ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Vol. 1, No. 45 July. 2020, pp. 168 - 187
Journal Homepage: http://erj.bu.edu.eg

المعالجات البيئية التقليدية في المناطق الحارة وأطر الاستفادة منها في المباني شاهقة الارتفاع

Traditional environmental treatments in hot regions and frameworks for using them in high rise buildings

رضا محمود حماده علي

أستاذ مساعد بقسم العمارة كليه الهندسة جامعة الأزهر

ملخص البحث

يتناول البحث دراسة عمارة المناطق الحارة الجافة، نظرا للتحديات المعمارية التي يواجها المصمم عند التعامل في تصميماته مع تلك المناطق، لما لها من ظروف بيئية قاسية. وتتمثل مشكلة البحث في ظهور منشآت حديثة بتلك المناطق تفتقر إلى أساليب الحماية من أشعة الشمس، حيث صممت بفتحات ومسطحات زجاجية كبيرة لا تراعى فيها أسس تصميم وتنفيذ المباني بالمناطق الحارة الجافة. كما استخدمت مواد بناء وتشطيبات لا تراعي الظروف المناخية القاسية. لذلك هدف البحث إلى إظهار وتوضيح أهمية الحصول على مباني تتسم بالراحة الحرارية المناسبة والتعرف على التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية التي انتهجت في العمارة التقليدية بالمناطق الحارة الجافة، ومدى نجاحها في تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الحديثة. والتي يجب علي المصممون الاستفادة منها وتطويرها لتلائم الاحتياجات المعاصرة في تصميماتهم بهدف التغلب على تحديات المناخ بتلك المناطق. ولتحقيق الهدف من البحث، قامت الدراسة بتحليل العمارة التقليدية بالمناطق الحارة الجافة بمنطقتين مختلفتين، بالإضافة إلى عمل دراسة تحليليه لست عينات دراسية من المباني شاهقة الارتفاع، بهدف التعرف على التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية التي استخدمت في تصميم عينات الدراسية والوقوف على كيفية نجاحها وتحقيقها راحة حرارية مناسبة ببيئتها الداخلية. ومن خلال البحث المقدم، أمكن التوصل إليان المعالجات البيئية بالعمارة التقليدية يمكن استخدامها بنجاح في المباني شاهقة الارتفاع لتحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين، حيث حققت راحة حرارية مناسبة بالمباني حالات الدراسة.

Abstract: This research deals with the study of the architecture of hot dry areas. The importance of this study comes from treating the problems of architectural and urban development's in those areas, and adopting the rules that must be pursued by countries to overcome the climate challenges in those areas. Modern facilities have appeared in areas of that climate which lack the methods of protection from sunlight. The buildings were designed with large openings and glass surfaces that do not take into account the principles of designing and implementing buildings in hot dry areas. The building materials and finishes that were used did not take into account the harsh climatic conditions in those areas. Therefore, the aim of this research is to present and clarify the importance of designing buildings characterized by appropriate thermal comfort by identifying the methods adopted by first scholars in heritage architecture in hot dry areas and the foundations of their design and the extent of their achievement of thermal comfort within these buildings. To achieve the goal of this research, analysis of the traditional architecture in hot dry weather were conducted in two different areas, and six case studies of high-rise buildings were analyzed. An analytical comparison was carried out to identify the traditional environmental design techniques and treatments that were used and assess its success. From the present article we concluded that that the environmental treatments in traditional architecture could be used successfully in high-rise buildings to achieve thermal comfortability for users as noticed in all study cases.

الكلمات المفتاحية

معايير التصميم، المعالجات التصميمية، العمارة التقليدية، المباني شاهقة الارتفاع

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في حدوث ظاهرة في العمارة المعاصرة لم تكن موجودة سابقا في العمارة التقليدية، وهي ظاهرة الإرهاق الحراري للسكان للمباني العصرية. فأصبحت غالبية المباني الحديثة تمثل عبئا حراريا على المستعمل، مما جعل معه استخدام أجهزة التكييف والتبريد أمرًا ضرورياً لعلاج هذه المشكلة، وتعويض عدم تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة. ويمكن إرجاع حدوث هذه الظاهرة إلى ما يلي:

- مساهمة تطور العلم التكنولوجي والإنشائي في التحرر من الأشكال التقليدية، والتعامل مع مباني المناطق الحارة الجافة مثل مثيلتها بأي مناطق أخري، من حيث استخدام مواد البناء والتشطيبات الحديثة والغير صديقة للبيئة. والتي ترتفع درجة حرارتها بدرجة عالية نتيجة تعرضها لأشعة الشمس صيفاً.
- إهمال النواحي المناخية لمستعملي الفراغات الداخلية بالمباني، بعد أن كانت من أحد الأهداف الرئيسية للعمارة، وعدم استخدام التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية التي تعمل على توفير راحة حرارية للمستخدمين.
- **تساؤلات البحث**

القضية المثارة في الورقة البحثية الحالية تتلخص في محاولة الإجابة على السؤال التالي:
كيف عملت التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية بمباني العمارة التقليدية على تحقيق الراحة الحرارية بفراغاتها الداخلية، وهل من الممكن تطبيق التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية بالمباني شاهقة الارتفاع لتحقيق الراحة الحرارية بالفراغات الداخلية بها؟

هدف البحث

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث في التعرف على العمارة التقليدية وتحديد التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية بها، والتي مكنت المصمم من تصميم مباني حققت الراحة الحرارية المطلوبة لمستعمليها دون اللجوء إلى استخدام الوسائل الميكانيكية للوصول للراحة الحرارية بها. والتعرف على كيفية توظيف التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية بالمناطق الحارة الجافة، وكيفية توفيرها بيئة داخلية متوافقة مع احتياجات الإنسان السيكولوجية للحصول على راحة حرارية لمستخدمي تلك المباني. وكيف يمكننا تطويرها بما يتوافق مع متطلبات المباني شاهقة الارتفاع.

أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في كونه يتناول موضوع كيفية تحقيق الراحة الحرارية بالمباني بصفة عامة والمباني شاهقة الارتفاع بصفة خاصة لما بها من تحديات عديدة، حيث تعد الراحة الحرارية بالمباني مطلبا ضروريا وملحا لمستخدميها، لما لها من تأثير في النواحي الصحية والنفسية والإنتاجية والاقتصادية والبيئية،كحل بيئي للتكيف الذاتي مع البيئة وغير ملوث لها.

فرضية البحث

تم وضع مجموعة من الفرضيات البحثية، وتمثل الإجابة عليها بإثباتها أو نفيها النتائج المتوقعة من هذا البحث، وهذه الفرضيات تتمثل فيما يلي:

- نجاح التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية بالمباني شاهقة الارتفاع في رفع الكفاءة البيئة بها.
- دمج التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية بمساقط وواجهات المباني شاهقة الارتفاعيؤدي إلى بيئة مبنية تتسم بالراحة الحرارية المناسبة للمستخدمين.
- تطوير التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية من خلال دمج التكنولوجيا الحديثة لتواكب الحداثة بالمباني، يؤدي إلى رفع الأداء البيئي بها.

إطار البحث

يتركز إطار البحث في التعرف على العمارة التقليدية، من خلال القاء الضوء على تحديات العمارة في المناطق الحارة الجافة، ودور التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية في الحصول على راحة حرارية مناسبة لمستخدمي تلك المباني. لذلك يقوم البحث بعرض حالتين للمباني التقليدية المقامة بالمناطق الحارة الجافة. كما يستعرض ست حالات لمباني شاهقة الارتفاع. وذلك كإطار محدد مكاني وجغرافي. كما يستهدف البحث مصممي المباني بصفة عامة والمباني بالمناطق الحارة الجافة والمباني شاهقة الارتفاع بصفة خاصة.

منهجية البحث

اعتمدت منهجية البحث لتحقيق الهدف منه على منهجين تتكامل مع بعضها البعض وتعد محددة لنطاق البحث، والتي يمكن من خلال دراستها تحقيق أهداف البحث، والتي تتمثل في:

- **المنهج الاستقرائي:**اعتمد على استقراء المفاهيم الأساسية والكتابات النظرية التي ترتبط بموضوع العمارة التقليدية، ومستويات تحقيق الراحة الحرارية والتقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية بكل مستوي. مع دراسة كيفية الاستفادة منها بصورة عصرية لتواكب متطلبات المباني شاهقة الارتفاع.
- **المنهجالتحليلي:**اعتمد على دراسة وتحليل حالتين لنوعيه من المباني التقليدية المقامة بالمناطق الحارة الجافة، والتي روعي فيها تحقيق الراحة الحرارية. كما استعرض البحث ست حالات لمباني شاهقة الارتفاع بهدف الوقوف على ما بها من عناصر ومعالجات بيئية تصميمية تقليدية، وكيف تم تطوريها لتحقق راحة حرارية مناسبة للمستخدمين. مع الاختلاف في التصميم ومواد الانشاء والشكل والكتلة...الخ، عن المباني التقليدية.

