث.

٥-١٣ منهجية تحليل معلومات الحالة الدراسية

إعتمد البحث على المنهجية الوصفية التحليلية بإختيار مجموعة من المباني الادارية (أبراج اكثر من ١٠ طوابق) لدراسة مدي تأثير التصميم المناخي لعناصر الغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الادارية في ولاية الخرطوم، فكانت المباني الادارية هي موضوع الدراسة نسبة للاتي:

- الأهمية الوظيفية لهذه المباني وأهمية تحقيق الارتياح الحراري فيها .
- تعتبر نموذج للشكل المستقبلي للعمارة وفقاً للتزايد الواضح في المباني العالية في ولاية الخرطوم.
- الأهمية الاقتصادية لهذه المباني وضرورة تحقيق الإقتصاد في إستهلاك الطاقة الكهربائية فيها.

وتعتمد منهجية البحث علي ان يتم إختيار مجموعة من المباني الإدارية في مواقع مختلفة من ولاية الخرطوم، ويتم دراسة الاتي: نبذة تعريفية عن المبنى - وظائف المبنى - الوصف المعماري.
ومن ثم تطبق بها معايير للتحليل الحالات الدراسية ، حيث توضح مدى إهتمام المصمم بالتصميم المناخي واختيار عناصر الغلاف الخارجي الملائمة للمبنى .

٥-١٤معايير تحليل الحالات الدراسية

تم وضع معايير تحليلية للمباني قيد الدراسة للوصول الي مدى تفاعل المصممين مع أساليب التصميم المناخي ومدي ملائمة معالجات الغلاف الخارجي في المناخ الحار الجاف. والتوصل الي مدي تحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين داخل هذه المباني، ومساهمتها في توفير إستهلالك الطاقة الكهربائية حيث يتم الاعتماد عادة علي الوسائل الميكانيكية لجعل هذه المباني تتلائم مع البيئة المناخية القاسية التي يتصف بها مناخ.

وهذه المعاييرهي :

أ- **الموقع**

دراسة موقع المبنى ومجاوراته ومدي ملائمته لوظيفة المبني، و زمن التعرض للاشعاع الشمسي.

ب- **توجيه كتلة المبنى:**

التوجيه الافضل في المناطق الحارة الجافة يكون بإتجاه الشمال والجنوب، وفقا لاتجاه الرياح السائدة وفترات التعرض للاشعاع الشمسي. (Gut and Ackerknecht 1993)

ج- تشكيل كتلة المبنى

إختيار الاشكال الاقل تأثراً بالاحمال الحرارية الصيفية، كالشكل المستطيل وما يقترب منه.

د- مواد الإنشاء و المواد العازلة

إختيار مواد البناء للحوائط والاسقف ذات الخصائص الحرارية (الكثافة، الموصلية الحرارية، السعة الحرارية) التي تساعد في الحصول على الحد الاقصى من الحماية من انتقال الحرارة للداخل عن طريق تأخير وصول الذروة الحرارية إلى داخل الفراغات وإحتفاظها بهوائها البارد معظم ساعات النهار أثناء في فصل الصيف، زيادة المقاومة الحرارية و القيمة الإنتقالية للعناصر الخارجية وذلك عن طريق عزلها حرارياً بصورة جيدة.

ه- معالجات المناخية لعناصر الغلاف الخارجي للمبنى

معالجة الأداء الحراري لعناصر الغلاف الخارجي للمبني (الحوائط / اسقف /الفتحات الخارجية) لتحقيق الهدف الأساسي من التصميم المناخي و حماية المبنى من الأشعة الاشمس والوصول الي الراحة الحرارية المطلوبة للفراغات، وذلك عن طريق :

- إستخدام المواد العازلة والعاكسة للحرارة في الحوائط والاسقف.
- إستخدام أشكال منحنية للاسقف، عزل الاسقف والحوائط بترك فراغ هوائي كعازل.
- زيادة نسبة الاظلال في الواجهات عن طريق تشكيل الحوائط وعمل بروزات بها.
- إستخدام الالوان الفاتحة والملمس الخشن اللذان يساعدان في عكس اشعة الشمس الساقطة عليهما.
- مراعاة موضع الفتحات في المسقط الافقي والرأسي و حجم وتوجيه النوافذ طبقاً لإتجاه الرياح وإتجاه أشعة الشمس .
- ومراعاة تصميم وسائل إظلال للنوفذة من توقيع النوافذ ضمن سمك الحائط و نوع مادة الزجاج للنوافذ و نسبة التزجيج.
- بالاضافة الي إستخدام كاسرات الشمس الافقية و الرأسية وفقاً للتوجيه.

وغيرها من الحلول التي تساعد في تقليل الحمل الحراري علي المبني وتحقيق الراحة الحرارية.

و- التهوية الطبيعية

يجب ان تفي بالمعدلات اللازمة لتحقيق الراحة الحرارية للمستعملين داخل الفراغ المناطق الحارة الجافة، وذلك عن طريق زيادة تبريد الفراغ الداخلي للمبني وتخليص جسم مستعملي الفراغ من الحرارة والرطوبة الزائدين والتخلص من نسبة ثاني اكسيد الكربون و الروائح الكريهة أو الضارة داخل الفراغ .

ز- **معالجات الموقع (تشجير ومسطحات خضراء ومائية)**

يعتبر من العوامل الأساسية في التخفيف من الضغوط الحرارية التي يتعرض لها الغلاف الخارجي حيث تؤدي لزيادة التظليل والتخفيف من الاشعاع المنعكس من المجاورات والشوارع الاسفلتية والمساحات الخالية على واجهات المباني، ويتم ذلك من خلال إستخدام البيئة الخارجية والتشجير والمساحات الخضراء و المسطحات المائية.

ح- معدل استهلاك الطاقة الكهربائية: معرفة مدي تحقيق المبنى لدوره الاقتصادي وفقا لاداء المبنى الحراري واستهلاكه للطاقة. حيث ان معظم الطاقة المستهلكة في مدينة الخرطوم تكون لأغرض التبريد وذلك لاستهلاك أجهزة التبريد الميكانيكية طاقة كهربائية كبيرة نسبياً، خاصة عند الإعتماد عليها كلياً لتوفير الراحة الحرارية لمستخدمي المبنى في المناخ الحارالجاف.

عرض حالات الدراسة

٥-١٥الحالة الدارسية الأولي : مبنى شركة النيل الكبري لعميات البترول
Greater Nile Petroleum Operating Company Ltd.(GNPOC)

٥-١٥-١ نبذة تعريفية عن المبنى

يقع المبني في منطقة السنط قطعة رقم ٩١ مربع ٤ المقرن، تم البدأ في تشييده من اكتوبر ٢٠٠٥ وفي مايو ٢٠١٠م تم استلامه واستخدامه ويتكون المبني من ١٥ طابق. تم تصميم المبني بواسطة شركة KEO الالمانية، والمقاول الشركة الصينية China Jiangsu واشرف التنفيذ شركة مجموعة المهندسين الاستشاريين على ECG. المبني يحتوي على عدد ٣ شركات للبترول شركة Greater Nile وشركة OPCO وشركة PETCO ، وعدد الموظفين بالمبني ٨٠٠ موظف. تم تنفيذه علي مساحة ٤٠٢٥٥,٤م^2 المساحة الكلية.

الشكل (٥-٨): يوضح موقع مبنى شركة النيل الكبري لعميات البترول
(المصدر :Google.com/maps.2018)

٥-١٥-٢ وظائف المبنى

الجدول رقم (٥-٢) :جدول يوضح وظائف المبنى النيل الكبري لعميات البترول:

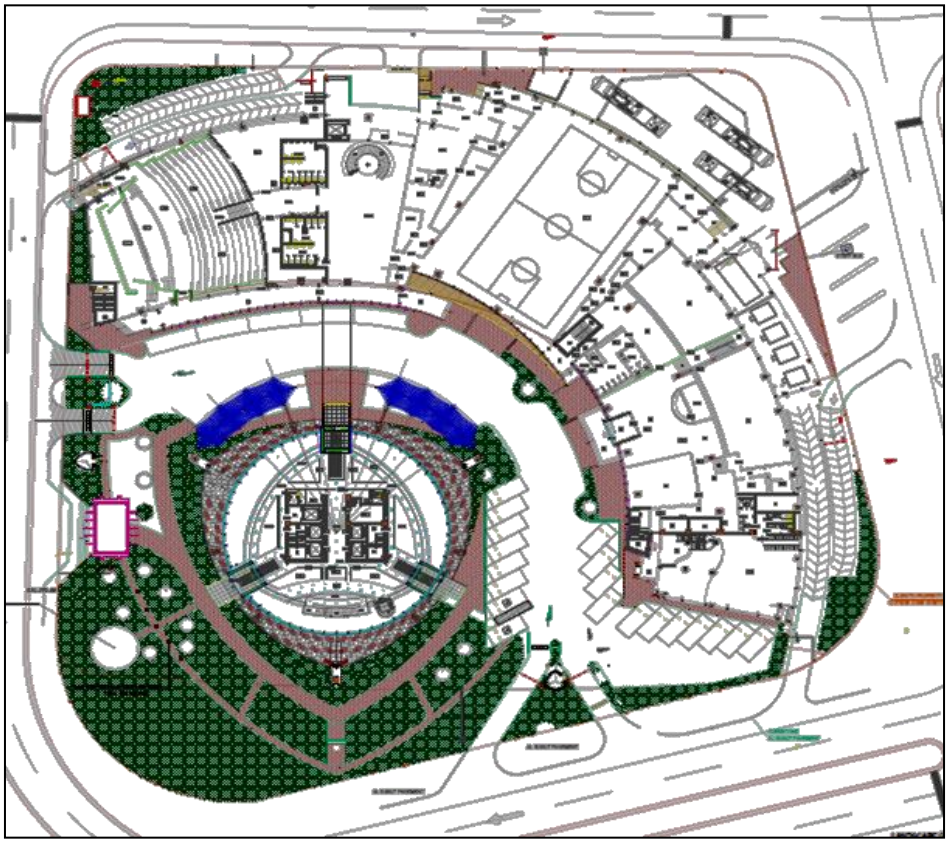
ادوار البرج	المساحة الكلية ٣٤٣٥٠,٦ م^2	الوظيفة
Basement	١٠٢٤١,٤ م^2	مكاتب إدارة المبني+ مكاتب إدارة السائقيين+ مواقف+ مخازن+ خزانات المياه+ وحدات تبريد والتكييف (chillers).
الأرضي	٩٧١,١ م^2	الإستقبال+ منطقة إنتظار.
دور خدمي mezzanine	٩٨٨,٣ م^2	كافتريا خاصة بالاجانب
الدور ١-٩	٨٧١٣,٤ م^2	مكاتب ادراية + مكاتب مفتوحة (work station) +خدامات
الدور العاشر	٨٣٠,٦ م^2	طابق خاص بتقنية المعلومات والسيرفرات (IT)
الدور ١١-١٢	١٥١٨,٧ م^2	مكاتب ادراية + مكاتب مفتوحة (work station) +خدامات

الدور ١٣-١٤	١٣٠٧,٧ م^{٢}	مكاتب ادراية +غرفة اجتماعات رئيسية للمبني
الدور ١٥	٥٦٥,٣ م^{٢}	خاص بمكاتب مجلس الادارة العليا
السطح	٥٠٣,٧ م^{٢}	مكاينات المصاعد+ مكاينات وحدة صيانة المباني + الجوهرة اعلي نقطة بالمبني شكل جمالي ليس له وظيفة مضئ في المساء.
ادوارالمبني الاضافي	**المساحة الكلية ٥٩٠٤,٨ م^{٢}**	**الوظيفة**
الأرضي	٣٩٦٦,٥ م^{٢}	كافتريا كبري+ مسرح+ ملعب سلة +جمنيزيوم+ بقالة + جزء من مكاتب الادارة البشرية.
الدور الاول	١٩٣٨,٣ م^{٢}	فصول التدريب + مكاتب الادارة البشرية .
		المساحة الكلية للمبني = ٤٠٢٥٥,٤ م^{٢}

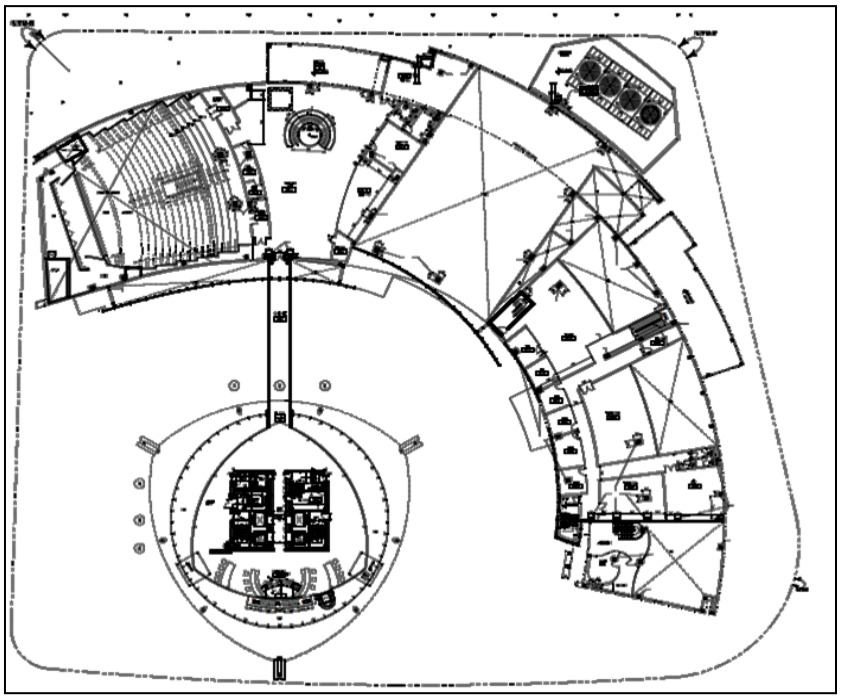
المصدر: إعداد الباحث

٥-١٥-٣ الوصف المعماري

يحيط بالمبني أربعة شوارع رئيسية المدخل الرئيسي بالجهة الغربية للموقع ويوجد مدخلان ثانويان بالجهة الشرقية والشمالية الغربية مخصصان لمواقف السيارات الموجودة في البدروم. ويتكون المبني من وحدتين الاولي البرج الاداري ذو مسقط شبه مثلث متساوي الاضلاع ويتكون من١٥ طابق، والوحدة الثانية المبني الاضافي يتكون من أرضي وطابق أول ومسقطه الافقي عبارة عن قطاع من نصف دائرة، والطابق الاول بالمبني الاضافي متصل بجسر مع البرج الاداري عند الطابق الخدمي (mezzanine)، كما يوضح المسقط الافقي في الشكل (٥-٩).

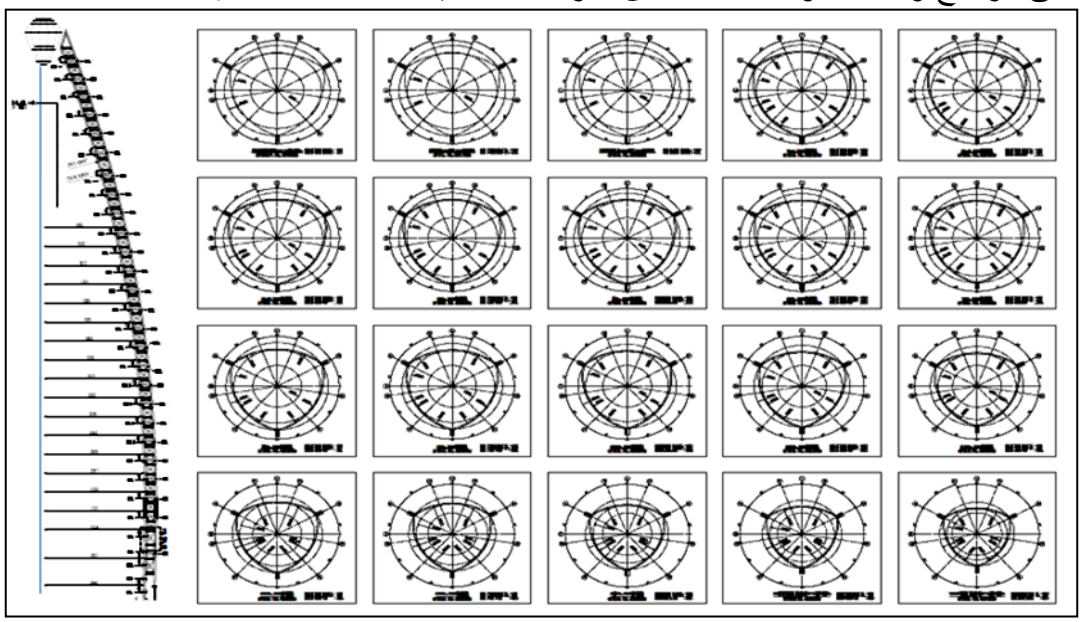


الشكل(٥-٩): يوضح المسقط الافقي لدور الارضي للبرج و المبني الاضافي
المصدر : شركة النيل الكبري لعمليات البترول

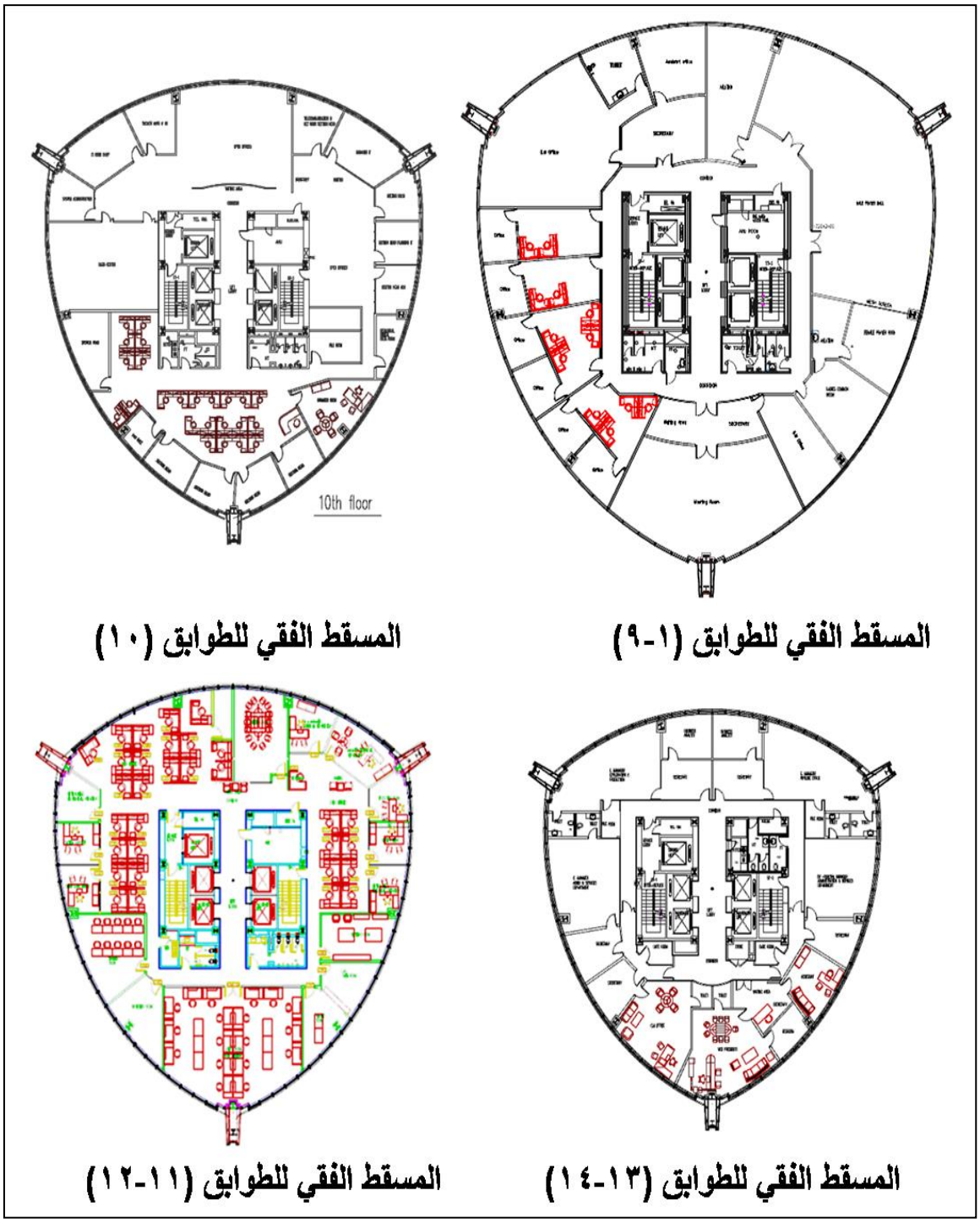


الشكل(٥-١٠): يوضح المسقط الافقي لدور mezzanine للبرج+ الدور الاول للمبني الاضافي.
المصدر : شركة النيل الكبري لعميات البترول

البرج الاداري:
مساحة البرج الكلية ٣٤٣٥٠,٦ م^{٢} ويتكون من ١٥ طابق ، المسقط الافقي له شبه مثلث متساوي الاضلاع وهذه الاضلاع بها إنحناء وتتناقص المساحة تدريجياً الى أعلي حيث ينقص كل طابق عن الطابق السابق له، وتتشابه مساقط الطوابق من حيث التقسيم وتختلف من حيث المساحة، كما يوضح المسقط الافقي في الشكل (٥-١١). وتتوقف الطوابق عند ارتفاع ٧٩,٨م ويتواصل التناقص بالعناصر الانشائية انتهاءً بشكل الجوهرة وهو شكل جمالي مضي ليلاً ولا تتم وظيفة بداخله، كما هو موضح في الشكل (٥-١١). يتوسط المبني وسائل الحركة (المصاعد والسلالم) و فراغات الخدمة و تحيط بها المكاتب من كل الاتجاهات، ولا يتم الاعتماد علي الاضاءة الطبيعية حيث تم وضع السائر على الزجاج وذلك لدخول اشعة الشمس للفراغات مما يصعب العمل بداخلها.



الشكل (٥-١١): يوضح تدرج طوابق البرج
المصدر : شركة النيل الكبري لعميات البترول



الشكل (٥-١٢): يوضح المساقط الافقية لطوابق البرج

المصدر : شركة النيل الكبري لعميات البترول

٥-١٥-٤ تحليل المبنى

أ- **الموقع**

يقع المبني في منطقة مميزة في الخرطوم بين النيلين الازرق والابيض في منطقة المقرن، و تم تشييد المبني من طوابق متعددة للاستفادة الكاملة من هذه الإطلالة. وتوجد مساحات كبيرة خالية محيطة بالمبني حيث لا توجد مباني قريبة منه، فيتلقى المبنى الاشعاع الشمسي بصورة مباشرة طوال فترة النهار.

ب- **توجيه المبني**

البرج الاداري ذو مسقط شبه مثلث متساوي الاضلاع تم وضع زوايا المثلث الثلاث في الجهة الجنوبية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية، فاصبحت اضلاع المثلث تشكل الواجهة الشمالية والشرقية والغربية. ومن الملاحظ ان نسبة الواجهات المعرضة للاشعاع الشمسي في شدته اكبر(الشرق- الغرب) ، مما يعرض المبنى للكسب الحراري العالي من الشمس خاصة في الفترة الصيفية فيزيد من الاحمال الحرارية المتسربة لداخل المبنى. اما الواجهة الشمالية في أيام الصيف لا تتعرض للشمس إلا في ساعات النهار المبكرة والمتأخرة حيث تكون زاوية الشمس منخفضة عن الافق. تم توجيه المبني الاضافي بالاتجاه الشمال الشرق وهو ايضاً يتعرض لاشعة الشمس منذ شروق الشمس و حتى وقت الظهيرة فقط. كما جاء في الفصل السابق.

ج- تشكيل المبني

تم اختيار شكل شبه مثلث متساوي الاضلاع لمسقط البرج الاداري كما موضح في الشكل (٥-١٢) ، وتشكيل كتلة المبني بهذا الشكل زاد من مساحة الجدران الخارجية المعرضة لاشعاع الشمسي مقابل حجم المبنى ومساحة الفراغات الداخلية ، حيث يعد الشكل المستطيل و ما قاربه هو أقل الاشكال تأثراً بالاحمال الحرارية الصيفية، و أكثرها إكتساباً للاحمال الحرارية اشتاءاً باعتماد التوجيه الصحيح، (وفقا لبحث وحسابات طاقة الإشعاع الشمسي لOlgyay).

د- مواد الإنشاء و المواد العازلة

تم تشييد الهيكل الانشائي للمبني من خليط من الحديد الصلب (Steel Structure) والخرسانة كما يتضح في الشكل (٥-١٣)، وتظهر العناصر الانشائي من الحديد الصلب في الواجهة ممتدة الي الجوهرة اعلي نقطة بالمبني ، ويتميز الحديد الصلب بسرعته في امتصاص نسبة كبيرة من أشعة الشمس الساقطة عليه ونفاذ الحرارة عبره الي داخل المبني.

الشكل (٥-١٣) يوضح الهيكل الانشائي للمبني
المصدر: مرجع سابق Google.com.2018

ه- الغلاف الخارجي للمبنى

i. السقف

يتكون السقف من طبقة من الخرسانة المسلحة بسمك ٢٠سم موضوعة علي الواح معدنية مضلعة بسمك ٠،٥سم ، ولم يتم إستخدم إي معالجات (مواد عازلة للحرارة / مواد عاكسة للحرارة/ ترك فراغ هوائي عازل/ إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين/ إستخدام أشكال منحنية للسقف). كل ذلك جعل كمية الحرارة النافذة الي داخل المبني كبيرة، حيث أن حرارة وقت الظهيرة تنفذ بسرعة إلى داخل الفراغ مما يسبب ضغوطاً حرارية على المبنى فى أوقات الحرارة الشديدة وخاصةً وقت الظهيرة كما تتسرب البرودة ليلاً بسرعة إلى الداخل مما يؤدي الى فقدان الراحة الحرارية المطلوبة داخل الفراغ.

ii. الحوائط

تم إنشاء حوائط المبني من الحوائط الستائرية Curtain walls حيث انها تغطي كل مساحة الغلاف الخارجي للمبني، وتم تغطية الثلاثة عناصر إنشائية الاساسية الظاهرة للمبني بالواح من الالمونيوم. تم إستخدام زجاج ثنائي الطبقات (double glazed) في انشاء الحوائط الستائرية بسمك ٨ ملم مع وجود فراغ بين اللوحين بعرض ١,٥ ملم يعمل كعاز ل حراري . أنظر الشكل (٥-١٤). اما حوائط المبني الاضافي فهي خليط من الحوائط الستائرية (بنسبة اكبر ٧٠%) مع حوائط مغلفة بالجرانيت.

الشكل (٥-١٤): يوضح الحوائط الستائرية المستخدمة في الواجهات

المصدر :إعداد الباحث

وعلى الرغم من إستخدام زجاج ثنائي الطبقات الا انها غير كافي للتقليل من كمية الحرارة النافذة الي داخل المبني ، حيث أن نوع الزجاج المستخدم غير معالج حرارياً ولا يعكس اشعة الشمس بالاضافة الا انه لم يراعي تصميم الفتحات فى كل واجهة طبقاً لميل أشعة الشمس والحمل الحرارى الناتج ليتم منع نفاذ أشعة الشمس للمبني. بالاضافة لعدم وجود كاسرات لاشعة الشمس او بروزات او تصميم اي وسيلة للاظلال وذلك للتقليل من الاشعاع الشمسي الساقط علي الواجهات .

iii. الفتحات الخارجية

المداخل: تم إستخدام المداخل المزدوجة للحفاظ على الهواء الداخلي الذي تم تبريده ومنع نفاذ الحرارة الخارجية لداخل المبنى، وتم صنع الابواب من الزجاج.

النوافذ: لاتوجد نوافذ تم الاعتماد فقط على الحوائط الستائرية الثابتة غير قابلة للفتح، والزجاج المستخدم غير معالج لا يجحب ضوء الشمس المزعج مما ادي الي إستخدام السائر في المكاتب والبهو لتقليل من شدة الضو وكمية اشعة الشمس النافذة لداخل المبني واللجو الي الاضاءة الصناعية، كما يتضح في الشكل (٥-١٥).

الشكل (٥-١٥): يوضح شكل ونوع الفتحات المستخدمة وإستخدام سائر للتظليل

المصدر :إعداد الباحث

و- المجاورات ومعالجات الموقع (تشجير - مسطحات خضراء - مسطحات مائية)

لا تحيط بالبرج الاداري أي مباني مجاورة تلقى ظلالها عليه، كما يتعرض المبنى للإشعاع المنعكس من المساحات الخالية والشوارع الإسفلتية المجيطة به. يلقي البرج الاداري بظلاله علي المبني الاضافي مما يخفف من تعرضه لاشعة الشمس، وكما توجد بالجهة الجنوبية الغربية للمبني مسطحات خضراء بمساحة صغيرة جدا لا تتناسب مع حجم المبني حيث انها لا تلبي الغرض المناخي منها في امتصاص أكبر قدر من الاشعة وعدم انعكاسها من على سطح الارض بالاضافة الي تنقية وترطيب الهواء في المنطقة المحيطة بالمبني، كما يتضح في الشكل (٥-١٦). تم إستخدام عدد قليل من اشجار النخيل غير المظلة وبالتالي لا تساعد في حماية المبني من اشعة الشمس المباشر وترطيب الهواء حوله.

الشكل (٥-١٦): يوضح استخدام المسطحات الخضراء أمام المدخل الرئيسي

المصدر :إعداد الباحث

ز- التهوية الطبيعية

لا تتوفر بالمبني تهوية طبيعية وذلك لعدم وجود نوافذ يمكن من خلال التحكم في كمية الهواء الخارجي الداخل للمبني والمساعدة في زيادة تبريد الفراغات الداخلية للمبني، و يتم الاعتماد علي اجهزة التكييف الميكانيكية فقط.

ح- إستهلاك الطاقة الكهربائية

يتم الاعتماد في تكييف البيئة الداخلية للمبانى علي استخدام التكييف الميكانيكي المركزي (VRV) فقط، دون استخدام اي وسائل اخري لتربد الفراغات، فيما يلي عرض لكمية الاستهلاك الكهربائي للمبني والمبالغ المدفوعة خلال عام ٢٠١٧م.

ولمعرفة قيمة متوسط كمية الاستهلاك الكهربائي للمبني خلال فصل الصيف وفصل الشتاء = متوسط كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء بالكيلو واط × ١,٢ جنيه (وهو سعر الكيلو واط الواحد من الكهرباء للمباني الادارية)

جدول (٥-٣) يوضح كمية الاستهلاك الكهربائي للمبني، واعلي شهور للاستهلاك خلال عام ٢٠١٧.

فصول السنة	متوسط كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء بالكيلو واط		متوسط قيمة الاستهلاك الشهري للكهرباء بالجنيه	
	لكامل مساحة المبني ٤٠٢٥٥,٤ م^{٢}	للمتر المربع الواحد	لكامل مساحة المبني ٤٠٢٥٥,٤ م^{٢}	للمتر المربع الواحد
فصل الصيف (أبريل- مايو - يونيو)	٥٢٢٢٠٩ كيلو واط	١٣ كيلو واط	٦٢٦٦٥٠,٨ جنيه	١٥,٦ جنيه
فصل الشتاء (ديسمبر- يناير- فبراير)	٣٠٢٠٤٩ كيلو واط	٧,٥ كيلو واط	٣٦٢٤٥٩ جنيه	٩ جنيه

المصدر :إعداد الباحث

يلاحظ من الجدول السابق أن متوسط الاستهلاك الكهربائي في فصل الصيف يزداد بما يقارب الضعف وذلك لعدم تطبيق اساليب التصميم المناخي و عدم إستخدام المعالجات المناخية اللازمة لعناصر الغلاف الخارجي حيث لم يتم الاخذ في الاعتبار مناخ المنطقة ، مما زاد الحوجة الي استخدام التكييف الميكانيكي وبالتالي زيادة تكلفة الاستهلاك الشهري للكهرباء لتحقيق الراحة الحرارية داخل الفراغ.

٥-١٥-٥ خلاصة الحالة الدراسية الاولي

تم تشييد المسقط الافقي للبرج بشكل شبه مثلث متساوي الاضلاع وتتناقص المساحة تدريجياً الى أعلي مما زاد من مساحة الجدران الخارجية المعرضة لاشعة الشمس مقابل حجم المبنى ، كما أن توجيه المبني جعل هناك ضعلين المثلث متجهان نحو الشرق والغرب مما يعرض المبنى للكسب الحراري العالي من الشمس خاصة في الفترة الصيفية فيزيد من الاحمال الحرارية المتسربة لداخل المبنى.

تغطي الحوائط الستائرية كل مساحة الغلاف الخارجي للمبني إلا إن نوع الزجاج المستخدم غير معالج حرارياً ولا يعكس اشعة الشمس، و افتقار المبني الي إمكانية التحكم في الإشعاع الشمسي وذلك

لعدم وجود كاسرات تعمل على تظليل هذه الواجهات، بالاضافة الي عدم تتوفر وسائل للتهوية طبيعية بالمبني كل هذا جعل هذه الواجهات عبئاً حراريا علي المبني. مساحة الزجاج الكبيرة الغير معالج للاشعاع الشمسي بالواجهة الشرقية والغربية ادي لاستعمال السائر للتقليل من شدة الوهج وبالتالي الاعتماد الكلي علي الاضاءة الصناعة. كما أن عدم وجود مباني مجاورة للمبني واحاطته بالشوارع الإسفلتية و المساحات الخالية جعله يتلقى الاشعاع الشمسي المنعكس منها بصورة مباشرة طوال فترة النهار.