1- المقدمة

تعتبر العمارة التقليدية بالمناطق الحارة الجافةذات طابع مميز. وتختلف من منطقة إلى أخرى في البلد الواحد، وتختلف من بلد إلى آخر، طبقاً لمواد البناء والعادات والتقاليد [1].ولقد حرص الإنسان منذ بداية الخليقة على أن يتضمن بناؤه للمأوى عنصرين رئيسيين هما : الحماية من المناخ ، و محاولة إيجاد جو داخلي ملائم لراحته، لذا اضطر في المناطق الحارة الجافة إلي استنباط وسائل لتبريد مساكنه باستخدام مصادر الطاقة و الظواهر الفيزيائية الطبيعيتين، و لقد تبين أن هذه الحلول عموما ، أكثر انسجاما مع وظائف جسم الإنسان الفسيولوجية، من الوسائل الحديثة التي تعمل بالطاقة الكهربائية كأجهزة التكييف، وعندما نفكر في جعل الصحراء أرضية ملائمة لاستيعاب التوسع العمراني، فإن هذا لا يتم إلا بدراسة سمات البيئة الصحراوية وكذلك دراسة ما يلائم تلك البيئة من أنماط عمرانية تناسب الحياة في المناطق الصحراوية. حيث يجب أن يتكيف المبنى مع المناخ وعناصره المختلفة، ففي اللحظة التي ينتهي فيها البناء يصبح المبني جزءا من البيئة. فإذا استطاع أن يواجه الضغوط والمشكلات البيئية وفي نفس الوقت يستعمل جميع الموارد المناخية والطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة الإنسان داخل المبنى، فيمكن أن يطلق على هذا المبنى بأنه متوازن مناخيا [2]. ولكن يظل الهدف هو الحماية من الإشعاع الشمسي ومحاولة تحقيق الإظلال وتخفيض درجات الحرارة داخل المباني، الأمر الذي جعل دارسة هذه النواحي والتعرف عليها والاستفادة منها أمر في غاية الأهمية [1].

2- مفهوم العمارة التقليدية

العمارة التقليدية بما فيها من التقنيات ومواد بيئية نتجت عن طريق العلاقات المتبادلة بين العوامل البيئية والاقتصادية والمادية والسياسية والاجتماعية. وشكلتها الثقافة المحلية والطقس والموقع الجغرافي [3]. وبذلك فالعمارة التقليدية تعبر بصدق عن الوظيفة والبيئة الطبيعية والثقافية والاجتماعية السائدة، وقد استطاعت هذه العمارة التوصل إلى حلول معمارية سليمة كفيلة بتحقيق الحماية من العوامل الجوية شديدة القسوة، على سبيل المثال، ظهرت المباني الملتحمة أو شبه الملتحمة في النسيج وتلتف حول الفراغات الداخلية لأفنيتها بهدف توفير أكبر مساحة مظللة [4]. كما تم استخدام العديد من التقنيات والمواد في مناطق مختلفة ذات ظروف مناخية وخلفيات ثقافية مختلفة.ولقد تم تطبيق العديد من التقنيات التقليدية مثل الأفنية وأبراج الرياح في المباني الحديثة للتصميمات السلبية. ومع ذلك، هناك بعض التقنيات التقليدية التي تم تطويرها لمناخات الصحراء الحارة للبحث عن التبريد وضوء النهار.عادةً ما يعتمد اختيار هذه التقنيات والمواد لمثل هذه المباني على الفوائد المرجوة منها[3]. ويعد التعريف الشامل للعمارة التقليدية هو تعريف حسن فتحي: حيث يري أن
العمارة التقليدية هي العمارة التي تحترم وتراعي البيئة الطبيعية وخصوصياتها وظروفها المكانية والزمانية والاجتماعية فضلا عن معطيات الجغرافيا،والواقع المحلي بماينتج بالضرورةعمارة معبرة عن متطلبات واحتياجات واقعها الثقافي والحضاري [5].

3- طرق ومستويات تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني

يتم تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني بطُرُق مختلفة بمستويات التصميم المعماري والتصميم الإنشائي وتنفيذ وتشطيب المبني، ويقتصر البحث الحالي علىتناول تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني مستوي التصميم المعماري، ومستوي تنفيذ وتشطيب المبني.

3-1- تحقيق الراحة الحرارية على مستوي التصميم المعماري

يؤثر التصميم المعماري للمباني بصورة مباشرة على تحقيق الراحة الحرارية بداخلها، وكمية الطاقة المُستهلَكة في التبريد، أو التدفئة. حيث يمكن من خلال التصميم المعماري للمبني العمل على حماية المبني من الأشعة الشمسية الساقطة عليه، حيث تتناسب كمية الطاقة المُستهلَكة لتحقيق الراحة الحرارية الداخلية بصورة طردية مع كمية الإشعاع الواصل للمبني، ويمكن التَّحَكُّم في كمية الإشعاع الشمسي الواصل للمبني عن طريق عدة معايير تصميميه نذكر منها ما يلي [6]:

3-1-1-توجيه المبنى

يقصد بتوجيه المبني المثالي، توجيه المبني إلى اتجاه الرياح السائدة. حيث أن اختلاف توجيه كتله المبني يؤثر في مقدار تعرض أسطح المبني لأشعة الشمس المباشرة، المنعكسة، الممتصة، وسرعة التيارات الهوائية الخارجية. فضلا عن درجة حرارة الهواء الخارجي حيث تعطي هذه المتغيرات التأثير الحقيقي والفعال في عملية الاكتساب الحراري للمبني. فمن خلال التوجيه الصحيح يتم تحسين الاداء الحراري للمبني. وقد وجد أن معظم المباني التقليدية يتم التحكم في حركة الهواء بفراغاتها الداخلية بتوجيه المبني بحيث يكون البعد الأكبر في اتجاه الرياح السائدة بالمنطقة وعمل الفتحات المتقابلة،لزيادة التيارات الهوائية بداخل افراغ. شكل (1) [5]. وجدير بالإشارة أن توجيه المبنى يؤثر على مناطق الضغط حوله، فتعامد واجهة الكتلة على حركة الرياح يزيد من مناطق الضغط الموجب والسالب حول المبنى، فيزيد من حركة الهواء العابرة والداخلية للكتلة، وكلما تغير توجيه الكتلة بزوايا مختلفة عن تعامدها مع الرياح قلت قيم الضغوط

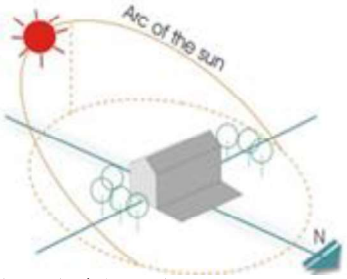
حول المبنى، وبالتبعية تقل حركة الرياح. وعمومًا تختلف الضغوط حول المبنى باختلاف شكل المبنى [7]. والتوجيه له اعتبارات وأسباب كثيرة وما يتعلق منها بالراحة الحرارية يتمثل في:

- الحصول على التهوية المرغوبة والمناسبة.
- الحماية من المناخ الغير المرغوب فيه.
- الإشعاع الشمسي ومدى تأثيره على الحوائط والغرف المعرضة له.
- مشاكل التهوية ومدى العلاقة بين الرياح المستحبة والتوجيه.
- يعطى الاتزان الحراري للمبنى خلال الأوقات المختلفة من السنة.
- يساعد على زيادة عمليات التهوية داخل المبنى، وبالتالي خفض درجات الحرارة داخل المبنى.

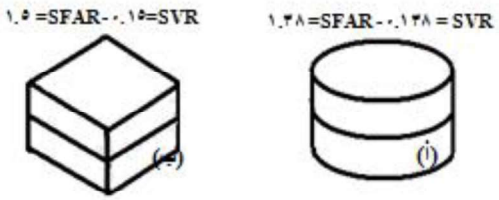
من هنا كان لعملية توجيه المبنى أهمية عظمى للإنسان، حيث أن التوجيه الأمثل هو الذي يمكنه حل المشاكل الخاصة بتوفير الراحة الحرارية للإنسان بداخل المبنى [8]. ويكون مثاليا إذا ما حقق التقليل من التعرض لشمس الصيف، تعظيم التعرض لشمس الشتاء، حجز الرياح شتاءً، السماح بالتهوية الطبيعية المستحبة صيفًا، وتصميم الفراغات المعمارية للمباني بحيث تتوافق مع توجيه الشمس [5].