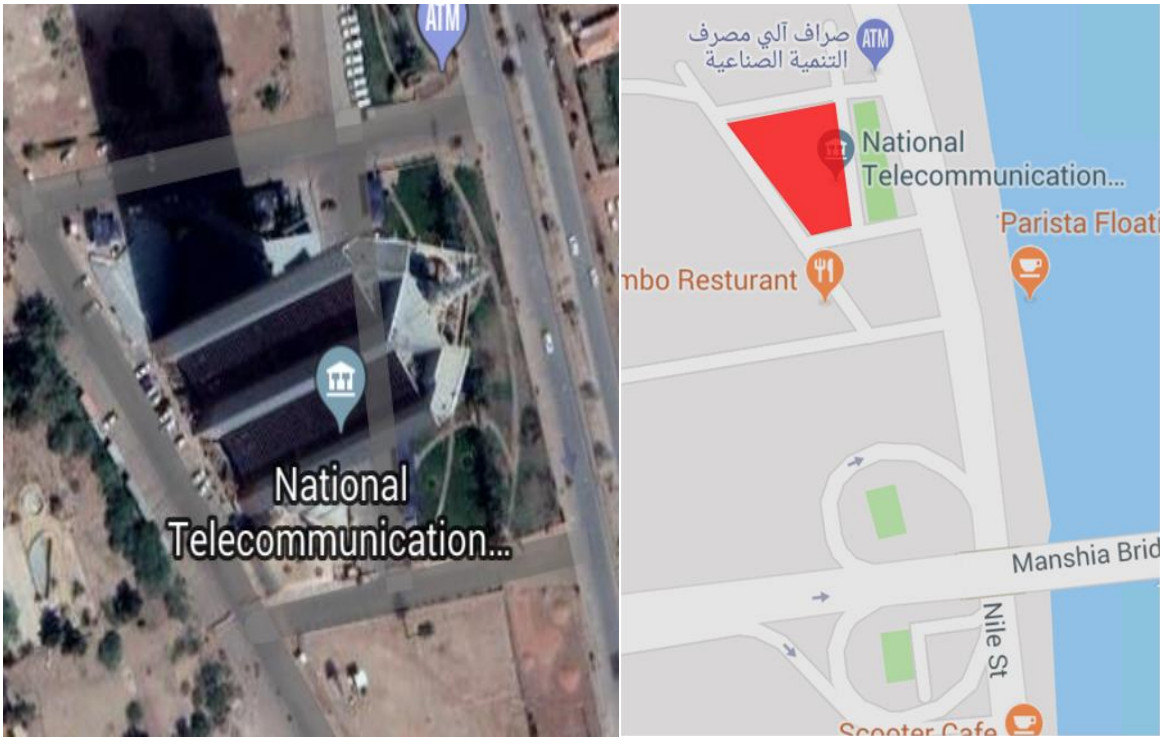
كل ما سبق ذكره يوضح بان المبني لم يتم تصميمه وفقا للتصميم المناخي للمنطقه وبالتالي اعتماده اعتماداً كلياً وتاماً علي التكييف الميكانيكي وبالتالي زيادة معدل الاستهلاك الطاقة الكهربائية، حيث أن معدل الاستهلاك الشهري للكهرباء خلال فصل الصيف تقدر ب ١٣ كيلو واط للمتر المربع الواحد مقارنة مع ٧,٥ كيلو واط للمتر المربع الواحد معدل الاستهلاك الشهري للكهرباء خلال فصل الشتاء.

٥-١٦ الحالة الدارسية الثانية

برج الهيئة القومية للاتصالات National Telecommunications (Corporation)

٥-١٤-١ نبذة تعريفية عن المبنى

يقع المبني جوار جسر المنشية فى الشرق من مدينة الخرطوم ويطل على النيل الأزرق في منطقة بري اللاماب قطعة رقم ٤٥٩ مربع ٩ ، كما يتضح في الشكل (٥-١٧). مالك المشروع هو الهيئة القومية للاتصالات، تم تصميم المبني والاشرف على التنفيذ من قبل شركة centecs Engineering Consulation & Studies ، والمقاول شركتي أين العالمية (سودانية) وشركة قاب (التركية) Aina & GAP، ومدة تنفيذ المشروع ٢٠٠٥ - ٢٠١٠م.



الشكل (٥-١٧): يوضح موقع برج الهيئة القومية للاتصالات
(المصدر : مرجع سابق Google.com/maps.2018)

٥-١٦-٢ وظائف المبنى

الجدول رقم (٥-٤) :جدول يوضح وظائف المبنى هيئة الاتصالات:

الدور	المساحة الكلية للمبني ٤٥٨٥٠ م٢	الوظيفة
البدروم Basement	٤٥٠٠ م٢	مواقف سيارات + قاعة رياضة Gym + مركز البيانات data center + غرفة الكهرباء الرئيسية + غرف التكييف cooling towers + غرفة مضخات المياه لمكافحة الحريق + مخازن .
الأرضي	٣٠٠٠ م٢	مواقف سيارات +الإستقبال+ منطقة إنتظار+ مكاتب مخصصة للإيجار + قاعة مؤتمرات كبري+ مطبخ كبير لخدمة الكفتريا + مسجد +حمامات
دور mezzanine	١٥٠٠ م٢	كافتريا كبري+ مدخل واستقبال لكبارالزوار vip + قاعة تدريب + مكتبين لخدمة العملاء.
الدور 1-22	مساحة الطابق الواحد ١٥٠٠ م٢ × ٢٢ طابق = ٣٣٠٠٠ م٢	طوابق متكررة: مكاتب ادراية + مكاتب مفتوحة (work station) الدور 3-6: المركز القومي للاتصالات. الدور 7-8: مخصص للايجار. الدور 19: المصادقة الالكترونية. الدور 20: شركة comon. الدور 21-22: وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات. بقيت الطوابق تتبع للهيئة القومية للاتصالات.
الدور 23-24	مساحة الطابق الواحد ١٥٠٠ م٢ × ٢ طابق = ٣٠٠٠ م٢	صالات للمؤتمرات والندوات وانشطة اجتماعية.
الدور25 (السطح)	٨٥٠ م٢	غرف التكييف cooling towers +مكاينات المصاعد + هوائي antenna

المصدر: إعداد الباحث

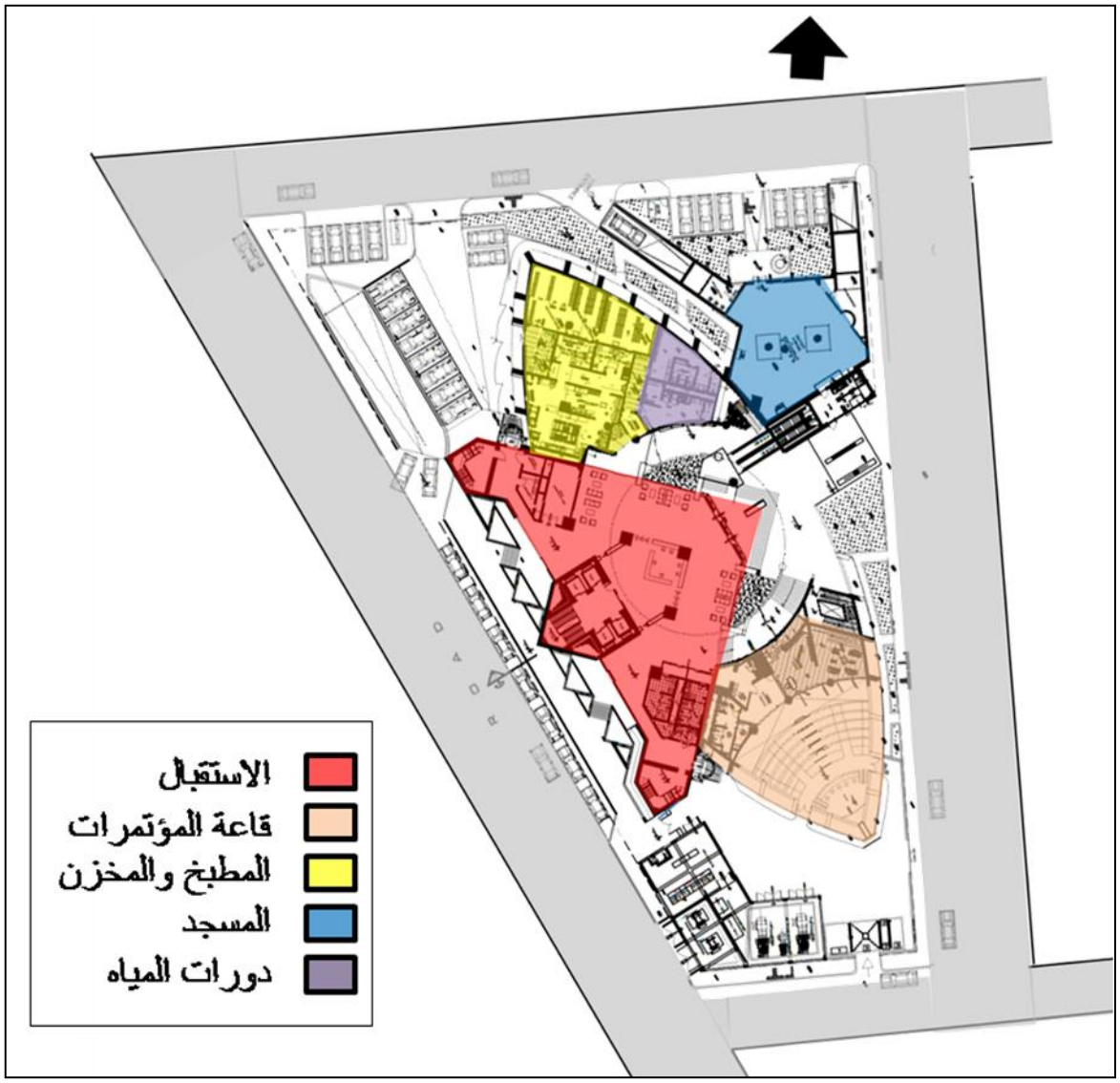
٥-١٦-٣ الوصف المعماري

تم تنفيذ المبني علي موقع مساحته الكلية 5000 م² والمساحة المشيدة لجميع الطوابق 45850 م². عدد الطوابق 25 طابقاً بارتفاع 105.6 متراً بالاضافة إلي هوائي يبلغ إرتفاعه 17متراً مشكلا بذلك الارتفاع أعلى مبنى فى السودان. ومن اهداف إنشاء المشروع هو جهة إدارية مع تخصيص أجزاء من المبني للإستثمار.

يقع المبني بين أربعة شوارع اسفلتية ويطل من الجهة الشرقية علي شارع النيل، وهو إتجاه المدخل الرئيسي للمبني ويوجد مدخلان ثانويان من الجهة الغربية للموقع مع إتجاه مدخل السيارات إلي البدروم، بالاضافة إلي المدخل المخصص لكبار الزوار من الجهة الشمالية.

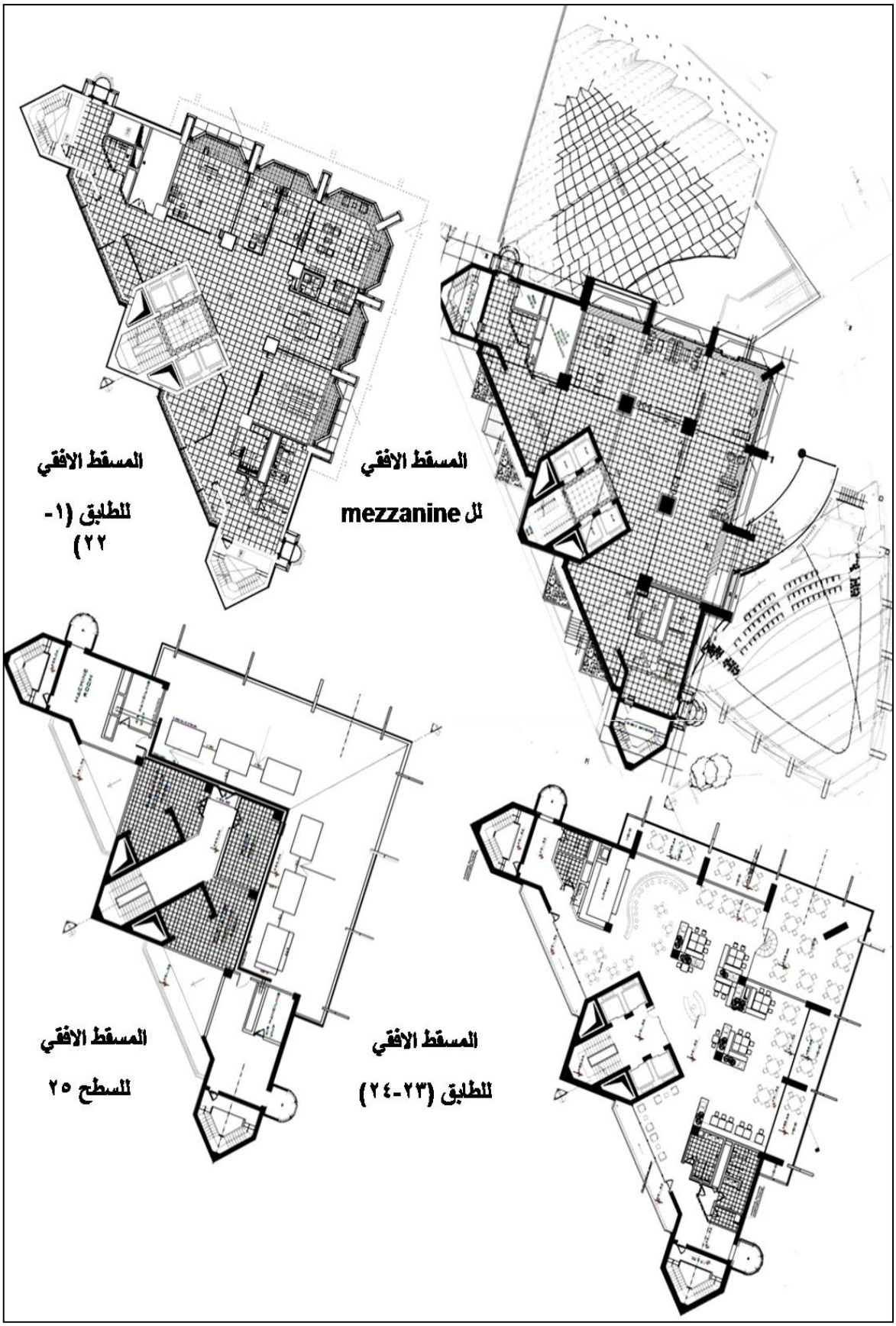
المسقط الافقي للطابق الارضي و طابق mezzanine اقرب ما يكون إلي شكل العين، كما يوضح المسقط الافقي في الشكل (٥-١٨). حيث توجد قاعة المؤتمرات في الجهة الجنوبية من الطابق الارضي، اما في الجهة الشمالية يوجد بها مطبخ كبير لخدمة الكفتريا ملحق به مخازن للطعام بالاضافة الي المسجد وحمامات. أما في وسط المبني يوجد الاستقبال الرئيسي بالاضافة الي وسائل الحركة الراسية.

المساقط الافقية من الدور الاول حتي الخامس والعشرون صممت علي شكل مثلث قائم الزاوية عند الاتجاه الشرقي للموقع كما هو موضح في الشكل (٥-١٩). ويحتوي كل طابق علي وسائل الحركة الراسية والتي تتكون من عدد ٤ مصاعد والسلم الرئيسي وتوجد في الاتجاه الغربي، وتم توزيع سلمين للهروب و مصعدين بانوراميين في اطراف المبني في الجهة الشمالية الغربية و الجهة الجنوبية الغربية. وتوجد بالجهة الجنوبية الغربية بكل طابق كل من غرفة أجهزة التكييف وغرفة للكهرباء ووحدة صغيرة لتوليد الكهرباء من خلايا الطاقة الشمسية الموصلة من النوافذ ، كما توجد الخدمات (حمامات، مطبخ صغير) في نفس الاتجاه.



الشكل(٥-١٨): المسقط الافقية للطابق الارضي لبرج الاتصالات

المصدر: الهيئة القومية للاتصالات



الشكل (٥-١٩): المساقط الافقية للبرج

المصدر: الهيئة القومية للاتصالات

٥-١٦-٤ تحليل المبنى

أ- الموقع

تم تشييد المبني في موقع يطل علي النيل الازرق ويتميز بإطلالة رائعة بالاضافة الي وجود المياه بالقرب من المبني ، تساعد هذه المياه علي إنكسار أشعة الشمس الساقطة عليها وبعثرتها وكما تقوم بترطيب الهواء المحيط بالمبني وبالتالي تخفيف الحمل الحراري الناتج من الاشعاع الشمسي .

ب- توجيه المبني

تم توجيه كتلة المبني شرق وغرب مع ميلان بزاوية ٦٠° من الشرق وذلك للاستفادة القصوي من الاطلالة نحو النيل الازرق. ونظراً لان كتلة البرج في شكل مثلث قائم الزاوية في الاتجاه الشرقي ، جعل هنالك ضلعين يتجهان نحو الشمال الشرقي والجنوب الشرقي اما الضلع الثالث فانه يتجه نحو الغرب.

وبهذا التوجيه تكون الواجهة الشمالية الشرقية أُقل الواجهات تعرضاً لأشعة الشمس المباشرة وذلك لان الاتجاه الشمالي هو افضل الاتجاهات لإستقبال الاضاءة الطبيعية خلال فصل الصيف، حيث أن أشعة الشمس التي تسقط عليه تكون خفيفة الى حد ما بحيث لا تسبب انتقال حراري كبير للفراغ.

إلا أن هذا التوجيه لا يعد الافضل لحماية المبني من الاشعاع الشمسي وذلك لانه في حالة المباني المرتفعة فيكون التوجيه وفقا لعامل الحماية من الإشعاع الشمسي باتجاه الشمال و الجنوب مع ميلان بزاوية ٢٥ ° باتجاه الجنوب الشرقي.

ج- تشكيل المبني

تم تصميم المسقط الافقي للمبني في شكل شبيه بالعين البشرية ويتداخل معها في المنتصف مثلث قائم الزاوية في الاتجاه الشرقي مشكلاً البرج الاداري في الطوابق العليا، وتم مراعاة توزيع الفراغات داخل المبني حيث وُزعت معظم المكاتب في الإتجاه الشمال الشرقي والجنوب الشرقي المطل علي النيل . أما الاتجاه الغربي المعرض لاشعة الشمس الحارة لفترات طويلة خلال وقت الظهيرة، فتم تفادئ وضع الفراغات التي تحتاج الي درجات حرارة منخفضة والتي تتطلب تحقيق الراحة الحرارية بها، حيث وضعت وسائل الحركة وغرف التكييف والكهرباء التي تخلو من المستخدمين .

د- مواد الإنشاء و المواد العازلة

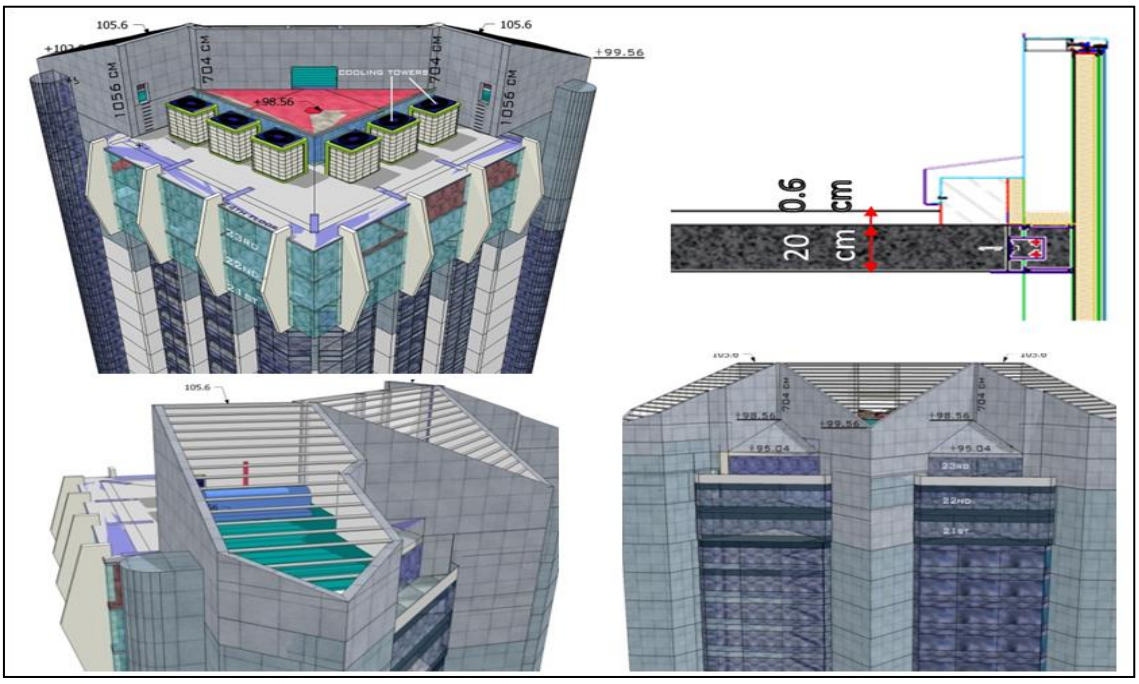
هيكل المبني من الخرسانة المسلحة وتم عمل معالجات للخرسانة وذلك لتأخير نفاذ الاحمال الحرارية الي داخل المبني في وقت الذروة الحرارية خلال فصل الصيف .

٥-١٤-٤-٥ الغلاف الخارجي للمبني

i. السقف

عبارة عن سطح منبسط من الخرسانة المسلحة بسمك ٢٠ سم تم عمل عازل للحرارة به بسمك ٠,٦سم وتم طلي السقف باللون الابيض، وزمن انتقال الحرارة من الخرسانة المسلحة بسمك ٢٠ سم هو ٥,١٠ ثانية . يوجد بالسطح ابراج التبريد (cooling towers) و سقف غرفتي أجهزة التكييف شبه مظلله بها فتحات ومراوح تستخدم لسحب الهواء من الخارج وطرد الهواء من داخل المبني الي خارجه، كما موضح في الشكل (٥-٢٠). ومن الملاحظ ان مساحة السقف المعرضة لاشعة الشمس صغيرة مقارنة بمساحة المبني نتيجة لوجود غرف التكييف، بالاضافة الي تقنية المراوح التي تعمل علي تجديد الهواء ادت الي التقليل من انتقال الاحمال الحرارية الي داخل المبني. أما سقف قاعة المؤتمرات و الكافتريا فهي أسقف منحنية شُيدت من الحديد الصلب (steel structure) كما في الشكل (٥-٢١)، وتم تكسية سقف قاعة المؤتمرات من الخارج بالالمونيوم اما سقف الكافتريا فتم

تكسيتها بالواح من الزجاج المعالج الغير منفذ للحرارة. وتتميز الأسقف المنحنية بانها لا تتعرض بالكامل لأشعة الشمس بل يوجد جزء مظلل منها، وبالتالي يقلل الضغط الحرارى على السقف. إلا ان التكسية الخارجية من الزجاج والالمونيوم تتسبب في انعكاس الاشعاع الشمسي السقاط عليها لاسطح اخري وكما تسبب الوهج.



الشكل (٥-٢٠): يوضح تفاصيل سقف البرج وفتحات التهوية به

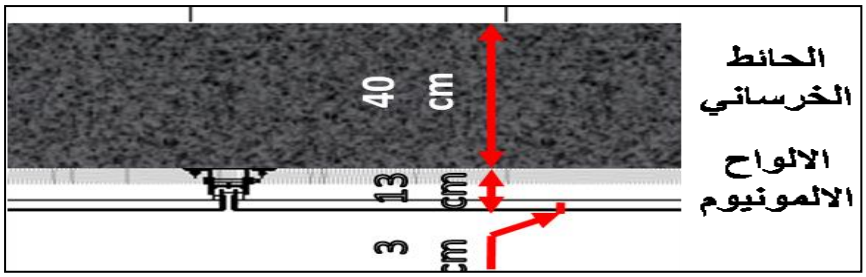
المصدر: الهيئة القومية للاتصالات

الشكل (٥-٢١): يوضح شكل سقف الكفتريا وقاعة المؤتمرات

المصدر: إعداد الباحث

ii. الحوائط

تم إنشاء حوائط المبني من خليط من الحوائط الستائرية Curtain walls و الحوائط الخرسانية Concert walls بسمك ٤٠سم والهدف من استعمال الحوائط السميكة هو تأخير وصول الذروة الحرارية إلى داخل الفراغ، حيث تسقط أشعة الشمس على السطح الخارجي. وتم تكسية الحوائط الخرسانية بالواح من الالمونيوم بالون الرمادي انظر الشكل (٥-٢٢)، (٥-٢٤) و زمن انتقال الحرارة في الخرسانة بسمك ٤٠سم هو ١٠,٤٠ثانية.



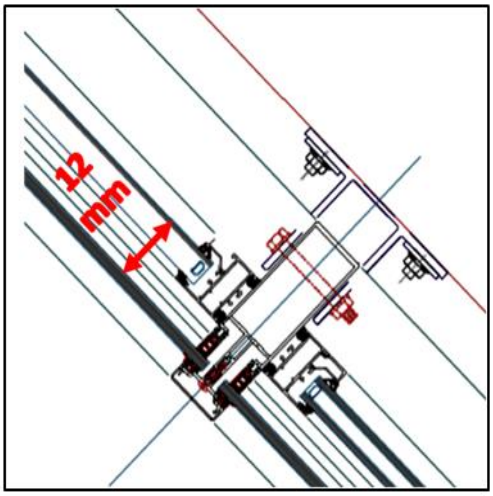
الشكل (٥-٢٢): تفاصيل الحوائط الخرسانية تم تكسيتها بالواح الالمونيوم
المصدر: الهيئة القومية للاتصالات

أما الحوائط الستائرية فقد تم استخدام (SCHUCO Skyline C 65) وهو نظام وحدة مرن وعالي الأداء والذي يتم اختباره من قبل معاهد الاختبار الشهيرة. الزجاج المستخدم مصقولًا بالكامل، مصفح، عازل وتم تحديد سماكة الزجاج للواجهة وفقاً المواصفات القياسية العالمية (ASTM C104 / ASTM C1172 / ASTM C1036). الزجاج المستخدم في الحوائط الستائرية زجاج ثنائي الطبقات double glazed بسمك ١٢ ملم مع تجويف بين اللوحين بعرض ٢ ملم يعمل كعازل حراري و ألواح الزجاج مثبتة بإطارمن PVC، كما موضح في الشكل (٥-٢٣).

ويختلف الزجاج المستخدم في الجهة الغربية عن زجاج بقيت أجزاء المبني حيث تم إستخدام نظام الألواح الشمسية والخلايا الكهروضوئية لتوليد الطاقة الكهربائية، وهو نظام متطور وعالي الكفاءة بوضع الواح للخلايا الشمسية تحول ضوء الشمس إلى كهرباء ، وذلك للاستفادة من شدة الاشعاع الشمسي في الواجهة الغربية. ومواصفات هذا الزجاج هي كالتالي:

- الأبعاد: ٢متر × ٣,٤ متر.
- طبقات الزجاج: الزجاج / فراغ / الزجاج – ٥/٢/٥ ملم، السمك الكلي ١٢ ملم .
- القدرة الكهربائية: ٩٠واط / م^{٢}.
- الطاقة الكهربائية الإجمالية: ٩٠واط ×٢٥٠٠ م^{٢} (مساحة الواح الزجاج)= ٢٢ كيلو واط ٧ساعات ×٢٢٥كيلو واط = ١٧٨٥واط ساعة/ اليوم.
- يتم تحويل التيار المباشر 12 فولت إلى تيار بديل عن طريق العاكسات والمحولات.

وهذا النظام لديه ضمان لمدة ٢٥ عامًا ويمكن ان يستمر في العمل بشكل جيد جدا لمدة ٦٠ عامًا.

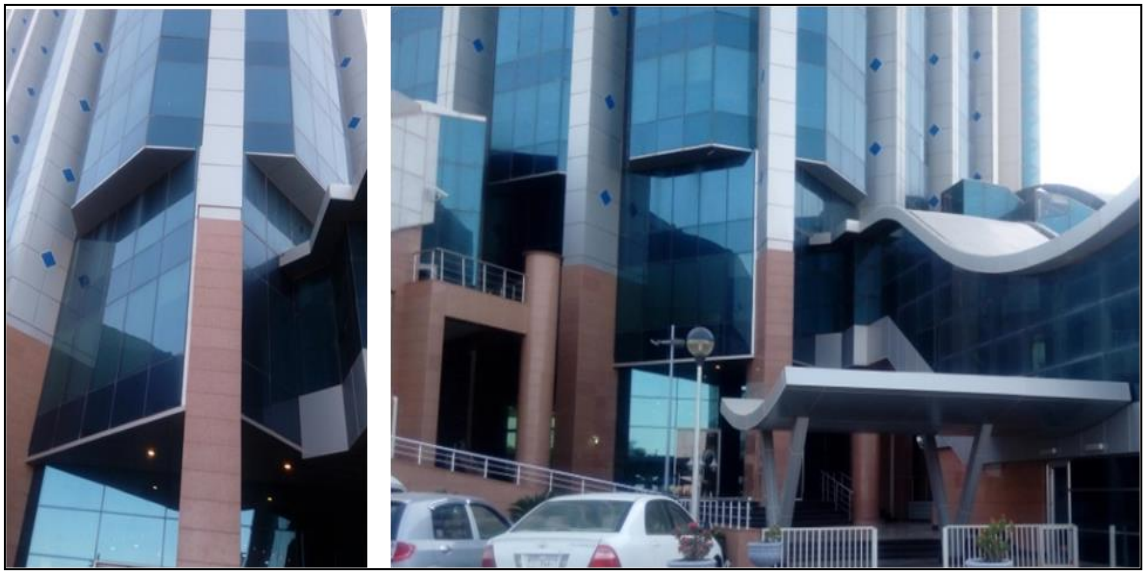


الشكل (٥-٢٣): يوضح زجاج الواجهة الغربية به الواح طاقة شمسية
المصدر: الهيئة القومية للاتصالات

في الواجهتين الشمالية والشرقية تم استخدام كاسرات الشمس بصورة واضحة حيث أُستخدمت الكاسرات الراسية، بالاضافة الي إستخدام مظلة للمدخل وعمل بروز في الطابق الاول والثاني وفي الطابق ال ٢٤ و٢٥ حيث أصبحت تعمل ككاسرات أفقية للطوابق التي تحتها وتساعد على تظليلها وحمايتها من اشعة الشمس، كما موضح في الشكل(٥-٢٤)، (٥-٢٥). اما الواجهة الغربية فلم يتم استخدام اي نوع من الكاسرات انظر للشكل (٥-٢٦). تعمل الكاسرات الراسية بفعالية اكثر في الواجهة الشرقية اما الواجهة الشمالية فمن الافضل إستخدام الكاسرات الافقية وذلك لجودتها وفعاليتها في حجب اشعة الشمس الساقطة عليها من الناحية الشمالية.

الشكل (٥-٢٤): يوضح الواجهة الشمالية والشرقية لبرج هيئة الاتصالات

المصدر الباحث



الشكل (٥-٢٥): يوضح المدخل الرئيسي والمظلة والبروزات في الواجهة الشرقية

المصدر: إعداد الباحث

الشكل (٥-٢٦): يوضح الواجهة الغربية والجنوبية لبرج هيئة الاتصالات
المصدر: إعداد الباحث

iii. الفتحات الخارجية

لا توجد نوافذ تم الاعتماد فقط على الحوائط الستائرية الثابتة الغير قابلة للفتح، ونوع الزجاج المستخدم كما تم توضيحه سابقاً. أما المداخل تم إستخدام المداخل المزدوجة للحفاظ على الهواء الداخلي الئي تم تبريده ومنع نفاذ الحرارة الخارجية لداخل المبنى، كما موضح في الشكل (٥-٢٧) أدناه.

الشكل (٥-٢٧): يوضح المداخل والفتحات لبرج هيئة الاتصالات
المصدر: إعداد الباحث

ه- معالجات الموقع (تشجير - مسطحات خضراء - مسطحات مائية)

يقع المبني بالقرب من النيل الازرق وتحيط بالمبني مساحات خالية و شوارع إسفلتية ولا توجد مباني متاخمة للمبني مما يعرض المبنى للإشعاع المنعكس منها بشكل كبير. كما توجد بالجهة الشرقية مسطحات خضراء بمساحة ٢٠٠٠م^{٢} بها عدد قليل جدا من أشجار النخيل غير المظلة، حيث تساعد في تخفيض امتصاص الاشعاع الشمسي الساقط عليها وترطيب الهواء حول المبني، كما موضح في الشكل (٥-٢٨).

الشكل (٥-٢٨): يوضح المسطحات الخضراء بالجهة الشرقية

المصدر :www.google.com/maps

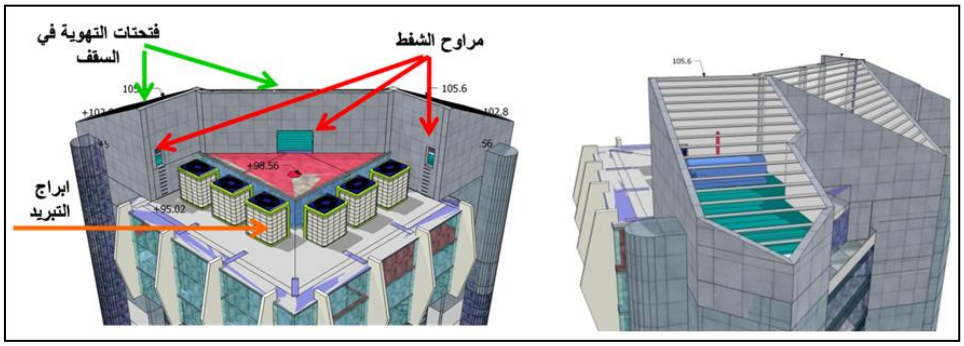
و- التهوية الطبيعية

لا توجد نوافذ وتم الاعتماد علي التكييف المركزي وعلي فتحات السقف والمراوح الموجودة بها والتي تستخدم لتجديد الهواء داخل المبني بسحب هواء من الخارج في ساعات التي تنخفض فيها درجات الحرارة في البيئة الخارجية وكما يتم من طرد الهواء الحار والملوث من داخل المبني الي خارجه.