3-1-2-تشكيل كتلة المبنى وعلاقتها بالإشعاع الشمسي

بشكل عام تعتبر الأشكال الصريحة مناسبة للمناخات المعتدلة حيث التعرض لأشعة الشمس والرياح بشكل منتظم أما هذه الأشكال في المناخات الحارة تتطلب إحداث بروزات أو تراجعات في الكتلة تؤمن ظلال على واجهات المبنى نفسه مما يساعد في تشكل فروقات في الضغط تساعد على تحريك الهواء [9]. ولتحديد الشكل والوضع الأمثل لشكل البناء وتصميم الكتلة البنائية للحصول على أقل مسطح حوائط وأسطح خارجية معرضة للإشعاع الشمسي، لابد من دراسة العلاقة بين الحوائط الخارجية وحجم الفراغ. حيث أن النسبة بين حجم المبنى ومسطحه الخارجي هي إحدى الضوابط الهامة لكمية الحرارة المنتقلة من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية للمبنى، أو العكس. وبصفة عامة نحتاج في الأقاليم الصحراوية الحارة إلى تقليل قيم (Surface to Volume Ratio) & (Surface to Floor Area Ratio) أي تقليل المسطحات الخارجية المعرضة للإشعاع الشمسي عن طريق تعدد الأدوار وارتفاع سقف الدور، وبتطبيق العلاقة بين حجم المبنى والمسطح الخارجي SVR وحجم المبنى والمسطح الداخلي الكلي SFAR على شكل (2)، نلاحظ أن الشكل الاسطواني يعطي أقل قيمة SVR، وكذلك قيمة الـSFAR أقل من الحالة الأخرى، حيث SVR= المسطح الخارجي/الحجم الكلي، SFAR = المسطح الخارجي/المسطح الداخلي الكلي [10].



شكل (1) : يوضح توجيه المبني المفضل للمباني [6].



شكل (2) : يوضح مقارنة لقيمة الـ SVR، SFAR بين مبنيين لهما نفس الحجم مع اختلاف الشكل[10].

3-1-3-الغلاف الخارجي

يمثل الغلاف الخارجي للمبنى الحاجز الأساسي بين الداخل و الخارج، حيث يمكن اعتباره الوسط الذي يتم بواسطته التخفيف من تأثير و تلطيف مؤثرات البيئة الخارجية القاسية لجعل الفراغات الداخلية مريحة للمستخدمين.ويتكون غلاف المبنى من مواد بناء متعددة لكل منها خصائصهاالفيزيائية و الحرارية المختلفة، تعتمد على أسلوب تركيبها مع بعض. و يعتمد الأداء الحراري لغلاف المبنى على مبدأ مقاومة انتقال الحرارة و تقليل الكسب الحراري [11]. وفيما يلي نتناول العناصر الرئيسية للغلاف الخارجي للمبني وكيفية تأثير كلا منها في الحصول علي الراحة الحرارية:

3-1-3-1- الحوائط الخارجية

يعرف البعض وظيفة الحوائط الأساسية بشكل عام على أنها الفصل والتصنيف بين الطبيعة والفراغات الداخلية. وهذه الوظائف الأولية تم الاعتماد في تعدادها على تمتع المبني بالراحة الحرارية، والجمال (تكوين حجمي مكاني) [12]. وأداء واجهات المباني التي تشتمل على عناصر مثل النوافذ وعناصر التظليل ومكونات معتمة له تأثير كبير على استهلاك الطاقة للتدفئة والتبريد والتهوية والإضاءة وبالتالي الراحة الحرارية [13]. ولقد شهدت واجهات المباني (ولا زالت) تغيرا كبيرا من نهايات القرن الماضي في نوعية المواد المستخدمة بها والوانها واشكالها...الخ، ويرجع السبب في ذلك إلى التقدم التكنولوجي في مواد البناء والتشطيبات وأساليب الإنشاء. هذا التقدم أدى إلى ظهور آلية جديدة في التفكير المعماري، وظهور مواد بناء جديده، وتقنيات حديثة، والتي غيرت مسار الفكر والبناء المعماري سواء كان تغيير سلبي أو إيجابي، وكذلك توضيح المميزات المعمارية لجميع جوانب تكنولوجيا البناء [14]. وتتعرض حوائط المباني لأنواع من المصادر الحرارية جميعها مصدرها الشمس، لذلك يمكن تقسيميا إلي:

- أشعة الشمس الساقطة بشكل مباشر على الحوائط الخارجية للواجهات والأسقف النهائية.
- أشعة الشمس المنعكسة من المناطق المحيطة بالمبنى.
- حرارة ناتجة عن الحمل الحراري من الهواء الساخن على سطح الارض [15].

وهناك إستراتيجيات معينة لتصميم الحوائط بطرق بيئية تقلل من الأحمال الحرارية على المبني ومنها:

- استخدام مواد عازلة في الحوائط.
- تكسيهالحوائط بمواد عاكسة للحرارة.
- استخدام الألوان الفاتحة في الحوائط.
- استخدام المزروعات والمياه[6].
- إنشاء الحوائط من مواد ذات سعة حراريةكبيرة.
- عمل حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء بينها
- تظليل أجزاء من الحوائط الخارجية بالبروزات.

وشكل (3) يوضح بعض اشكال استخدام النباتات بالواجهات العالية،ومن فوائد إدخال النبات بالواجهات المباني:

- تظليل الفراغات الداخلية والحوائط الخارجية، مما يوفر استجابات مناخية مصغرة فعالة في واجهات المبنى. وعمليات البخر النباتية يمكن أن تكون جهاز تبريد فعال لوجه المبنى.
- النباتات تمتص أول وثاني أكسيد الكربون، وتطلق الأكسجين بالتخليق الضوئي، مما يخلق بيئة صحية داخل وخارج المبنى.
- تساعد النباتات على ترقيق الأسطح المعمارية الصلبة وإعطاء نسيج للأسطح الغير محددة [16].

شكل (3): يوضح بعض أشكال من إستخدام النباتات بالواجهات العالية [17،18].

3-1-3-2- الفتحات بالواجهات

من أهم ما يميز المباني الصحراوية القديمة هو استخدام فتحات خارجية محدودة ونسبتها صغيرة بالواجهة الخارجية. بينما الفتحات بالواجهات المطلة على الفناء الداخلي تكون كبيرة نسبيا. وتكون النوافذ ضيقة من الداخل واسعة من الخارج لتوسيع زاوية الرؤية من جهة وتخفيف كمية النور وتقليل الأشعة المباشرة من الدخول، وكان لذلك أكبر الأثر في الحفاظ على درجات الحرارة الداخلية وتقليل الحمل الحراري النافذ من هذه الفتحات. وعند الاضطرار لتصميم الفتحات الواسعة فيتم معالجتها بالعناصر التي تعمل على تفتيت المساحة الواسعة للفتحات كالمشربيات[4].

3-1-3-3- الأسقف النهائية

تعتبر الأسقف النهائية للمباني المصدر الرئيسي لعمليات الإنتقال الحراري بين داخل وخارج المبني. و تكون من خلال الأسقف النهائية خاصة في المناخ الحار الجاف، حيث أنها تكون أكثر عرضة لأشعة الشمس المباشرة طوال اليوم. بعكس الحوائط تكون معرضة فى أوقات معينة لأشعة الشمس خلال عدة ساعات من اليوم، وليس اليوم كله مثل الأسقف النهائية [19]. والعمارة التقليدية تزخر بالكثير من المفردات والمعالجات التي أدت إلى توفير حماية الأسقف النهائية من أشعة الشمس، وبالتالي الراحة الحرارية . ونذكرمن هذه المفردات والمعالجات:

- **القباب والأقبية والأسطح المتعرجة والمنحنية**

الأسقف المقببة على شكل نصف كرة أو نصف أسطوانة تكون مظللة دائما إلا وقت الظهيرة .كما تعمل سرعة الهواء المار فوق سطحها المنحني على خفض درجة حرارتها [2]. ومن دراسة زوايا الشمس علي تلك الأسقف النهائية تبين عدم تعرضها بالكامل لأشعة الشمس، وبالتالي يقل الضغط الحراري على السقف. وتساعد هذه الأسقف على توليد منطقة ضغط منخفضة في المكان المظلل من السقف مما يساعد على تخفيف الحمل الحراري الزائد على السقف،وشكل (4) يوضح نماذج لبعض المعالجات المعمارية للأسقف باستخدام القباب والأقبية، والتي تعد الأكثر استخداما في المناطق الصحراوية[19] .

شكل (4): يوضح بعض نماذج للمعالجات المعمارية للأسقف باستخدام القباب والأقبية[2].

- **الأسقف المزدوجة**

تُعتبر الأسقف المزدوجة أحد المعالجات الهامة في المناطق الحارة، وهي عبارة عن فراغ هوائي بين السطح العلوي للسقف المعرض لأشعة الشمس والسطح السفلي، حيث أن وجود الهواء بين السقفين يعمل كمادة عازلة للحرارة، مع وجود فتحات لحركة الهواء تساعد على تبريد الهواء الموجود بين السقفين.

4-1-3-البرجولات والتكعيبيات الخشبية على السطح

تقوم تلك المعالجة بتقليل وصول اشعة الشمس المباشرة لسطح المبني، وإلقاء الظلال على السطح، وبالتالي خفض الحمل الحراري داخل فراغات المبني أسفل السطح، شكل (5).

5-1-3- حدائق السطح

يعتبر استخدام المسطحات الخضراء فوق الأسطح من المعالجات الطبيعية لحل مشكلة الاشعاع الشمسي الساقط عليها، بالإضافة إلى زيادة نسبة الرطوبة بالهواء القريب من تلك الأسطح، شكل (6)[5].

شكل (5): التكعيبيات الخشبية ببيت الكريدليه[5].

شكل (6): يوضح بعض من أشكال لحدائق السطح [20].

6-1-3-الفناء الداخلي

تتعدد الإمكانيات الوظيفية للفناء الداخلي نذكر منها، المساعدة في تحقيق درجات حرارة داخلية باردة صيفاً بالوسائل الطبيعية، والحد قدر الإمكان من التدخلات التقنية العصرية، وتوفير بيئة مناخية مناسبة لحياة الإنسان. حيث يستخدم الفناء كمخزن حراري وكمعالجة بيو مناخية [10]. بالإضافة إلى توجيه عناصر المبني عليه، ويعتمد الفناء في عمله على الفرق الحراري الكبير بين الليل والنهار. وبتأثير أشعة الشمس الهواء الساخن يرتفع إلى الأعلى، ويحل محله هواء أكثر برودة والذي بدورة يسخن ويرتفع إلى الأعلى وهكذا. ويجب أن لا تقل مساحه الفناء الداخلي عن 25%:40% من المساحة الكلية للمبنى، شكل (7)[7].

فناء وحديقة بيت السحيمي [21]

فناء في بيت حديث [2]

فناء وحديقة في بيت حديث [2]

شكل (7): يوضح أشكال للفناء الداخلي والحدائق الملحقة به.

6-1-3-الملاقف وأبراج التبريد

يعد استخدام الملقف أحد الحلول التقليدية في المناطق الحارة الجافة للحصول على الرياح المفضلة دون الحاجة الى توجيه المبنى بالكامل إليها[22]. وتقوم فكرة الملاقف على الحصول على تيار هواء طبيعي للتهوية داخل المبنى. وتوضع الملاقف فوق أسطح المباني لسحب الهواء الباردة من الطبقات الأعلى ذات السرعة العالية إلى داخل المبنى. وكانت الرياح تمر من خلال الملاقف على ماء موجود في إناء من الفخار المسامي مما يزيد من برودة هذا الهواء وتزيد كثافته. وتم تطوير ذلك بوضع رشاشات للمياه في أعلى البرج ومروحة للترطيب. ويراعى أن يميل سقفه بزاوية ميل لا تقل عن 30 درجة ولا تزيد عن60 درجة وتكون الفتحة في الاتجاه المواجه للرياح وبارتفاع دور كامل. والملقف المخصص للتهوية في أكثر من دور يجب أن يضيق مقطع الملقف كلما ابتعدنا عن برج الملقف، بحيث يتناقص مقطعه في الدور السفلي بمقدار لا يقل عن مسطح فتحة دخول هواء الملقف للفراغ المعماري في الدور الأعلى [7].

7-1-3-الشخشيخة

الشخشيخة هي عبارة عن مُجَسَّم يكون إما على شكل قبة دائرية، أو على رقبة دائرية، أو مضلعة، أو ثمانية، أو سداسية، وتُستخدم الشخشيخة في تغطية القاعات الرئيسية، وتساعد الشخشيخة على توفير الإنارة والتهوية الطبيعية للقاعة التي تعلوها، وكذلك تعمل الشخشيخة مع الملقف على تلطيف درجة حرارة الهواء داخل المبني وتسمح بخروج الهواء الساخن المتصاعد لأعلى، وبالتالي إمكانية

سحب هواء بارد من الخارج بدلا من الهواء الساخن من فتحات سفليةمخصوصة لذلك. كما تساعد الشخشيخة على توفير الإضاءة غير المباشرة العلوية [6، 22].

3-1-8-المُسَطَّحات المائية والنافورات

يعمل وجود المُسَطَّحات المائية في المبني على تقليل درجة حرارة الهواء من 3- 4 درجات مئوية، حيث تُعَدُّ ظاهرة اختلاف درجات الحرارة حول المبني هي التي تُولِّد مناطق الضغط المنخفض والمرتفع، وذلك يؤدي إلى حركة الهواء، فدائماً ما يتحرك الهواء من مناطق الضغط الموجب إلى مناطق الضغط السالب، فعلي سبيل المثال المبني الذي يحتوي على فناء داخلي ينقل الهواء من هذا الفناء إلى جميع غرف المبني، وبهذا يكون الهواء بارداً لوجود إحدى عناصر تقليل درجة الحرارة مثل وجود المُسَطَّحات المائية. حيث تعمل على تقليل الحمل الحراري على المبني، ويفضل أن تكون هذه المُسَطَّحات المائية متعددة المناسيب مثل النافورات لتشتيت وانكسار أشعة الشمس [6].

3-1-9-المشربية

المشربية معالجة معمارية تسمح بدخول الهواء الملطف، وعادة ما تغطي الشبابيك والبلكونات أو الشكمة التي تستعمل للجلوس في الداخل، كما تعمل علىالتخفيف من حدة الأشعة المباشرة وغير المباشرة، فهي مصممة لتعترض ضوء الشمس المباشر [23]. كما تنتهي المشربية من أعلى بمظلة تعمل على منع ضوء الشمس المباشر من الدخول خاصة في الواجهات الشرقية والغربية، بالإضافة إلى أن الاجزاء السفلية منها تساعد على تشتيت الضوء والإقلال من السطوع المبهر الناتج من أشعة الشمس المباشرة والمنعكسة من البيئة المحيطة [5]. وتتمثل القيم البيئية للمشربية في ضبط درجات الحرارة صيفاً وشتاءً، وضبط تدفق الهواء، وضبط رطوبة الهواء، وضبط مرور الضوء [23].

3-1-10- الكاسرات والبروزات

لتظليل الفتحات أهمية كبيرة في التقليل من الاكتساب الحراري، وهناك عدة أنواع من عناصر التظليل منها ثابتة ومتحركة ومنها عناصر إنشائية مثل الشرفات، أو عناصر غير إنشائية مثل كاسرات الشمس. وقد يصل الفارق في درجات الحرارة بين نافذة مظللة وأخرى غير مظللة إلى حوالي 5.5 درجة مئوية [7]. كما تعمل الكاسرات والبروزات على تحريك الهواء نتيجة لتشكليها أماكن فروقات الضغط السالب والموجب مما يؤدي إلى تبريد المناطق الغاطسة بالواجهات[9]. كما تعتبر البروزات من وسائل التظليل والتخفيف من الإشعاع المباشر لأشعة الشمس على أسطح وواجهات المباني [1].

ويمكن حصر أهداف الكاسرات التي تساعد في الراحة الحرارية داخل المباني فيما يلي:

- منع دخول الإشعاع الشمسي في الأوقات التي يكون فيها غير مرغوب، وذلك في فصل الصيف.
- التقليل ما أمكن من استهلاك الطاقة الكهربائية في عمليات التكييف والناتجة عن ارتفاع درجات الحرارة الداخلية في فصل الصيف.
- المساعدة في التحكم بمستوى الانارة النهارية داخل المبني[9].

4- دراسة الحالة التقليدية

يتناول هذا الجزء من البحث دراسة تحليلية لاثنان من المباني التقليدية بالمناطق الحارة الجافة. وهما منطقة الأقصر بصعيد مصر ومنطقة نجد بالمملكة العربية السعودية. بهدف التعرف على التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية المنفذة بهما، وكيفية تحقيقها الراحة الحرارية بالمباني لمواجهه التحديات البيئية، كما تم اختيار عدد ست حالات دراسية من المباني شاهقة الارتفاع، بهدف التعرف على التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية، وكيف تم تطويرها وتوظيفها بتلك المباني لتحقيق الراحة الحرارية بفراغاتها الداخلية لمواجهه التحديات البيئية، وفيما يلي تناول حالات الدراسة بالتحليل لكل حالة:

4-1- قرية القرنة-الأقصر- مصر

تقع قرية القرنة بالبر الغربي بمدينة الأقصر بصعيد مصر.

4-1-1- طرق تحقيق الراحة الحرارية داخل مباني القرية

تم تحقيق الراحة الحرارية بمباني القرية من خلال المستويات التالية:

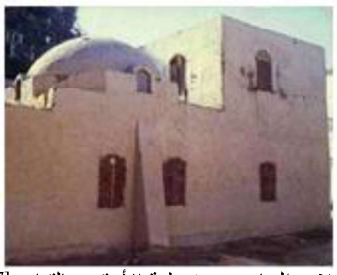
4-1-2-1- مستوي التصميم المعماري

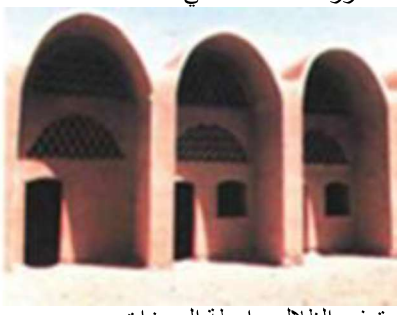
- المباني مصممه بشكل يجعلها مكيفة الهواء حيث تم توجيه عناصر المعيشة للداخل على الفناء الداخلي، والفتحات المتقابلة الضيقة والفتحات المطلة على الخارج في اتجاه الرياح السائدة قدر الإمكان [24].
- **تشكيل كتلة المباني:** روعي فيها التدرج في الارتفاع وان تكون منخفضة، وتأخذ شكل المستطيل أو المربع.
- **الغلاف الخارجي:** تم تغطية الأسقف بالقباب والأقبية. وتم استخدام الفتحات المحدودة والضيقة في أعلى الحوائط في اتجاه الرياح السائدة، والفتحات الخارجية قليلة وصغيرة.