ز- إستهلاك الطاقة الكهربائية

- **التكييف الميكانيكي**

تم إستخدام نظام التكييف الميكانيكي المركزي (VRV) لتكييف البيئة الداخلية للمبني، حيث يوجد عدد ١٢ برج تبريد (Cooling Towers) تم تقسيمهم كالاتي ستة منهم لتغطية (low zone) وتتواجد في البدروم مخصصة لتغذية الطوابق من (البدروم- ١٢)، اما القسم الاخر (high zone) يقوم بتغذية الطوابق من (١٣-٢٥) وتم وضعاها علي سطح المبني. وتوجد في كل طابق بالمبني غرفة مخصصة للتكييف بها وحدات التكييف الخارجية (out door unit).



- **الكهرباء**

توجد غرفة للكهرباء بها وحدات تحكم لكل طابق منفصل ، وهذا النظام يسهل الصيانة ومعرفة الاعطال دون ان تتأثر كهرباء الطوابق الاخري اذاحدث عطل. وإن حوالي ٢٠ % من الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيل المبنى يتم توفيرها بواسطة الواجهات المولدة للطاقة الكهربائية، وذلك من خلال الألواح الشمسية والخلايا الكهروضوئية في الحوائط الستائرية والتي تحول الطاقة الشمسية الي طاقة كهربائية.

ولمعرفة قيمة المبالغ المدفوعة لاستهلاك الكهرباء خلال شهور الصيف والشتاء، تم ضرب متوسط للاستهلاك لكل فصل في 1.2 جنيه (وهو سعر الكيلو واط الواحد من الكهرباء للمباني الادارية)

ومن ثم حساب قيمة تكلفة تكييف المتر المربع الواحد بالمبني. وفيما يلي عرض لكمية الاستهلاك الكهربائي للمبني والمبالغ المدفوعة خلال عام ٢٠١٧م .

جدول (٥-٥) يوضح كمية الاستهلاك الكهربائي للمبني في شهور الصيف والشتاء خلال عام ٢٠١٧.

فصول السنة	متوسط كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء بالكيلو واط		متوسط قيمة الاستهلاك الشهري للكهرباء بالجنيه	
	لكامل مساحة المبني ٤٥٨٥٠م^2	للمتر المربع الواحد	لكامل مساحة المبني 45850 م^2	للمتر المربع الواحد
فصل الصيف (أبريل- مايو - يونيو)	٦٠٠٠٠٠ كيلو واط	١٣ كيلو واط	٧٢٠٠٠٠جنيه	١٥,٦ جنيه
فصل الشتاء (ديسمبر- يناير- فبراير)	٤٠٠٠٠٠ كيلو واط	٨,٧ كيلو واط	٤٨٠٠٠٠جنيه	١٠,٤جنيه
بعد خصم 20% التوفير بالطاقة الشمسية				
فصل الصيف (أبريل- مايو - يونيو)	٤٨٠٠٠٠ كيلو واط	١٠,٤١٣ كيلو واط	٥٧٦٠٠٠جنيه	١٢,٤ جنيه
فصل الشتاء (ديسمبر- يناير- فبراير)	٣٢٠٠٠٠ كيلو واط	136.9 كيلو واط	٣٨٤٠٠٠جنيه	٨,٢ جنيه

المصدر :إعداد الباحث

يلاحظ من الجدول السابق أن متوسط الاستهلاك الكهربائي في فصل الصيف يزداد وذلك لزيادة الحوجة الي تبريد الفراغات الداخلية وبالتالي زيادة استخدام االتكييف الميكانيكي. ولكن إستخدام نظام الطاقة الشمسية البديلة خفضت من معدل الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيل المبنى بنسبة ٢٠% وبالتالي انخفضت تكلفة الاستهلاك الشهري للكهرباء.

٥-١٦- ٥ خلاصة الحالة الدراسية الثانية

تم إستخدام الحوائط الخرسانية السميكة ومعالجتها حراريا وذلك للتقليل من خاصية التوصيل السريع للحرارة وكذلك الفقدان السريع لها، تم تشييد غرف التكييف في السقف بحيث تكون المساحة المعرضة للشمس طيلة ساعات النهار صغيرة بالاضافة الي المعالجات التي تمت به والاعتماد علي فتحات السقف والمراوح لتجديد التهوية. أُستخدام الزجاج المصقول بالكامل والمصفح والعازل وذلك وفقاً للمواصفات القياسية العالمية، وكما أُستخدام كاسرات الشمس في الواجهة الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية للتظليل الواجهة ومنع وصول الاشعاع الشمسي اليها. وضعت المكاتب في الجهة الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية حيث تركت الجهة الغربية الاكثر تعرضا لاشعة الشمس للفراغات الخدمية وعناصر الحركة. وقرب المبني من مياه النيل ومعالجة الموقع بعمل مسطحات خضراء ساعد في ترطيب الهواء حول المبني. يوليد المبني جزء من حوجته من الكهرباء ذاتياً وذلك من خلال الاستفادة من الواجهات المبني بتحويل الطاقة الشمسية الي كهربائية.

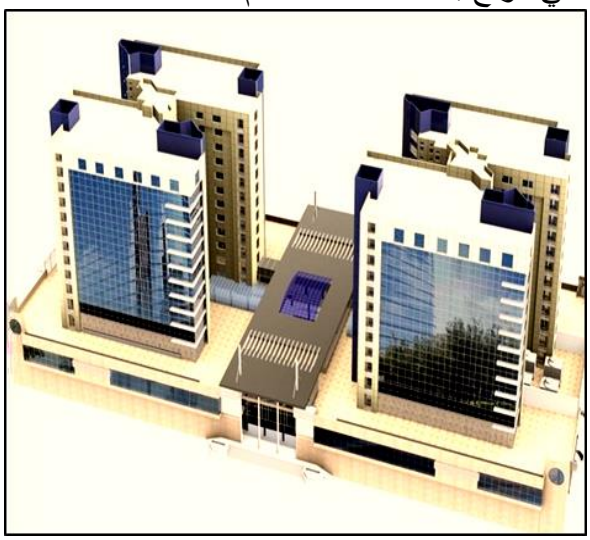
كل ما سبق ذكره ساهم وساعد بشكل كبير في تقليل الحمل الحراري للمبني وتحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين والتقليل من فترات تشغيل اجهزة التكييف الميكانيكية وباتالي التقليل من معدل إستهلاك الطاقة الكهربائية، كما وضح مدي اهتمام المصمم بالنواحي المناخية وفي نفس الوقت لم يتم إهمال جماليات الشكل المعمارى للمبني .

٦-١٧الحالة الدارسية الثالثة : ابراج واحة الخرطوم

٥-١٧-١ نبذة تعريفية عن المبنى

يقع في قلب الخرطوم في السوق العربي حيث يجاوره من الشرق شارع الطيارمراد والمسجد الكبير، ومن الاتجاه الشمالي شارع الزبير باشا و السفارة المصرية، ومن الغرب بنك الشمال الاسلامي وبنك النيلين ومحلات تجارية، ومن الجنوب بنك الادخار والتنمية الاجتماعية وعمارة الذهب ومحلات تجارية.

تم تشييده المبني في٢٠١١م ويتكون المبني من ١٥ طابق، المالك للمبني شركة واحة الخرطوم للتنمية العقارية، والإستشاري الدار الإستشارية والمقاول الأمارتية التركية للإنشاءات، مقاول الأعمال الإنشائية هي شركة دان فوديو للمقاولات والطرق والجسور، اما مقاول الأعمال الكهربية والميكانيكية Derrick and Skel, UK، تم تنفيذه المشروع علي موقع بمساحة ٢١٠٢٥ م٢.



الشكل (٥-٢٩): يوضح موقع ابراج واحة الخرطوم
المصدر :Google.com/maps.2018

٥-١٧-٢ وظائف المبنى

الجدول رقم (٥-٦) :جدول يوضح وظائف المبنى:

ادوار المبني	المساحة الموقع ٢١٠٢٥م٢	الوظيفة
البدروم الاول	٢٠٣٢٥ م٢	علي منسوب 4.8 م ويحتوي على هايبرماركت، ومحلات تجارية ومحلات أجهزة كهربائية، ومطعم ،مكتبة، غرف الكهرباء والمولدات.
البدروم الثاني	٢٠٣٢٥ م٢	علي منسوب 7.85م يستخدم كموقف سيارات .
الأرضي	٨٠٤٧ م٢	يحتوي علي محلات تجارية كبيرة (ماركات عالمية)، ٤مصارف، وكالات سفر، مقهي.
الدور الاول	٨٠٤٧ م٢	يحتوي على محلات تجارية، مقاهي ، صالات للعب الاطفال، صالة صغيرة سعة ٥٠شخص للمناسبا الصغيرة.
الدور الثاني	٨٠٤٧ م٢	يحتوي على مطاعم وكافتيريات وصالات رياضية .
الدور ٣-١٤ (البرج الواحد)	١١٠٠م٢	الابراج الشرقية مكاتب وشقق مكتبة، الابراج الغربية شقق فندقية.
البرج الاداري	١٣٢٠٠ م٢	**المساحة الكلية للبرجين الاداريين =٢٦٤٠٠ م٢**

٥-١٧-٣ الوصف المعماري

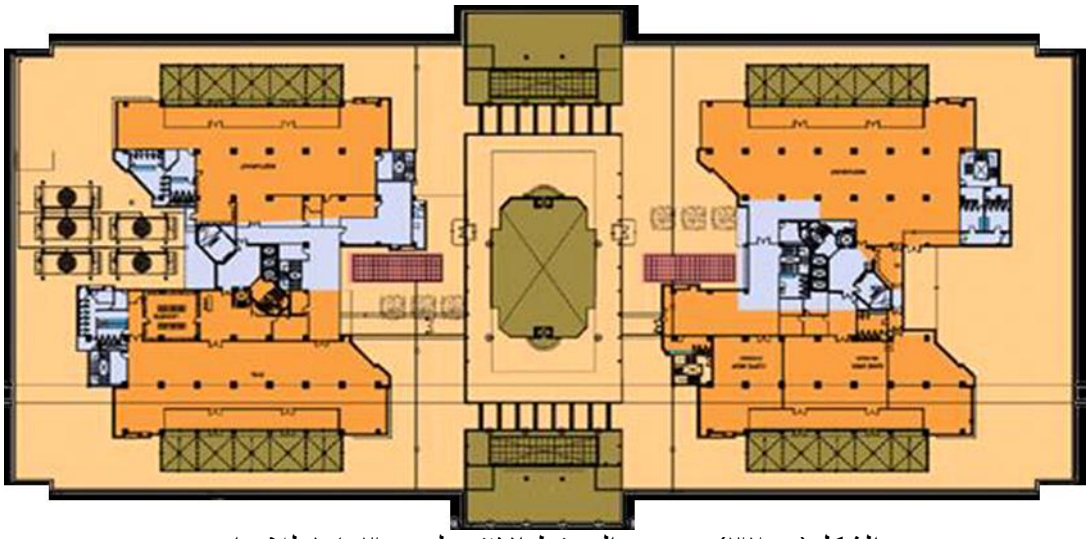
يحيط بالمبني أربعة شوارع رئيسية وتوجد أربعة مداخل للمبني، مدخلان رئيسيان في بالجهة الشمالية والجنوبية مخصصة للمركز التجارى، ويوجد مدخلان ثانويان بالجهة الشرقية والغربية للابراج. ويتكون المبني من أربعة أبراج بإرتفاع ١٢ طابق مثبتة على قاعدة مستطيلة تمثل مول تجارى، الأبراج الغربية فنادق و الأبراج الشرقية مكاتب إدارية للإيجار، المساحة الخارجية من الناحية الجنوبية للمبني تستخدم كمواقف سيارات تحت الأرض وعلى مستوى سطح الأرض بها مسطحات خضراء تبلغ مساحتها ١٢٢٧٨م^{٢} ، كما يوضح المسقط الافقي في الشكل (٥-٣٠).

الشكل(٥-٣٠) يوضح المسقط الافقي لدور الارضي للمبني

المصدر : الادارة الهندسية لابراج الواحة

الشكل(٥-٣١) يوضح المسقط الافقي لدور الاول والثاني للمبني

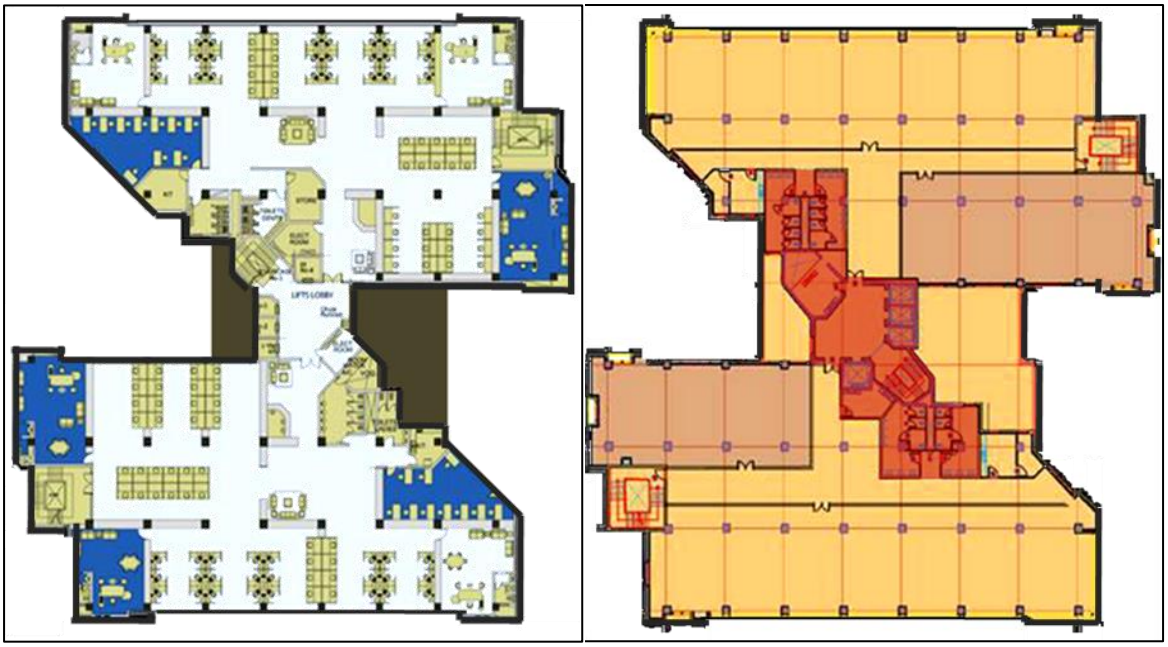
المصدر : الادارة الهندسية لابراج الواحة



الشكل(٥-٣٢) يوضح المسقط الافقي لدور ٣-١٤ للابراج

الأبراج الادارية:

تتكون من برجان يتواجدان في الناحية الشرقية للموقع وتبدأ الأبراج الإدارية من الطابق الثالث، ويتكون كل برج من إثني عشر طابقا بمساحة ١١٠٠م^{٢} لكل طابق ومساحة البرج الاداري الواحد هي١٣٢٠٠ م^{٢}، وتم تخصيص الأبراج بالكامل للمكاتب، ومن الدور ٥- ٩ يقسم الطابق الي ستة شقق مكتبية. يتصل البرجان في الوسط بمنطقة خدمات بكل طابق و وتحتوي علي مصاعد وسلالم و دورات مياه وغرف تحكم وسلم هروب في اقصي الركن الشمال الشرقي، وتتصل منطقة الخدمات بين البرجين مع المدخل الشرقية للمبني.



الدور الثالث الدور ٤-١٤

الشكل(٥-٣٣): يوضح المسقط الافقي للابراج الادارية ومنطقة الخدمات بالوسط (٣-١٤ دور)

المصدر : الادارة الهندسية لابراج الواحة

٥-١٧-٤ تحليل المبنى

أ. **الموقع**: تم تشييد المبني في منطقة ذات تخطيط مفتوح وشوارع واسعة وتقل فيها العناصر الطبيعية، كالاشجار وعناصر المياه، والمباني المحيطة بالمبني ارتفاعات كتلها لاتعمل علي تظليل المبني.

ب. **توجيه المبني:** تم توجيه كتلة المبني شمال جنوب بحيث يسمح بتهوية المبني بالرياح السائدة مع تلقى أقل قدر من الاشعاع الشمسي علي الواجهتين الشمالية والجنوبية ، الواجهة الشمالية تعتبر افضل الواجهات حيث تكون مظللة خلال فصل الصيف، وتطل الواجهة الجنوبية علي المساحات الخضراء للمبني.

ج. **تشكيل المبني:** تم تشكيل كتلة المبني عي شكل مشتطيل وهو من الاشكال الاقل تأثراً بالاحمال الحرارية الصيفية ، وكما يتميز شكل الكتل بقدر كبير من الظلال الساقطة عليها بحيث تظلل الكتل علي بعضها البعض، كما ان المنطقة التي تربط البرجين تعمل لحاجز تصدم بها الرياح مكونه منطقة ضغط مرتفعة بها تيار هواء معاكس يعمل على تهوية الفراغات بشكل جيد ، انظر الشكل (٥-٣٤).

الشكل(٥-٣٤) يوضح إظلال بالكتل لبعضها في الواجهات

المصدر : إعداد الباحث

د. **مواد الإنشاء و المواد العازلة**

كما يتضح في الشكل (٥-٣٥) تم تشييد الهيكل الانشائي للمبني من الخرسانة المسلحة مع عمل معالجات للخرسانة لتقليل من انتقال الحرارة عبرها.

الشكل (٥-٣٥) يوضح الهيكل الانشائي للمبني

المصدر: مرجع سابق Google.com.2018

ه. **الغلاف الخارجي للمبني:**

i. **السقف:** عبارة عن سطح منبسط من الخرسانة المسلحة بسمك ٢٠ سم (زمن انتقال الحرارة للخرسانة بهذا السمك وهو ٥,١٠ ثانية)، لذلك تم عمل معالجات الخرسانة المسلحة لمنع ارتفاع درجة حرارة داخل المبني.

ii. **الحوائط** : تم إنشاء الحوائط في الواجهات المبني من خليط من الحوائط الستائرية من الزجاج، وحوائط مزدوجة (Cavity Wall) من الطوب التي تعمل علي تأخير وصول الذروة الحرارية إلى داخل الفراغ في يساعد علي التقليل في إستهلاك الطاقة الكهربائية.

أ. الحوائط الستائرية:

توجد الحوائط الستائرية في الواجهات الشمالية والجنوبية بنسبة كبيرة كما موضح في الشكل (٥-٣٦)، وتم عمل معالجات بها للتخفيف من حدة الاشعاع الشمسي:

- الحوائط بزجاج مزدوج بسمك ٦ ملم بفراغ بينهما يبلغ ١,٢ سم كعازل للحرارة انظر الشكل (٥-٣٧).
- استخدام زجاج خارجي عاكس والداخلي زجاج شفاف.
- يوجد تجويف بين طبقتي الزجاج مملوء بالهواء ليعمل كعازل للحرارة .
- تم استخدام الزجاج العاكس على الحوائط الستائرية ليقلل من نفاذ الاشعة الشمسية الى داخل الفراغ.

ب. حوائط من الطوب:

- استخدم الطوب المفرغ لبناء الحوائط ليساعد على العزل الحراري
- استخدام الحوائط المزدوجة بينها فراغات ليساعد الهواء على العزل الحراري
- تم استخدام الجرانيت في تجليد الواجهات الذي يعمل كعازل حراري، انظر الشكل (٥-٣٨).

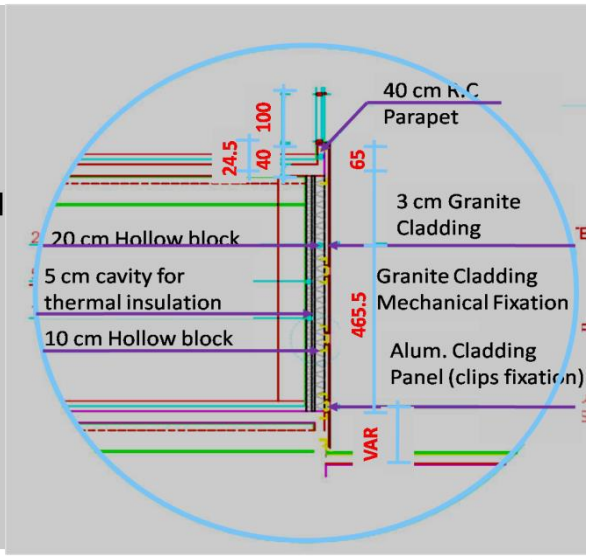
الواجهة الشمالية

الواجهة الجنوبية

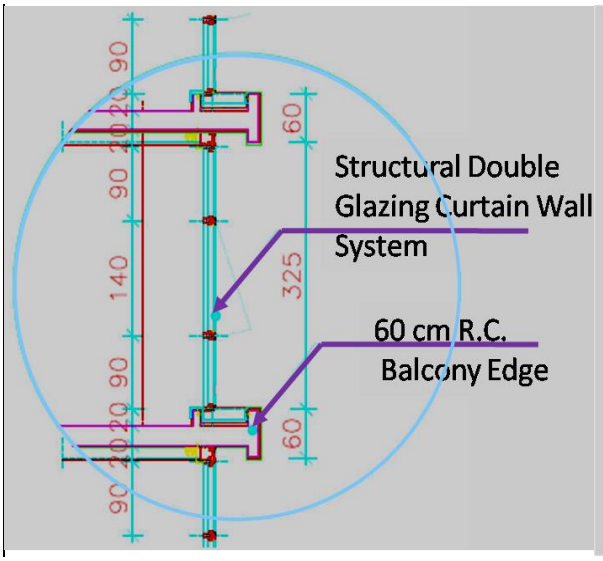
الواجهة الشرقية

الواجهة الغربية

الشكل (٥-٣٦) يوضح جميع واجهات البرج الاداري



الشكل (٥-٣٧): يوضح المعالجات للنوافذ باستخدام الزجاج المذدوج



الشكل (٥-٣٨): يوضح استخدام احجار الجرانيت لتجليد الحوائط الخارجية للمبني

المصدر : الادارة الهندسية لابراج الواحة

الفتحات الخارجية:

- المداخل: تم إستخدام الابواب المزدوجة وصممت مرتدة للداخل للحفاظ على الهواء الداخلي الذي تم تبريده ومنع نفاذ الحرارة الخارجية لداخل المبنى.
- النوافذ: تم توجيه النوافذ في إتجاه التهوية الطبيعية في إتجاه الشمال والجنوب، وأبعاد النوافذ ١متر×١,٤٠ متر، وتفتح من اسفل الي الاعلي و الزجاج المعالج حرارياً كما تم توضيحه سابقا، إلا انه لم يتم إستخدام اي وسائل اظلال للنوافذ وكاسرات للشمس خاصة في الواجهتين الشمالية والجنوبية. كما توجد نوافذ في الواجهتين الشرقية والغربية للبرج واللتان تتعرضان لفترة طويل من الاشعاع المباشرخلال اليوم مما يساهم في رفع درجة الحرارة داخل المبني.

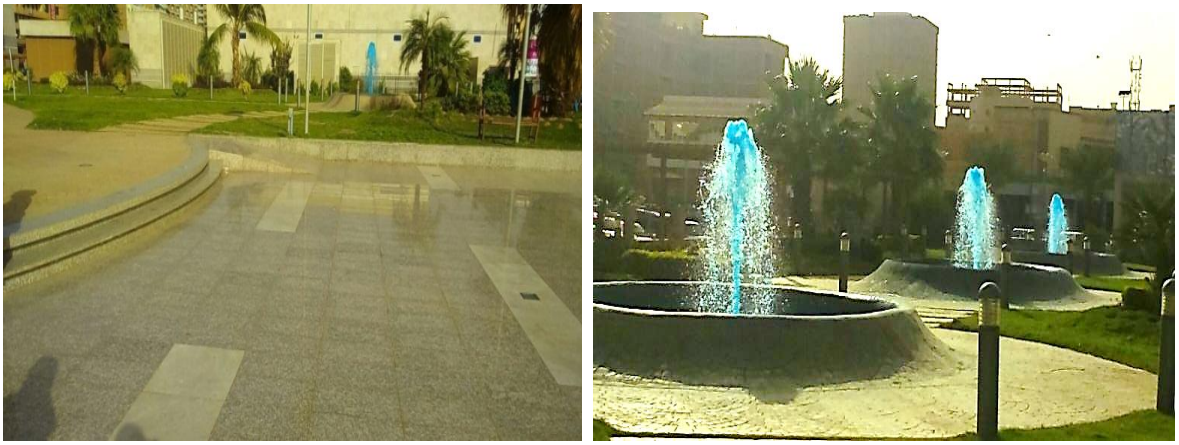
الشكل (٥-٣٩): يوضح شكل ونوع الفتحات المستخدمة

المصدر :إعداد الباحث

و. **المجاورات ومعالجات الموقع (تشجير - مسطحات خضراء - مسطحات مائية)**

أُستخدمت العناصر الطبيعية من مسطحات خضراء، الاشجار، وعنصر المياه بمساحة ١٢٢٧٨م^{٢} بالجهة الجنوبية للموقع وهو إتجاه الرياح التي تهب في فصل الصيف وتكون محملة بالحرارة، كما موضح في الشكل (٥-٤٠)، (٥-٤١). أُستخدم عدد قليل من أشجار النخيل غير المظلة والشجيرات القصيرة والنجيلة التي تساعد في إمتصاص الإشعاع الشمسي الساقط عليها مما يساعد على تقليل درجات الحرارة المنعكسة، وكما أُستخدمت النوافير كمصدر لترطيب الهواء حول المبنى . أُستخدم الجرانيت والاحجار الطبيعية لرصف الممرات حول الكتل لتمتص الحرارة اثناء النهار وتطلقها ببطء اثناء الليل.

الشكل (٥-٤٠): يوضح نوع الاشجار المستخدمة و المسطحات الخضراء



الشكل (٥-٤١): يوضح استخدام المسطحات المائية وتشطيبات الارضيات الخارجية

المصدر :إعداد الباحث

ز. التهوية الطبيعية

تتوفر بالمبني تهوية طبيعية من خلال النوافذ الموجه شمال وجنوب حيث يمكن التحكم في كمية الهواء الخارجي الداخل للمبني والمساعدة في زيادة تبريد الفراغات الداخلية للمبني، إلا أنه يتم الاعتماد عليها خلال ساعات محددة فقط من اليوم، وذلك بسبب مساحة الواجهة الزجاجية وعدم إستخدام وسائل تظليل للنوافذ وكاسرات للشمس فتتعرض الفراغات الداخلية لاشعة شمس مباشرة متسببه في رفع درجة حرارة الفراغات الداخلية. ولذلك يتم الإعتماد علي أجهزة التكييف الميكانيكية لتبريد المبني.

ح. **إستهلاك الطاقة الكهربائية**

يتم إستهلاك الحد الادنى من الطاقة الازمة للإضاءة والإعتماد علي الإضاءة الطبيعية، إلا أن إستخدام مساحات كبيرة من الزجاج على واجهات المبني يزيد من الحمل الحراري للمبني رغم معالجت الزجاج ، وبالتالي زيادة الاستهلاك الكهربائي اللازم لإزالت هذه الاحمال. ويتم الإعتماد في تكييف البيئة الداخلية للمبانى علي استخدام التكييف الميكانيكي المركزي (VRV) بنسبة كبيرة ، فيما يلي عرض لكمية الاستهلاك الكهربائي للمبني والمبالغ المدفوعة خلال عام 2017م.

ولمعرفة قيمة متوسط كمية الاستهلاك الكهربائي للمبني خلال فصل الصيف وفصل الشتاء =

متوسط كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء بالكيلو واط × 1.2 جنيه (وهو سعر الكيلو واط الواحد من الكهرباء للمباني الادارية).

جدول (٥-٧) يوضح كمية الاستهلاك الكهربائي للمبني، واعلي شهور للاستهلاك خلال عام ٢٠١٧.

فصول السنة	متوسط كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء بالكيلو واط		متوسط قيمة الاستهلاك الشهري للكهرباء بالجنيه	
	لكامل مساحة المبني ٢٦٤٠٠م٢	للمتر المربع الواحد	لكامل مساحة المبني 26400 م²	للمتر المربع الواحد
فصل الصيف (أبريل- مايو - يونيو)	٢١١٢٠٠ كيلو واط	٨ كيلو واط	٢٥٣٤٤٠جنيه	٩,٦جنيه
فصل الشتاء (ديسمبر- يناير- فبراير)	١١٣٥٢٠ كيلو واط	٣,٤ كيلو واط	١٣٦٢٢٤جنيه	٥,١ جنيه

المصدر :إعداد الباحث

يلاحظ من الجدول السابق أن متوسط الاستهلاك الكهربائي في فصل الصيف يزداد بما يقارب الضعف وذلك بسبب مساحة الزجاج الكبيرة في الواجهة الشمالية والجنوبية حيث لم يتم الاخذ في الاعتبار مناخ المنطقة، مما زاد الحوجة الي استخدام التكييف الميكانيكي وبالتالي زيادة تكلفة الاستهلاك الشهري للكهرباء لتحقيق الراحة الحرارية داخل الفراغ.

٥-١٧-٥ خلاصة الحالة الدراسية الثالثة

تم تشييد المسقط الافقي للبرج بشكل مستطيل مع بعض الإرتدرادات في الشكل فجعل هنالك قدر كبير من الظلال لتلك الكتل بعضها البعض وهذه الارتدات سمحت بتخلخل تيارات الهواء البارد مما ساعد في تهوية الفراغات بشكل جيد بها. فالشكل المستطيل أقل تأثراً بالاحمال الحرارية الصيفية وأكثرها إكتساباً للاحمال الحرارية شتاءاً باعتماد التوجيه الصحيح. تم توجيه كتلة المبني شمال جنوب ووضع الواجهات الزجاجية التي بها النوافذ في هذين الاتجاهين موفرة تهوية طبيعية للمبني، إلا انه لم يتم إستخدام اي وسائل اظلال للنوافذ من كاسرات للشمس. تم عمل نوافذ اخري في الواجهتين الشرقية والغربية مما ساهم في نفاذ الاشعاع المباشرالذي تتعرض له لفترة طويل خلال اليوم. الواجهة الشمالية تعتبر افضل الواجهات حيث تكون مظللة خلال فصل الصيف.

الهيكل الانشائي للمبني من الخرسانة المسلحة المعالجة وتم إنشاء الحوائط في الواجهات المبني من خليط من الحوائط الستائرية من الزجاج المعالج، وحوائط مزدوجة من الطوب في الواجهتين الشرقية والغربية علي الاخص ليساعد على العزل الحراري للمبني. تم عمل معالجات للموقع بإستخدم العناصر الطبيعية من مسطحات خضراء، الاشجار، وعنصر المياه بمساحة اكبر من مساحة المبني بالجهة الجنوبية للموقع، مما ساعد في امتصاص الاشعاع الشمسي الساقط عليها وبالتالي تقليل درجات الحرارة المنعكسة منها.

كل ما سبق يوضح محاولة المصمم بإستخدام بعض المعالجات لتقليل من الكسب الحراري لداخل المبنى، و محاولة توفير الراحة الحرارية لمستخدمي المبنى، إلا ان هذه المعالجات لم تكون بشكل كافي حيث تم تجاهل عن بعض النواحي المهمة في التصميم المناخي للمباني في المناخ الحار الجاف متمثل في إستخدام الزجاج في الوجهات بمساحات كبيرة، مما اضطر المستخدمين الى الإعتماد على أجهزة التبريد الميكانيكية حيث ان التهوية الطبيعية لمن تكون كافية خلال ساعات النهار الحار جدا، وباتالي وبالتالي ادي ذلك لزيادة في معدل الاستهلاك الطاقة الكهربائية بشكل كبير خلال الصيف. كما **أن هذا** الزجاج لعاكس يعمل على تشتيت الاشعة الشمسية الساقطة على المبنى وبالتالي تتوزع على البيئة المحيطة مما يزيد من درجات الحرارة ويسبب الجهر.

٥-١٨التقييم والمقارنة بين حالات الدراسة

بعد الدراسة التحليلية لمنماذج الثلاثة، يلخص الجدول(٥-٨) أدناه نتائج المقارنة بين حالات الدراسة وفق المعايير التي تم تحديدها في بداية هذا الفصل، و يوضح مدى إهتمام المصمم لكل حالة بتطبيق معالجات التصميم المناخي في المبنى و توفير الراحة الحرارية لمستخدمي المبنى و تقليل الإعتماد على التكييف الميكانيكي. يتم عرض التحليل في شكل جدول من تصميم الباحث ، و إستنتاج تقييم نهائي لكل حالة والمقارنة بينهما.