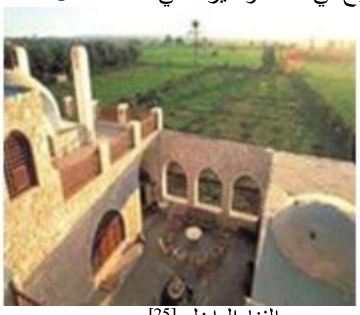
- **استخدام معالجات معمارية:** تم التعامل مع المناخ الحار من خلال استخدام المعالجات المختلفة، مثل الأفنية الداخلية والمشربيات. وتم الاستفادة من الإشعاع الشمسي العالي بالموقع بتوفير الإضاءة الطبيعية بالمساكن. والفناء السماوي بمثابة بئر يتراكم فيه الهواء الأبرد الآتي من السطح، شكل (9) [7].

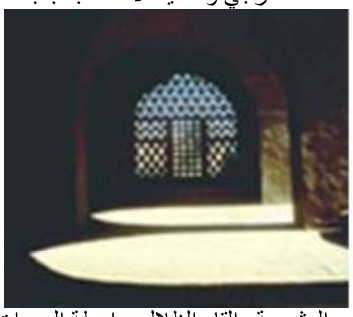
زراعة الفناء الداخلي [25]

التدرج في الكتلة وتأثيرها في القاء الظلال [7]


الغلاف الخارجي وتغطية الأسقف بالقباب [7]


توفير الظلال بواسطة البروزات وأسلحةبالحوائط[5]


الفناءالداخلي[25]


المشربية والقاء الظلال بواسطة الممرات المسقوفة [25]

شكل (9): يوضح نماذج من بيوت قرية القرنة توضح مواد البناء والتشطيب وتشكيل الكتلة والفناء والفتحات الضيقة والمشربية.

4-2- عمارة نجد - المملكة العربية السعودية

منطقة نجد هي المنطقة الوسطى في المملكة العربية السعودية[3]. وهي واحدة من أقاليم شبه الجزيرة العربية التاريخية، وتقع في هضبة وسط شبه الجزيرة تُعرف باسم نجد، وتشكّل في الوقت الحاضر أغلب منطقة الرياض، والقصيم، وحائل، بالإضافة إلى الأجزاء الشرقية لمنطقة مكة المكرمة، وكذلك مناطق نجد الشمالية، ومنطقة الحدود الشمالية، ومنطقة الجوف الموجودة ضمن المملكة العربية السعودية[26].

4-2-1-طرق تحقيق الراحة الحرارية بعمارة نجد التقليدية

تم تحقيق الراحة الحرارية بمباني عمارة نجد من خلال المستويات التالية:

4-2-1-1- مستوي التصميم المعماري

روعي في تصميم المباني توفيرها للتهوية الطبيعية. وأن تستفيد بطرزها المعمارية من نسمات الليل [3،27]. وتم توفير الراحة الحرارية من خلال ما يلي:

- تميزت المباني بالتصميم المضغوط، حيث تم بناءها بجدران جانبية مشتركة (غالبا من ثلاث جهات)، لذا فهي تظلل بعضها البعض لتقليل اكتساب الحرارة الشمسية والتوهج.
- الفتحات بالجدران الخارجية قليله، قدر الإمكان [28]. وضيقة وفي اتجاه الرياح السائد بالمنطقة للسماح بالإضاءة والتهوية الطبيعية، ومع عمل فتحات متقابلة مطلة على الفناء للسماح بعمل تيارت هوائية [29].

استخدام معالجات معمارية: بنيت المباني في نجد القديمة على ان تكون الغرف مرتبة حول ساحة الفناء الداخلي (التوجيه للداخل) ذي الأعمدة. وتحتوي على نوافذ صغيرة. والطراز المعماري في نجد هو التقسيم الثلاثي، بحيث يراعي أن يتوافر في البيت التقليدي قسم للرجال وآخر للعائلة وثالث للخدمات. وفي فراغ الديوانية يوجد الكشاف أو السماوية، وهي فتحة في السقف مهمتها سحب الدخان الناجم من احتراق الحطب. أما قسم العائلة فيضم الأروقة والفناء ويحقق أهدافاً مناخية وبيئية، حيث يمثل طوال الليل وجزء من النهار خزاناً للهواء البارد، وسط محيط من الهواء الجاف نظراً لتصميمه الفريد، ويوفر بيئة صحية نظيفة لسماحه بدخول أشعة الشمس الى عمق المسكن، شكل (10)[3].

نموذج لبيت على طراز العمارة النجدية يظهر به الفناء الداخلي [3]

التدرج في الكتلة وتأثيرها في القاء الظلال على بعضها البعض [30]

البيت النجدي من الداخل والاضاءة العلوية وسمك الحوائط[3]

الممرات المسقوفة حول الفناء والقائها الظلال [33]

أحد نماذج العمارة النجدية قصر المصمك بالرياض [16].

أحد نماذج العمارة النجدية بيت البسام في عنيزة [16].

شكل (10): يوضح نماذج من العمارة النجدية ومواد البناء وتشكيل الكتلة والفناء الداخلي والفتحات الضيقة.

5- دراسة حالات مباني شاهقة الارتفاع

يتناول الجزء التالي من البحث دراسة تحليلية لست حالات دراسية، من حيث دور التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية المنفذة بالمسقط الأفقي أو القطاع الرأسي أو أغلفتها الخارجية. وتحليل كل منها من حيث طريقة توظيفها بالمبني، ومدي تأثيرها في توفير بيئة مبنية تتسم بالراحة الحرارية المناسبة للمستخدمين. ولقد روعي عند اختيار حالات الدراسة أن تختلف في الشكل الخارجي والحجم ومادة إكساء الأغلفة الخارجية والمساقط الأفقية والتقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية المستخدمة بكل حالة دراسية عن الأخرى، حتى نتمكن من التعرف علي أكبر قدر من المعالجات البيئية الحديثة بالمباني شاهقة الارتفاع.

5-1- دراسة حالة برج خليفة

برج خليفة يقع في وسط مدينة دبي بدولة الإمارات العربية المتحدة، ويبلغ ارتفاعه828 متر [31،7].

5-1-1- طرق تحقيق الراحة الحرارية داخل المبني

تم تحقيق الراحة الحرارية بالمبني من خلال المستويات التالية.

5-1-2- مستوي التصميم المعماري:

- **تشكيل كتلة المبني:** تم تصميم المبني على شكل حرف Y حيث يعد من الأشكال المناسبة لتوفير أكبر قدر ممكن من الإضاءة والتهوية الطبيعية لمعظم فراغات المبني الداخلية.

- **<u>استخدام معالجات معمارية</u>**

- تم استخدام فلسفة الكاسرات الشمسية التقليدية في البرج، ولكن تم تطويها باستخدام الكاسرات المدمجة بين طبقات الزجاج، وذلك لحماية المبني من الإشعاع الشمسي، حيث يوجد نظام من حساسات الطقس موجودة على الغلاف الخارجي للمبني، بهدف مراقبة درجة الحرارة وسرعة الرياح ومستوى أشعة الشمس، ويتم التحكم في الحساسات بواسطة الحاسب الآلي، للتحكم في فتح وغلق الكاسرات الموجودة بين طبقتي الزجاج أغلفة المبني طبقا للظروف الجوية المحيطة بالمبني، شكل (11). مما يسمح بدخول أشعة الشمس أو منعها على حسب درجة الحرارة والإضاءة المطلوبة بداخل فراغات المبني. لتؤمن المناخ الداخلي المناسب لمستخدمي المبني [7].
- محاكاة أبراج التبريد هناك فراغ رأسي بكامل ارتفاع البرج ومفتوح من أعلي البرج، ومن خلال ذلك تم عمل نظام لتكييف الهواء يعتمد على العوامل الطبيعية والدمج مع نظام التبريد أو التهوية التقليدي، حيث يقوم هذا النظام بإمساك الهواء البارد بالأعلى وضخه إلى الأدوار السفلية، حيث أن الهواء في الأدوار العليا بالمبني أبرد بـ 8 درجات مئوية عن درجة الحرارة في منسوب الأرض [7].
- تم عمل دراسة تأثير ظاهرة المدخنة (Chimney Effect) على المبنى (حيث تحدث هذه الظاهرة في كل المباني التي يكون لها درجات حرارة داخلية مختلفة عن المناخ الخارجي، و لكنها تظهر بصورة أكبر في المباني المرتفعة حيث يوجد اختلاف في الضغط أكثر من المباني المنخفضة، و تكون كثافة الهواء البارد داخل المبنى أعلى من الهواء بالخارج مما يجعله يتجه للأسفل و يخرج من أي فتحة في أسفل المبنى) ، حيث تم تصميم المبنى بحيث يستفيد من هذه الظاهرة في تحسين جودة الهواء الداخلي ، و محاولة التقليل من أثر هذه الظاهرة، مما يجعل الهواء الساخن يرتفع إلي أعلي داخل الفراغ الموجود بين أغلفة المبني، مصاحبا معه درجة الحرارة العالية المحيطة بالغلاف الزجاجي المحدد لفراغات المبني الداخلية، تاركا المجال للهواء الأقل منه في درجة الحرارة للدخول إلى الفراغ بين أغلفة المبني، وبالتالي تلطيف وترطيب درجة حرارة الغلاف الداخلي. مما يساعد على خلق فراغات داخلية بالمبني أكثر راحة[31]. وشكل (11) يوضح طريقة الاستفادة من الهواء البارد في الأدوار العليا بالمبني للتبريد.
- يتكون البرج من جدار ستائري من الزجاج العاكس مزدوج الطبقات ويحاط بإطار من الألومنيوم والفولاذ المقاوم للصدأ عبارة عن أسلحة رأسية، شكل (11). والتي تعمل ككاسرات راسية شمسية تقلل من اكتساب الغلاف الزجاجي لحرارة الشمس، مع السماح بدخول ضوء النهار. وبالتالي تلطيف درجة حرارة الفراغات الداخلية، والحصول إلى راحة حرارية مناسبة بفراغات المبني الداخلية.
وجود حمامات سباحة بأدوار مختلفة بالبرج يعلوها مظلة مفرغة، وظيفتها كسر أشعة الشمس المباشرة من الوصول لحمام السباحة والمساحة المحيطة به وإلقاء الظلال عليهما [7].