جدول (٥-٨): يوضح التقييم والمقارنة بين حالات الدراسة

معايير التصميم لمناخي		مبنى شركة النيل الكبري لعميات البترول	برج الهيئة القومية للاتصالات	ابراج واحة الخرطوم الادارية
		الوصف	الوصف	الوصف
الموقع		في منطقة السنط بمقرن النيلين، وتقل فيها العناصر الطبيعية.	قريب من النيل يتميز بإطلالة رائعة ،يساعد علي انكسار اشعة الشمس وبعثرتها، وترطيب الهواء المحيط بالمبني.	تم تشييده في منطقة ذات تخطيط مفتوح وشوارع واسعة وتقل فيها العناصر الطبيعية
التوجيه		تم توجيه كتلة المبني شرق وغرب، وهو توجيه غير مناسب	تم توجيه كتلة المبني شرق وغرب مع ميلان بزاوية 60°. وهو توجيه غير مناسب	تم توجيه كتلة المبني شمال جنوب، وهو توجيه مناسب للتهوية
التشكيل		الشكل شبه مثلث متساوي الاضلاع.	▪ الشكل مثلث قائم الزاوية	شكل مستطيل ، وهو مناسب
مواد الإنشاء و المواد العازلة		▪ الهيكل الانشائي من الحديد الصلب، (يزيد من الكسب الحراري) ▪ لم يتم إستخدم عوازل للحرارة.	▪ الخرسانة المسلحة المعالجة (تقلل من الكسب الحراري). ▪ أُستخدمت عوازل للحرارة .	▪ الخرسانة المسلحة المعالجة (تقلل من الكسب الحراري). ▪ أُستخدمت عوازل للحرارة.
معالجات الغلاف الخارجي للمبنى	السقف	سقف منبسط من الخرسانة المسلحة غير معالج .	▪ سقف منبسط في البرج من الخرسانة المسلحة المعزولة والمعالجة، وغرف التكييف تقلل من مساحة السطح المعرضة للشمس. ▪ اسقف منحية في القاعة المؤتمرات والكافتريا لا تتعرض بالكامل لأشعة الشمس بل يوجد جزء مظلل منها.	سقف منبسط من الخرسانة المسلحة المعالجة .

الغلاف الخارجي	▪ مساحة الواجهات الزجاجية كبيرة مكونة من حوائط ستائرية فقط ، من زجاج ثنائي الطبقات غير معالج. ▪ لم تستخدم كاسرات الشمس	▪ حوائط ستائرية من زجاج ثنائي الطبقات مصقولاً بالكامل، مصفح، عازل. + ▪ الحوائط الخرسانية سميكة تم تكسيتها بالالمونيوم. ▪ إستخدام كاسرات الشمس.	▪ حوائط ستائرية من زجاج ثنائي الطبقات المعالج. + ▪ الحوائط مزدوجة من الطوب تم تكسيتها بالجرانيت. ▪ لم تستخدم كاسرات الشمس في الواجهات الشمالية والجنوبية.
تهوية الفراغات الداخلية	لا توجد نوافذ، المداخل مزدوجة،	لا توجد نوافذ، المداخل مزدوجة، فتحات في سقف الطابق الاخير للتهوية.	توجد نوافذ في اتجاه الشمال والجنوب ، المداخل مزدوجة.
التهوية الطبيعية	غير متوفرة	متوفرة إلى حد ما من خلال فتحات في السطح ومراوح سحب وطرد الهواء.	متوفرة
الإضاءة الطبيعية	غير مستخدمة ، لحجبها بالستائر لتقليل وهج الشمس	توجد إضاءة الطبيعية	توجد إضاءة الطبيعية
المجاورات ومعالجات الموقع	مسطحات خضراء بمساحة صغيرة جدا لا تتناسب مع حجم المبني	مسطحات خضراء مناسبة إلى حد ما لمساحة المبنى	مسطحات خضراء بمساحة كبيرة جدا تساعد في التقليل من درجات الحراة المحيطة بالمبني
استتهلاك الطاقة الكهربائية	▪ قيمة الاستهلاك الشهري للكهرباء في فصل الصيف: ▪ لكامل مساحة المبني ٤٠٢٥٥,٤ م^{٢}= ٥٢٢٢٠٩ كيلواط ▪ (للمتر المربع الواحد) = ١٣كيلواط ▪ لم تستخدم الطاقة البديلة.	▪ قيمة الاستهلاك الشهري للكهرباء في فصل الصيف: ▪ لكامل مساحة المبني ٤٥٨٥٠ م^{٢} = ٤٨٠٠٠٠ كيلواط ▪ (للمتر المربع الواحد) = ١٠,٤كيلواط ▪ إسخدمت الطاقة الشمسية (الطاقة البديلة).	▪ قيمة الاستهلاك الشهري للكهرباء في فصل الصيف: ▪ لكامل مساحة المبني ٢٦٤٠٠ م^{٢} = ٢١١٢٠٠ كيلواط ▪ (للمتر المربع الواحد) = ٨ كيلواط ▪ لم تستخدم الطاقة البديلة.

المصدر :إعداد الباحث

٥-١٩ الخلاصـــــة

يتناول هذا الفصل دراسة لخصائص المناخية لمدينة الخرطوم ودراسة تحليلية لثلاثة مباني إدارية وفقاً لمعايير التصميم المناخي لعناصر الغلاف الخارجي وأثره علي تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الادارية، وان التصميم الأفضل هو الذي يتم فيه تطبيق اكبر عدد من هذه المعايير.

- ويتضح من خلال الدراسة ان من اصل ١١ معيار لاسس التصميم المناخي في المناخ الحار الجاف ، في الحالة الاقلي تم تطبيق معياران فقط اما في الحالة الثانية تم تطبيق ٩ معايير وفي الحالة الثالثة تم تطبيق ٧ معايير. ويتضح من خلال الدراسة مدي إهتمام المصمم في الحالة الثانية والثالثة بالمعالجات اللازمة لتقليل من تأثير العوامل المناخية المختلفة على المبني وتوفير الراحة الحرارية لمستخدمي المبنى.

- في الحالة الثانية تم إختيار موقع للمبني بالقرب من النيل يساعد ويساهم في تقليل الحمل الحراري علي المبني، وإن توجيه وتشكيل المبني كان يعتمد علي الاستفادة القصوي من الاطلالة المبني علي النيل وتم إستخدام الواجهات الزجاجية بنسب معقولة وله مبرراته بدواعي الاطلالة في الحالة الدراسية الثانية، اما في الحالة الاولي والثالثة فمساحة الواجهات الزجاجية كبيرة جدا دون وجود الاسباب الضرورية لاستخدامها بهذا الشكل .
- في الحالة الثالثة تم محاولة التخفيف من آثر إستخدام الواجهات الزجاجية من خلال معالجة عناصر الغلاف الخارجي للتخفيف من هذا الاثر الحراري على المستخدمين حيث تمت معالجة الاسقف واستخدام الحوائط المزدوجة المفرغة من الطوب مع معالجة الزجاج المستخدم، أما في الحالة الثانية التخفيف من آثر التوجيه أُستخدامت الحوائط الخرسانية بسماكة مناسبة مع معالجتها لتخفيف الحمل الحراري علي المبني بالاضافة إلى معالجة الزجاج المستخدم في واجهات المبنى المختلفة واستخدامت الكاسرات الراسية. بالنسبة للحالة الاولي تم المعالجة من خلال إستخدام زجاج ثنائي الطبقات غير معالج في الواجهات بالاضافة إلى عدم معالجات عناصر الغلاف الخارجية الاخري.
- التهوية الطبيعية من العناصر المهمة جدا في تقليل الحمل الحراري وتقليل الاعتماد علي التكييف الميكانيكي، ففي الحالة الاولي تم تجاهلها تماماً اما الحالة الثانية تم اللجو الي عمل فتحات في سقف الطابق الاخير عند اجهز التكييف وفي السلم بالاضافة الي إستخدام مراوح لشفط الهواء للمحاولة لتعويض التهوية الطبيعة إلا انها غير كافية ولا تغني عن النوافذ التي تسمح بتجديد الهواء حسب حوجة كل فراغ . اما الحالة الثالثة تم توفيرالتهوية الطبيعية بعمل نوافذ في إتجاه شمال وجنوب.
- تم توفيرالإضاءة الطبيعية في الحالة الثانية والثالثة حيث تغني عن إستخدام الاضاءة الصناعية وتلبية متطلبات الفراغ من ضوء الشمس وبالتالي التقليل من صرف الكهرباء والحرارة الصادرة من اللمبات التي تساعم بشكل بسيط في رفع درجة حرارة الفراغ ، اما في الاولي وبالرغم من مساحة الزجاج في الواجهة الا انها مستخدمة وذلك للجو المستخدمين الي الستائر لجحب شدة الضو والوهج والحرارة نتيجة لعدم معالجة وتظليل الزجاج.
- في الحلة الثالثة تم إستخدام مساطحات خضراء وعنصر المياه بمساحة اكبر من مساحة المبني مما ساهم في التخفيف من تعرض المبني لاشعاع الشمسي، اما في الحلة الثانية قرب المبني من النيل واستخدم مسطحات خضراء بمساحات مناسبة إلى حد ما ساهم ولكن من الملاحظ عدم إستخدام إشجار مظلة والتي تساهم في ترطيب وتنقية الهواء وكذلك حجب اشعة الشمس، في الحالة الاولي تم فقط عمل مسطحات خضراء بمساحة صغيرة جدا لا تتناسب مع حجم المبني.
- إسخدام الطاقة الشمسية كالطاقة البديلة ساهم في التقليل من معدل استتهلاك الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيل المبني في الحالة الثانية.
- ومن الملاحظ ان في كلا الحالات الدراسية هنالك بعض المعالجات تؤثر سلباً على البيئة المحيطة بالمباني فالزجاج والتكسية بالالمونيوم المستخدمان يعملان على تشتيت الاشعة الشمسية الساقطة على المبنى وعكسها على البيئة المحيطة وبالتالي ترتفع درجات الحرارة في المنطقة المحيطة بالمبني بالاضافة الي انها تسبب فى توليد والجهر الوهج .

الخلاصات والتوصيات

٦-١مقـــدمة

يحتوي هذا الفضل علي أهم الخلاصات والتوصيات التي توصل إليها البحث، من خلال الدراسة النظرية و التحليلية لاثرالتصميم المناخي ووسائله علي عناصر الغلاف الخارجي ومعالجتها لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة للمستخدمين داخل المباني الادارية.

وظهرت من خلال الدراسة النظرية و التحليلية في البحث أن أهم أهداف التصميم المناخي تحقيق الراحة الحرارية لمستخدمي المباني بأقل التكاليف وتوفيرالطاقة الكهربائية المستهلكة في عمليات التبريد الميكانيكية للمباني في مناطق المناخ الحار. وأن أبرز معوقات الحلول المناخية هى تكاليفها الإبتدائية، و عدم كفاءة المعماريين المتخصصين في هذا المجال، وعدم توفر معلومات مناخية متكاملة بالدرجة الكافية وبسهولة ليتمكن المصمم من القيام بدراسته المناخية المطلوبة، وعدم وجود قوانين ملزمة بتوفير الطاقة. وأن التكنولوجيا جعلت من السهل دمج التصميم المناخى بمساعدة الحاسب الآلي في عملية التصميم المعماري بشكل طبيعي، حيث يمكن التنبؤ بالظروف الحرارية داخل المبني وتقييمها فى مراحل مبكرة من التصميم المعماري ووضع بدائل مقترحه واختيار افضلها للوصول إلى قرار تصميمى الذي يؤثر علي كفاءة الاداء المناخي للمبني.

إن عمارة مدينة الخرطوم يجب أن تأخذ طابع مميز بإستخدام المعالجات المعمارية المختلفة بما يتلائم مع البيئة المناخية - مناخ حار جاف- لتحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين و التخفيض من الأحمال الحرارية للمبني مع الإلتزام بتحقيق إقل قدر من التكاليف الإقتصادية. فيجب الابتعاد عن التوجهات التي ظهرت حديثاً في إستخدام مواد البناء أو التكوين أوالشكل العمراني التي لا تتناسب مع المناخ الحار، حيث أن المعالجات المناخية لغلاف المبنى الخارجي لا تتنافى مع جماليات التصميم المعماري للمبنى وأن التصميم المناخي السليم يعمل علي التكامل بين المعالجات المعمارية والمعالجات الميكانيكية.

٦-٢ الخلاصات

- التصميم المناخى هو جزء مؤثر ومهم في عملية شاملة من تصميم اي مشروع ، وتكمن أهميته في ان اهم اهدافه هي توفير الظروف المناخية الآمنة والمريحة لتحقيق الراحة الحرارية لمستخدمي المباني بأقل التكاليف وتوفيرالطاقة الكهربائية المستهلكة في عمليات التبريد الميكانيكية للمباني في مناطق المناخ الحار، خاصة مع ظهور عدد من التوجهات في إستخدام مواد البناء أو التكوين أوالشكل العمراني التي لا تتناسب مع المناخ الحار.
- أهم معوقات الحلول المناخية هى تكاليفها الإبتدائية والتى يرى المالك من وجهة نظره أنها لا قيمة لها وتزيد من تكلفة المشروع ، ويفضل عنها الحلول الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة داخل الفراغ علي الرغم من أنها مكلفة على المدى البعيد أكثر بكثير من الحلول المناخية ، و من المعوقات الاخري عدم كفاءة المعماريين المتخصصين في هذا المجال ، وعدم توفر معلومات مناخية متكاملة بالدرجة الكافية وبسهولة ليتمكن المصمم من القيام بدراسته المناخية المطلوبة ، وعدم وجود قوانين ملزمة بتوفير الطاقة.
- تتعدد الإتجاهات المعمارية بالتصميم المناخي فبعض المعماريين يتبنون العمارة التراثية أو المحلية التقليدية، وهدفهم هو إستخدام التقنيات المناخية المعروفة من هذه الإتجاهات. بينما

يتبنى آخرون إتجاهات الحداثة ويهمهم إستخدام المعالجات المناخية الحديثة وإثبات كفاءتها. وينتمي بعض المعماريين للإتجاهات البيئية التي تهتم بالحفاظ على الأرض من التدهور وتقليل إستهلاك الطاقة لتقليل التلوث ، بغض النظر عن الإقتصاديات المباشرة للتشغيل ، في حين يسعى البعض نحو أهداف عاطفية مثل الرجوع للطبيعة وتفادى إستخدام التكنولوجيا الصناعية. بينما يلتزم البعض بهدف كمي مثل تحقيق الراحة الحرارية لشاغلي الفراغات بطريقة إقتصادية، أو تقليل إستهلاك الطاقة.

وتمت الدراسة التطبيقية بتحليل عدد من العينات في حدود منطقة الدراسة حيث خلصت إلي عدد من النتائج من خلال تطبيق معايير التصميم المناخي للمباني ومعرفة مدي تحقيقه للراحة الحرارية بها، وتتلخص هذه النتائج في الاتي:

- يلعب توجيه المبنى الدور الاساسي في التحكم في الأحمال الحرارية التي يكتسبها المبنى و التخلص منها عن طريق التهوية الطبيعية، فاتوجيه السليم يجب أن يقليل كمية الإشعاع الشمسي إلى أقل ما يمكن أثناء فترات الحرارة الزئدة في السنة بينما يسمح في الوقت نفسه بأكبر كمية إشعاع تدخل فراغات المباني أثناء الفترة الباردة. التوجيه الافضل في مدينة الخرطوم يكون باتجاه الشمال والجنوب، و طبيعة بعض المواقع التي تطل على النيل اجبرت المصمم على توجيه المبنى باتجاهه حتى وإن كان هذا التوجيه ليس الأمثل كما في الحالة الدراسية الثانية. ومن خلال الدراسة وجد ان التوجيه الافضل كان في الحالة الدراسية الثالثة.
- التشكيل المناسب لكتلة للمبني يكون بتقليل مساحة الجدران الخارجية قدر الإمكان مقابل حجم المبنى، وان الشكل المستطيل أقل تأثراً بالاحمال الحرارية الصيفية وأكثرها إكتساباً للاحمال الحرارية شتاءاً باعتماد التوجيه الصحيح، وكان التشكيل الافضل في الحالة الدراسية الثالثة.
- الإختيار المناسب لمواد الإنشاء و إستثمار خصائصها الحرارية يؤدي إلى تخفيض حمل التبريد و بالتالي تقليل تكلفة الطاقة الكهربائية المستهلكة و العكس صحيح. فإستخدام مواد إنشاء ذات سعة حرارية عالية يعمل علي إمتصاص الحرارة بسرعة اثناء النهارو فقدها ببطء اثناء الليل، كما في الحالة الدراسية الاولي حيث لم يتم اختيار مواد البناء المناسبة ولم يتم معالجتها .
- معالجة الاسقف بإستخدام مواد عازلة وعاكسة للحرارة و تشكيل الأسقف بإستخدام أشكال منحنية للسقف وطليها بالوان فاتحه كل ذلك يعمل علي تشتيت الأشعاع المباشر عليها مما يقلل من الحمل الحراري الداخل من الأسقف، كما في الحالة الدراسية الثانية.
- تكسية واجهات المباني بإستخدام بعض مواد البناء غير الملائمة للمناخ السائد في الخرطوم كالزجاج و الألمونيوم وغيرها دون المعالجة المطلوبة جعلها تمثل عبئا حراريا علي المبني وخاصة عندما تشغل مساحات الكبيرة من الواجهة بنسب غيرمعقولة ولست لها مبررات، حيث تؤثر سلبيا هذه المواد من خلال زيادة درجة الحرارة في المناطق المحيطة بالمباني وعكس أشعة الشمس الساقطة عليها بالاضافة الي التسبب في الوهج والجهر الشديد لمستخدمين الطريق. كما في الحالة الدراسية الاولي.
- إهمال التشكيل المعماري على الواجهات والحد من إستخدام الكاسرات الأفقية و الرأسية في تصميم المباني يمنع من الاستفادة من الاثر الفعال للكاسرات والتشكيل في تقليل الحمل الحراري من خلال توفير الظلال والتقليل من تسرب الحرارة المباشرة إلى داخل المبنى فيما عدا الحالة الدراسية التانية حيث تم إستخدام الكاسرات الراسية في الواجهة الشمالية والشرقية.