شكل (11): يوضح منظر عام لبرج خليفة وبعض تفاصيل المعالجات [31،7].

5-1-3-مستوي تنفيذ وتشطيب المبني

مواد البناء وألوانها: الغلاف الخارجي للمبني مصنوع من الألمنيوم العاكس والزجاج العاكس. ويقاوم هذا التصميم درجات الحرارة القصوى والأشعة الشمسية بشكل أفضل خلال أشهر الصيف، وبالتالي تقليل اشعة الشمس المتسربة داخل المبني للحصول على راحة حرارية أفضل [31، 7].

5-2- دراسة حالة برج ايكومينارا ميسيناجا - The Eco- Menara Mesiniaga

يقع المبنى فى Subang Jaya على طريق رئيسي سريع يؤدي لمطار كوالالمبور. قرب كوالالمبور بماليزيا، والمنطقة الكائن بها ذات مناخ استوائي حار، تتفاوت فيه درجة حرارة الليل والنهار قليلا، كما أن الحرارة والرطوبة متماثلة تقريبا على مدار العام. [33،32]. ويتكون المبني من 15 طابقا.

5-2-1-طرق تحقيق الراحة الحرارية داخل المبني

تم تحقيق الراحة الحرارية بالمبني من خلال المستويات التالية:

5-2-2-مستوي التصميم المعماري

تم تصميم المسقط الأفقي للمبنى عل شكل دائرة لتحقيق انسيابيه حركة الهواء حول المبني. وتم وضع الخدمات الرئيسية للمبني بالواجهة الشرقية الحارة المعرضة للشمس، لتوفير الحماية للفراغات الداخلية من أشعة الشمس، بالإضافة للسماح بالإضاءة والتهوية الطبيعة للسلالم والمصاعد ودورات المياه والممرات. وتعتمد المساحات المكتبية بعشرة أدوار في تصميمها بشكل أساسي على الإضاءة الطبيعية معظم ساعات النهار، وتم توفير مسطحات خضراء رأسية داخل المبني، شكل (12) [34، 35].

5-2-3- -تشكيل كتلة المباني

الشكل العام للمبني أسطواني، وتم عمل تجويفات بالكتلة لإلقاء الظلال على التراسات والأفنية المعلقة بداخل التجويفات التي تلتف بشكل حلزوني حول الواجهات لتوفير التهوية والإضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية[35].

5-2-4-السقف

تعتمد فلسفة تصميم المبني على وجود مسطحات خضراء بالسطح تتصل بالحدائق اللولبية بداخل المبني، شكل (12) لوصل المبني بالأرض، والعمل على تبريد سطح المبني. كما يوجد حمام سباحة بالسطح يعلوه مظلة مفرغة ، وظيفتها كسر أشعة الشمس المباشرة من الوصول لحمام السباحة والسقف والقاء الظلال عليهما [33] .

5-2-5-النوافذ

النوافذ على الجانبين الجنوب الغربي والشمال الغربي من الواجهات روعي فيها أن تكون مظللة[34].بتزويدها بكاسرات شمسيه من الألمونيوم تبعد 40 سم عن واجهة المبنى الرئيسية، وجدران ستائرية زجاجية على باقي واجهات المبني [35]،[36]. والتراسات والنوافذ المطلة على الأفنية المعلقة تلتف حول واجهات المبني بشكل لولبي لتوفير التهوية الطبيعية بفراغات المبني الداخلية [37].

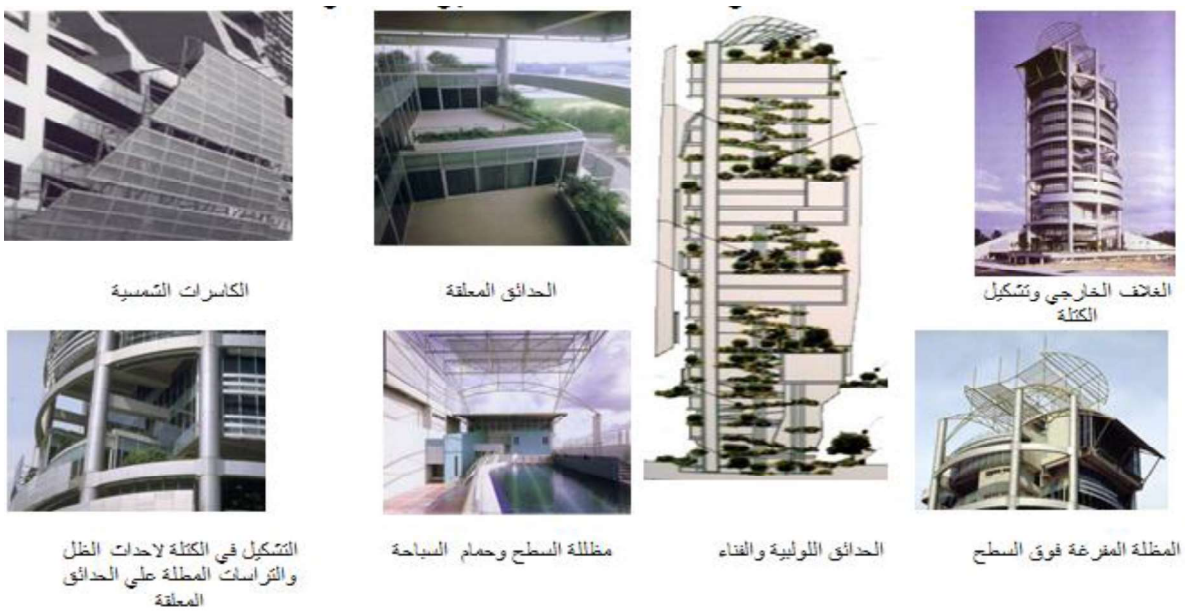
استخدام معالجات معمارية:

تم استخدام العديد من المعالجات المناخية في تصميم المبنى منها:

- شكل المبني عبارة عن اسطوانة بها تفريغات بالكتلة لأحداث ظلال على المسطحات الغاطسة بكتلة المبني، وعمل تخلخلات هوائية بالأجزاء الغاطسة مما يعمل على تلطيف الفراغات المطلة عليها.
- استخدام الكاسرات في المبنى لحماية الفراغات الداخلية من أشعة الشمس المباشرة[35].
- الغلاف الخارجي للمبني مكون من حوائط ستائرية زجاجية مزدوجة، قابلة للفتح بالواجهة الشمالية والجنوبية عندما يسمح الطقس بذلك، بهدف تحسين الإضاءة داخل المبنى.
- يشتمل المبني على مسطحات خضراء تتمثل في تشجير لولبي يرتفع على واجهة المبنى، وتشجير مائل في الأدوار السفلية، للعمل على تلطيف درجة حرارة الفراغات الداخلية بالمبني، بالإضافة إلى مسطحات خضراء في الأدوار السفلية [32،37].

5-2-3- مستوي تنفيذ وتشطيب المبني

المواد المستخدمة في تكوين وتشطيب الغلاف الخارجي للمبني من الألمنيوم والزجاج من الألوان الفاتحة، لعكس اشعة الشمس المباشرة والمنعكسة من البيئة المحيط. مما كان له دور كبير في تقليل اشعة الشمس المتسربة إلي داخل المبني [38].



شكل (12): يوضح منظر عام لبرج The Eco- MenaraMesiniaga والحدائق السماوية ومظلة السطح [38، 34، 39].