- توفير ضوء الشمس الطبيعى وتقليل الإضاءة الصناعية ماعدا الحالة الاولي حيث يتم إستخدام الستائر بالرغم من مساحة الزاجج الكبيرة بواجهات المبني إلا انه غير معالج فيتسسب بارتفاع درجة حراراة الفراغات.
- الحد من إستخدام معالجات الموقع يقلل من الاستفادة منها في امتصاص أكبر قدر من الاشعة وعدم انعكاسها من على سطح الارض كما تساعد على ترطيب الهواء في هذه المنطقة. حيث يعمل التشجير و زرع الشجيرات علي القاء الظلال علي المبني وبالتالي حمايته من اشعة الشمس المباشر كما تساعد الاشجار علي تقنية وترطيب الهواء. وكما أن إستخدام العناصر المائية (النوافير والشلالات الصناعية و المسطحات المائية) يساعد علي انكسار أشعة الشمس الساقطة عليها وبعثرتها وبالتالي تخفيف الحمل الحراري الناتج عنها ، وحتي لا يكون سطح المياه كسطح عاكس للحرارة علي المبني يجب ان يكون مياه متموجة حتي تؤدي الي تشتيت وانكسار اشعة الشمس عليها.
- عدم تصميم نوافذ للمبني بالتالي عدم الإستفادة من التهوية الطبيعية من خلال التحكم في كمية الهواء الخارجي الداخل للمبني والمساعدة في زيادة تبريد الفراغات الداخلية للمبني، فما عدا الحالة الثالثة حيث يتم الاعتماد علي التهوية الطبيعية بشكل جزئي خلال ساعات محددة من النهار.
- إعتماد الفراغات الداخلية للمباني على أجهزة التبريد الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية المطلوبة للإنسان عند عدم مراعاة المصمم للظروف المناخية المحيطة بالمبني وتأثيرها على تحديد المناخ الداخلي ونوعية المعالجة التي يحتاجها، ، مما أدى إلى ارتفاع معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية و إزدياد تكلفة هذا الاستهلاك، بالإضافة إلى زيادة الضغط على الاجهزة بسبب طول ساعات تشغيلها.
- ومن خلال التحليل و الدراسة تبين أن إستخدام وسائل لتوليد الطاقات البديلة الصديقة للبيئة مثل الطاقة الشمسية يعمل علي ترشيد الطاقة الكهربائية وبالتالي تقليل قيمة المبالغ المدفوغة لتغطية منصرفاتها والمحافظة علي أجهزة التبريد لعمر اطول.
- لم يتم ربط تصاميم المبانى بالتراث المحلى والنسيج العمرانى فى جميع الحالات .
- المبانى الزجاجية المنتشرة في مدينة الخرطوم ذات المناخ الحار الجاف لأ تلبى شروط الراحة الحرارية داخل المباني، لذلك يجب التوجه إستخدام مواد بناء تتناسب مع المناخ السائد.
- فيجب التقليل من إستخدام هذه المواد واستعمالها بمساحة معقولة كما يجب في مدينة الخرطوم إختيار مواد البناء ذات الخصائص الهامة مثل عدم إمتصاص الحرارة و مسامية مادة البناء و إحتوائها عى نسبة عالية من الهواء ، وخاصية العزل و أيضا ومواد البناء ذات لسعة الحرارية العالية، وقد ورد ذكر السعات الحرارية لبعض المواد في الفصل الرابع.

٦-٣ التوصيات

- يجب تكثيف الجهود لنشرالوعي بأهمية التصميم المناخي وتثقيف المالك بإستخدام الحلول المعمارية المناخية والبدائل المختلفة التي يمكن أن توفير قيمة إقتصادية عالية، ومدي أهمية إستخدامها حتى وان كانت التكلفة الإبتدائية مرتفعة وذلك لتفادي تزايد استهلاك الطاقة و الحفاظ عليها.

- يجب ان يضع المعماريين ومصممين التصميم المناخي في الإعتبار الدراسات البيئية و أسس التصميم المناخي عند التصميم إي مبني في ولاية الخرطوم ومعرفة العوامل البيئية المؤثرة عليه، للوصول لعمارة بيئية تتأقلم مع المناخ الحار الجاف في الخرطوم.
- أن تتولي الجهات المختصة بالتصميم المناخي في السودان قدر من الاهتمام كأن توضع له معايير يجب أن تطبق لاستخراج تراخيص البناء ، أو إستخدام اسلوب التحفيز لكل مبنى يوفير ظروف مناخية جيدة داخل المباني ويحقق أعلى درجات الملائمة مع المناخ باستهلاك أقل قدر ممكن من الطاقة.
- تضمين عقود التصميم والإنشاء للدارسات المناخية وتأثيرها على المباني.
- يجب إنشاء عمارة محلية مميزة تجمع بين الأصالة والمعاصرة وتقلل إستهلاك الطاقة والأثر البيئى وتتوحد مع النسيج العمرانى.
- لابد من الإستفادة من التطور التكنولوجي في مجال برامج الحاسب الآلي و توظيف التقنيات الحديثة و دمجها في مرحل عملية التصميم لدراسة و تحليل المناخ وإتحاذ القرارات التصميمية وفقاً لها.
- يجب دراسة تأثير الموقع المختار للمشروع على توجيه المبنى و ما يترتب على ذلك من قرارات تصميمية.
- يجب مراعاة التشكيل المعمارى لكتل المبني وتوجيه المبني بأخذ المحور الطولي له بإتجاه الشرق والغرب، إي أن الواجهة الطويلة هي الواجهة الشمالية والجنوبية، وذلك لتقليل من الاشعاع الشمسي الساقط علي المبني.
- يجب إستخدام مواد البناء أكثر ملائمة للمناخ الحار الجاف السائد في المنطقة، ومراعام سماكة تكون الحوائط الخارجية لما لها من فوائد في تأخير وصول الذروة الحرارية إلي داخل الفراغات، كما يوصي بإستخدام الحوائط المفرغة حيث أنها تعمل عل إحتباس الحرارة بداخلها.
- يجب إن يراعي المصممون المشاكل الناجمة عن إستخدام الزجاج والتعامل مع الزجاج كمادة للنوافذ و الفتحات الخارجية و ليس كمادة أساسية و بديلة للإنشاء، وذلك لتفادي الظواهر العلمية الخطيرة مثل ظاهرة الاحتباس الحراري داخل المباني عند استخدام الواجهات الزجاجية دون مراعاة نسبة التزجيج و مواقعه و توجيهه في المبنى.
- يجب إستخدام كاسرات اشعة الشمس والبروزات لتظليل وحماية الحوائط والنوافذ الخارجية من أشعة الشمس المباشرة الساقطة عليها أثناء الفترة الحارة من العام (في فصل الصيف)، لما لها من تأثير قويفي إنخفاض درجة الحرارة بتلك الفترة من العام.
- اللجو الي إستخدام الالوان الفاتحة لطلاء الاسطح الخارجية للمنشآت للحد من كمية الحمل الحراري الذي تمتصه، وذلك نظراً لان الالوان الفاتحة لها قدرة منخفضة علي إمتصاص الأشعة الشمسية قصيرة الموجة وفي نفس الوقت عكس الأشعة الشمسية طويلة الموجة.
- وضع الفراغات الخدمية او غير المستخدمة بكثرة من المستخدمين كالمخازن ودروات المياه والسلالم،... الخ علي الجهة الغربية والشرقية، وهي الجهة المعرضة لاكبر قدر من الشعاع الشمسي المباشر أثناء الفترات الحارة من العام حيث تعمل كفراغات عازلة للحرارة للفراغات المستخدمة بكثرة للمستخدمين.
- يجب إستخدام العناصر الطبيعية من الاشجار والمسطحات الخضراء والمائية لترطيب و تلطيف الهواء الداخل إلى المبنى.

- يجب إستخدام وسائل ترشيد الطاقة و إستخدام الطاقات البديلة الصديقة للبيئة كالطاقة الشمسية وغيرها.

٦-٣-١ توصيات خاصة بحالات الدراسة

- معالجة سقف السطح المبني المعرض للاحمال الحرارية معظم ساعات النهار(مبني شركة النيل الكبري).
- زراعة اشجار مظللة حول المبني (مبني شركة النيل الكبري).
- الإعتماد علي التهوية الطبيعية مع تخفيف مساحة الزجاج في الواجهتين الشمالية والجنوبية ومعالجة زجاج النوافذ بحيث تكون غير منفذة للحرارة (ابراج الواحة الإدارية).
- استخدام طاقة نظيفة صديقة للبيئة بديلة لإمداد المبني بالكهرباء اللازمة لتشغيله (ابراج الواحة الإدارية).
- زراعة أشجار مظللة حول المبني واضافة مسطحات مائية لتتخفيف من الاحمال الحرارية وعكس لبلشعاع الشمسي الساقط علي واجهة المبني (مبني الهيئة القومية للاتصالات).
- إستبدال جزء من الالواح الزجاجية المصمته بفتحات (نوافذ) يتم مراعاة تصميم حجمها وتوجيهها وفقا للرياح السائدة وذلك للاستفادة القصوي من التهوية الطبيعية(مبني الهيئة القومية للاتصالات).

٦-٣-٢ توصيات خاصة لدراسات وبحوث مستقبلية

- مساهمة كليات العمارة و مناهجها في توعية الطلاب بأهمية تصميم المشاريع وفقاً للمناخ و تضمين تطبيقات برامج الحاسب الآلي المتخصصة بالتصميم المناخي ضمن المناهج.
- عمل المزيد من الدراسات النظرية و التطبيقية لتأثير العوامل البيئية و المناخية على المباني، وايضاً عمل المزيد من الدراسات النظرية عن التشكيل المعماري علي الأسقف و الواجهات في المناخ الحار الجاف لما لها من دور مؤثر جدا تقليل الحمل الحراري ، كل ذلك يهدف الوصول إلي عمارة متوافقة بيئيا مع المناخ الحار الجاف و تحقيق نتائج علمية وعملية يمكن الاعتماد عليها.
- توجيه البحث العلمي نحو دراسات شاملة لتجارب واقعية للمباني المصممة وفق المناخ، ومعرفة مدى تأثيرها على الراحة الحرارية و الجانب الإقتصادي.
- الاستفادة من موارد البلاد بتطوير إستخدام مواد البناء المحلية لتحقيق أقصي قدر من التوافق بيئياً مع المناخ الحار الجاف وعمل الدراسات اللازمة وذلك للتوصل الي نتائج بيئية و إقتصادية جديدة، كما من شأن ذلك ان يعمل علي تطوير العمارة المحلية بالسودان .

المراجــع

المراجع العربية

١. جودة، حسنين جودة ، ١٩٩٨م، **الأراضي الجافة و شبه الجافة**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر، ص، ٢٦.

٢. الوكيل د.م/ شفق العوضى، سراج د.م/ محمد عبد الله، ١٩٨٥م، **المناخ وعمارة المناطق الحارة** ، الناشر مركز التميز لعلوم الادارة والحاسب ، القاهرة.

٣. صبرى، د/ حنان مصطفى كمال، ٢٠٠٢م ، **إدماج مناهج الدراسات البيئية فى المشاريع التصميمية**، مجلة تصميم، العدد الأول، مصر.

٤. الزعفراني ، عباس محمد، ٢٠١٠م، **التصميم المناخي للمنشآت المعمارية**، رسالة دكتوارة، جامعة القاهرة، مصر.
Available: (www.egyptarch.net/abbasphd1,3/cover.htm)

٥. بكرى، م/ مها عليوه، ، ١٩٨٩م **تأثير المناخ على التصميم الغلاف الخارجى للمبنى دراسة تحليلة لتقييم الاداء البيئى للمبانى فى مصر**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٦. الخولى،محمد بدر الدين، ١٩٧٥م، **المؤثرات المناخية والعمارة العربية**، جامعة بيروت العربية.

٧. دسوقي ، د.شريف كمال وآخرون، مارس- ٢٠٠٠م، **العمران في توشكي- مدخل لتطوير عملية البناء**، المؤتمر المعماري الدولي الرابع، العمارة والعمران على مشارف الألفية الثالثة، جامعة أسيوط، كلية الهندسة، قسم العمارة.

٨. القويضي، محمد حازم محمد سعيد، ٢٠٠٢م، **البيئة المناخية وأثرها على العمارة والتخطيط العمراني بالمدن المصرية الجديدة**، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان.

٩. علي، عبد المنطلب محمد، ١٧ – ١٩ نوفمبر ١٩٩٧، **المعالجات المناخية لواجهات مباني المناطق الصحراوية (دراسة تطبيقية على مدينة أسيوط الجديدة) الوادي الأسيوطي**، المؤتمر المعماري الدولي الثالث، عمارة وتخطيط الصحراء (تجارب الماضي وآفاق المستقبل)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ، مصر.

١٠. العيسوي ، م. محمد عبد الفتاح احمد، مارس- م٢٠٠٣، **تأثير تصميم الغلاف الخارجي علي الاكتساب الحراري والراحة الحرارية**، رسالة ماجستير كلية الهندسة قسم العمارة، جامعة القاهرة.

١١.زيتون، محمد صلاح،يناير- ٢٠٠٣م ،**دراسة تحليلة عمارة القرن العشرون**، مطابع الاهرام، مصر.

١٢.الهيئة العامة الإرصاد الجوى ، ٢٠١٠م ، جمهورية السودان ، الخرطوم.

١٣.محمد ، أحمد هلال، ١٩٨٨م، دراسة تحليلية عن **تأثير العوامل البيئية على تصميم المسكن في المدينة المصرية المعاصرة**، رسالة ماجستير، قسم العمارة، آلية الهندسة، جامعة أسيوط.

المراجع الإنجليزية

14. Wikipedia, 2014, **"Koppen climate classification",** [online], available:(www.ar.wikipedia.org/wiki/koppen_climate_classification) [Accessed Jan 2016]**.**

15. Reid, Esmond, 1984,"**Understanding Building"**, A Multidisciplinary Approach, USA.
16. Watson & Labs, 1983, **"Climatic Design**", McGraw Hill, L.T.D., U.S.A., pp. 26.
17. Markus &Morris, 1978, **"Building, Climate and Energy**", Pitman Publishing, L.T.D. London, (U.K). pp. 47.
18. Randall, Thomas, 1999, "**Environmental Design"**, An Introduction for Architects and Engineers, Toylar & Francis Inc., Canada.
19. Givoni, Baruch, 1992, "Comfort **Climate anaylsis and building design guidelines"**, Energy and building, New York, Vol18, 11-23, p12.
20. Evans, J. Martin**,** 1980, **"housing climate and comfort**", Architectural Press; New York: J. Wiley, London, UK.
21. Koenigsberger, O.H., Ingersoll, T.g., Mayhew, A. and Szokolay, S.v., 1975, "Manual **of tropical, Housing and Building Part One"**, Climate Design, Longman Group Limited, London, UK.
22. Gut and Ackerknecht**,** 1993, **"On the thermal interaction of building structure",** Ph.D. Thesis Technische Univ, Eindhoven Netherlands.
23. Peter St Clair , 2009, "**Low-Energy Design In The United Arab Emirates"**, BEDP Environment Design Guide, pp. 70
24. Olgyay V., 1963, "Design **with Climate"**, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, Op Cit., pp. 33:34.
25. Konya, A. 1980,: **Design Primer for Hot Climates**, The Architectural Press limited, London., PP.10:11.
26. Baetens, R.; Jelle, B.P.; Gustavsen, A., 2010, **" Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review"**, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norwegian.

المواقع الالكترونية

27. http://www.ashrae.org/events/page/562 (2018)
28. www.google.com(2018)
29. http://www.solaripedia.com/files/721.pdf (2018)
30. http://www.akdn.org/architecture/pdf/1356_Mal.pdf (2018)
31. www.aasarchitecture.com/2013/04/masdar-institute-by-foster partners.html (2018)
32. www.archdaily.com/539213/siemens-hq-in-masdar-city-sheppard-robson (2018)
33. https://www.wikipedia.org/ (2018)
34. www.google.com/maps (2018)