5-3- ادراسة حالة أبراج فندق هلتون مكة المكرمة

يقع فندق أبراج هيلتون مكة في شارع إبراهيم الخليل، ويطل على الحرم المكي، مكة المكرمة.

5-3-1- طرق تحقيق الراحة الحرارية داخل المبني

تم تحقيق الراحة الحرارية بالمبني من خلال المستويات التالية.

5-3-1- 1- مستوي التصميم المعماري

- **تشكيل كتلة المباني:** روعي في التشكيل المعماري للكتلة التدرج في الارتفاع والتوجيه، مما حقق نسبة مقبولة من تظليل الواجهات على بعضها البعض، وعلى المدخل الرئيسي والأدوار السفلية من البرج.
- **الغلاف الخارجي:** تم استخدام الفتحات الضيقة في الحوائط، والفتحات الخارجية قليلة مقارنته بالفنادق المحيطة.

5-3-1- 2- استخدام معالجات معمارية:

المشربية: ساعد تصميم وطريقة تثبيت المشربية في القاء الظلال على الفتحات المركبة بها، وعمل دوامات هوائية خلف المشربية، ودخول كميات كبيرة من الضوء غير المباشر إلي داخل الفراغات صيفا، شكل (13). مع منع الإشعاع الشمسي المباشر المصحوب بدرجات حرارة العالية من الدخول إلى فراغات المبني الداخلية. وبالتالي قدمت المشربية إنارة ذات كفاءة عالية دون زيادة في درجات الحرارة في داخل الفراغات بالمبني، مما ساعد على تلطيف البيئة الداخلية للمبنى صيفا. كما سمح تصميم فتحات المشربية لأشعة الشمس بالدخول للفراغات بفصل الشتاء، حيث تم تصميم هذه الفتحات والأخذ بعين الاعتبار زوايا سقوط الشمس شتاءً، وبالتالي تدفئة الفراغات المركب بها المشربية [40].كما تعمل النافورات والتشجير بالفناء على تلطيف الأجواء بالفراغات المحيطة.

منظر عام للمبني يبين تشكيل الكتلة وتأثيرها في القاء الظلال فراغات داخلية من المبني وتأثير المشربيات في التظليل والاضاءة الداخلية

شكل (13): يوضح منظر عام وتأثير المشربية بالفراغات الداخلية بأبراج فندق هلتون مكة المكرمة

5-3-1- 3- مواد البناء ومستوي التنفيذ وتشطيب المبني

الحوائط الخارجية للمبني من الطوب الاسمنتي، تم تكسيتها برخام الترافنتينو والمعروف بلونة البيج الفاتح، وبوجود مسام متباينة في المساحة السطحية، بالإضافة إلى سعته الحرارية العالية. ولقد تم تثبيت الرخام بالطريقة الميكانيكية وترك فراغ هوائي بين الرخام والحائط المكون للمبني. وبالتالي عمل هذا النظام بمثابة حوائط مزدوجة سمحت بمرور الهواء بين الرخام والحائط المكون للمبني، مما عمل على تقليل الحمل الحراري النافذ إلى داخل الفراغات الداخلية بالمبني، كما عمل لون الرخام الفاتح على عكس أشعة الشمس المباشرة والغير مباشرة الساقطة على واجهات المبني، وبالتالي الحد من دخول الحرارة الناتجة عن الحمل الحراري للهواء الساخن المحيط بالمبني [18، 15].

5-4- دراسة حالة برج O-14

يقع برج O-14 على طول امتداد خور دبي، الإمارات العربية المتحدة في الخليج التجاري في دبي. قام بتصميمه المعماري Jesse Resiser بالاشتراك مع المعمارية NanokoUmemoto من شركة RUR، ويتكون البرج من 22 طابقًا ويبلغ ارتفاع 106 م، وعبارة عن مبنى إداري. تم البدء في بناءه في 2007. وانتهت أعمال البناء في عام 2010، ولقد حصد تصميم البرج ثلاث جوائز عالمية أبرزها كأفضل تصميم معماري من المجلس الهندسي الأميركي، والجائزة الفضية من جوائز امبريور سكاي سكرابر [41،43،42]. وجائزة أفضل مبنى شاهق في الشرق الأوسط وأفريقيا عام 2010 [44].

5-4-1-طرق تحقيق الراحة الحرارية داخل المبني

تم تحقيق الراحة الحرارية بالمبني من خلال المستويات التالية.

5-4-1-1- مستوي التصميم المعماري:

الشكل المعماري للمسقط شكل انسيابي أو حر، ووجود فراغ بين أغلفة المبني الغلاف الزجاجي والغلاف الخرساني الخارجي المثقب، الذي يزيد به عدد الثقوب عن 1326ثقب، سمح بتغلغل الهواء البارد حول خمسة وسبعون بالمئة من الغلاف الزجاجي المكون للمبني، والعمل على طرد الهواء الساخن المحيط به وتلطيفه [الباحث].

- **تشكيل كتلة المبني**

شكل المسقط الافقي يأخذ شكل النجمة أو المستطيل المنبعج، مما نتج عنة ثمانية أضلاع للبرج في المسقط وثمانية واجهات في الشكل الخارجي، كل واجهه من واجهات البرج (مع دوران الشمس على مدار اليوم) تلقي الظلال على الواجهة الأخرى، وتساعد في حجب أشعة الشمس المباشرة عن والواجهة الأخرى، بالإضافة إلى أن تشكيل الكتلة عمل على خلق دوامات هوائية على طول الغلاف الخارجي الخرساني، وبالتالي تجديد الهواء حول الغلاف الزجاجي [الباحث].

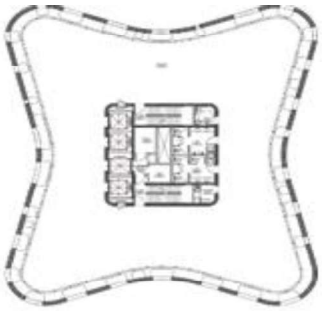
- **الغلاف الخارجي**

الغلاف الخارجي للمبني مكون من واجهة خرسانية هيكلية، بسُمك 16 بوصة.ومزودة بالثقوب علي كامل المحيط الخارجي للغلاف الخرساني، شكل (14)[42،45]. بالإضافة إلى فتحاتها الدائرية الكبيرة التي تشبه الدانتيل أو المشربية[45]. ويلي الغلاف الخارجي غلاف أخرمن الزجاج العاكس. والذي يقوم بعكس قدر كبير من أشعة الشمس المارة من الغلاف الخرساني، ومنعها من الدخول إلى الفراغات الداخلية بالمبنى، بهدف الحفاظ على الطاقة الداخلية بالمبنى[36].

- **استخدام معالجات معمارية**

- لا يعمل تصميم الغلاف الخارجي الفريد للبرج كهيكل أساسي فقط، ولكن كواقي من الشمس، وبالتالي العمل على الحد من الاكتساب الحراري. بالإضافة إلى العمل كشاشات شمسية تحمي الحائط الستائري الزجاجي من أشعة الشمس الصحراوية القاسية، مع توفير مستويات مناسبة من دخول ضوء النهار والهواء الطبيعي في المساحة ما بين الغلاف الخرساني والغلاف الزجاجي، مع إلقاء الظلال على الغلاف الزجاجي مما يعمل على تلطيف الأجواء الداخلية بالبرج والراحة الحرارية المناسبة للمستخدمين [32، 38].
- المسافة التي تبلغ مترًا بين الغلاف الخرساني المثقب والغلاف الزجاجي للمبنى تعمل كفناء داخلي، وتؤدي إلى ظهور تأثير ما يسمى بتأثير المدخنة، وكما سبق توضيحه بحالة دراسة برج خليفة فهمي تسمح للهواء الساخن أن يرتفع إلي أعلي، وتغلغل الهواء البارد بدلا منه بين الاغلفة، ليبرد سطح الغلاف الزجاجي خلف الغلاف المثقب. وتساهم هذه التقنية الشمسية السلبية بشكل أساسي في الراحة الحرارية بداخل فراغات المبني [45،46].

منظر عام للبرج شكل الظلال داخل الفراغات والمسافة بين الغلافين



مسقط أفقي شكل الظلال داخل الفراغات والمسافة بين الغلافين

شكل (14): يوضح منظر عام لبرج O-14 وشكل الغلاف الخارجي الخرساني والظل داخل الفراغات والفناء بين الغلافين [32،38].

5-5- دراسة حالة برج الدوحة

يقع برج الدوحة على طريق الكورنيش في وسط مدينة الدوحة، قطر [47]. صممه المعماري الفرنسي Jean Nouvel، ويتكون البرج من46 طابقًا، وارتفاعه يبلغ 238 م. ويجمع البرج ما بين النشاط التجاري والإداري، تم البدء في البناء به في عام 2004 واكتمل في عام 2012. وفي نفس العام حصل على جائزة ناطحة السحاب CTBUH لأفضل مبنى عالي في جميع أنحاء العالم [41].

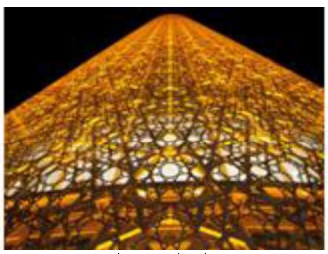
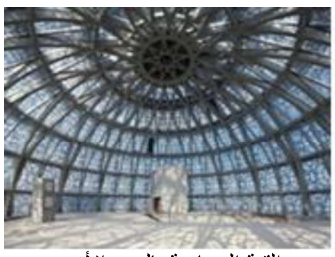
5-5-1- مستوي التصميم المعماري

- **تشكيل كتلة المباني:**

تم تصميم المبني على شكل أسطوانة بهدف توفير أكبر قدر ممكن من ضوء النهار بفراغات المبني الداخلية [41]. كما أن الشكل الأسطواني الضخم المستدير هو تعبير عن الثقافة المحلية، حيث يربط بين الحديث للغاية والتصاميم الإسلامية القديمة باستدعاء المشربية، وهي شائعة في المنطقة، كما ساعد الشكل المصمم في تغطية السقف بالقبة [47].

- **الغلاف الخارجي**

يتكون الغلاف الخارجي لبرج الدوحة من طبقة رقيقة من شرائح الألومنيوم، بكثافات وفتحات مختلفة مركبة على طول واجهة المبنى، وتكون شكلًا هندسيًا واحدًا بحيث تشبه الدانتيل أو المشربية التقليدية، شكل (15). ولقد أدي استخدام هذه المعالجة إلى إنتاج التأثير التي تقوم به المشربية التقليدية، من كسر أشعة الشمس وتقليل تسربها داخل فراغات المبني الداخلية، وتقليل الوهج الشمسي واكتساب الحرارة وتعزيز التبريد الطبيعي خلال أشهر الصيف الحارة في البيئة الصحراوية الواقع بها المبني[47]. ويلي الغلاف الخارجي المصنوع من الألومنيوم غلاف أخر من الزجاج العاكس، بهدف عكس أكبر قدر ممكن من أشعة الشمس المارة من الغلاف الأول، ومنعها من الدخول إلى فراغات المبنى الداخلية، بهدف الحافظ على الطاقة اللازمة للمبنى[48].

منظر عام للبرج شكل الغلاف ليلا القبة السماوية بالدور الأخير

شكل الغلاف الخارجي وتأثيره في إلقاء الظلال بالمسافة الفراغ بين أغلفة المبني وتأثير ذلك على الفراغات الداخلية

شكل (15): يوضح منظر عام لبرج الدوحة وشكل الغلاف الخارجي والمسافة الفراغ بين أغلفة المبني [47].

- **استخدام معالجات معمارية**

اعتمد المبنى على التشكيل الضوئي والتظليل لتأكيد الشكل العام للمبنى من الداخل والخارج، مع استخدام زجاج معالج ذو طبقة عاكسة من الخارج، والتي توضح قيمة التشكيل الهندسي للألومنيوم المشكل بزخارف هندسية لتعطي عملا فنيا معماريا رائعا. ولقد تم ترك مساحة مترين بين الغلاف الأول المكون من الألومنيوم والغلاف الثاني المكون من الزجاجي، شكل (19)، لتكون بمثابة فناء سالب ينتج عنه تأثير ظاهرة المدخنة (تم توضحها بالتفصيل في دراسة حالة برج خليفة) [48].كما يعمل الغلاف الأول المكون من شرائح الألومنيوم على حجب تأثير أشعة الشمس المباشرة الشديدة، وبالتالي تلطيف وترطيب درجة حرارة الغلاف الزجاجي الكائن خلف الغلاف الأول، وبالتالي تلطيف درجة حرارة الأجواء الداخلية لفراغات المبني، والحصول إلى راحة حرارية مناسبة طوال ساعات النهار رغم الأجواء الحارة جدا المحيطة بالمبني[49،50].

5-6- أبراج البحر

تقع أبراج البحر في إمارة أبو ظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة، في شارع الشيخ خليفة بن زايد، قام بتصميمها شركة إيداس، وتم الانتهاء من بناءها في عام 2012 م ويبلغ ارتفاعها 145 متراً. ولقد حصل على جائزة إمبوريس لناطحات السحاب في عام 2012 م، باعتباره ثاني أطول ناطحة سحاب في الإمارات [51].

5-6-1- مستوي التصميم المعماري

- **تشكيل كتلة المباني:**

الشكل العام للمسقط الافقي للمبني الواحد عبارة عن دائرة، مما ساعد المصمم علي تغطية المبني من الخارج بالألياف الزجاجية، للتحكم في الاشعاع الشمسي وسهولة حركتها حول الإطار الخارجي [52].

الغلاف الخارجي:

يتكون الغلاف الخارجي للمبني من اثنين من الأغلفة، الغلاف الأول من الخارج صمم بستار ديناميكي حساس للشمس، وقد تم وضعه على بعد مترين من الغلاف الثاني خارج المبنى بشكل شبه مستقل، ويحتوي على عدد كبير من المثلثات التي تم تغليفها بالألياف الزجاجية، شكل (16). وتم برمجتها للاستجابة لحركة الشمس والإضاءة المثلى كوسيلة للحد من اكتساب الطاقة الشمسية وحرارتها ووهجها داخل المبنى، ومع بداية الشروق تغلق الستائر من الجهة الشرقية، وبسبب أجهزة الاستشعار المركبة على السطح الخارجي للمبني، تتغير نسبة فتح وغلق الشاشات على مدار النهار نتيجة لحركة الشمس على محيط المبنى، وفي المساء، تطوي جميع الشاشات. أما الغلاف الثاني فهو عبارة عن زجاج عاكس لخفض احتباس الحرارة وعكس أكبر قدر ممكن من أشعة الشمس الساقطة عليه، ومنعها من الدخول إلى فراغات المبنى الداخلية، واستخدام نظام التظليل الذكي المتحرك في واجهات المبني يؤمن خفض للحرارة المكتسبة بمقدار يصل لـ 55%عن مثيلتها من المباني التقليدية التي لها نفس الحجم والمسطحات الخارجية [53، 50]. كما يعمل هذا الغلاف الذكي علي تحسين الإضاءة في الأماكن المغلقة، ويزيد من راحة المستخدمين، ويوفر1750 طن سنويا من انبعاثاتثاني أكسيد الكربون [54].

- **استخدام معالجات معمارية:**

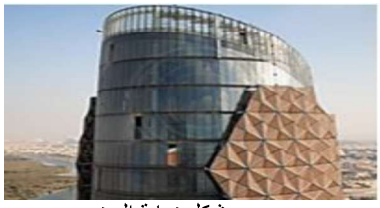
المشربية او الكاسرات الذكية المكونة للغلاف الأول للمبني صممت بشكل يتفاعل مع أشعة الشمس، فهي تضم أكثر من 2000مظلة تفتح وتغلق تلقائيا حسب شدة أشعة الشمس [51]. لتلقي بدورها الظلال على الغلاف الثانيللمبني، كما ساعد ترك مسافة مترينبين أغلفة المبني في حدوث ظاهرة تأثير المدخنة. والتي ساعدت في تجديد الهواء الساخن المحصور بين الغلافين بهواء رطب، وبالتالي تلطيف درجة حراراه الغلاف الزجاجي المكون للمبني، والتقليل من الحاجة إلى الطاقة في تبريد وتكييف الفراغات الداخلية بالمبني [52]. وهذه المشربية الذكية، تخفض نسبة الأشعة الشمسية التي تدخل المبنى إلى النصف. إضافة إلى ذلك فإن قدرة المظلات على توفير الظل للمبنى دفع المصمم للاستغناء عن الزجاج الداكن الذي يحجب الضوء الخارجي وتوفير الإضاءة الطبيعية طوال ساعات النهار [53].

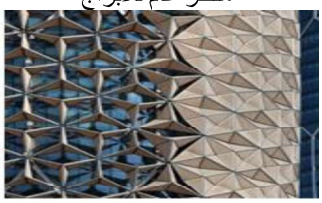
5-6-2- مستوي تنفيذ وتشطيب المبني

مواد البناء: يتكون السطح الخارجي للمبني المتمثل في المظلة الشبكية من الألياف الزجاجية بإطار من الألومنيوم، والغلاف الثاني للمبني مكون من الزجاج المعالج ذو الطبقة العاكسة من الخارج الحوائطالستائرية، وتصل المساحة الاجمالية للمظلات الآلية للبرج الواحد 35000م 2، والتي تمت برمجتها لتستجيب لحركة الشمس، وذلك كوسيلة للحد من اكتساب الطاقة الشمسية والوهج [52].

منظر عام للابراج

شكل الغلاف الخارجي وهو تام الاغلاق


شكل نهاية المبني


شكل الغلاف الخارجي وجزء منه مفتوح والباقي مغلق

تاثير الغلاف الخارجي في القاء الظلال بالفراغات الداخلية

شكل (16): يوضح منظر عام لأبراج البحر وشكل الغلاف الخارجي وشكل المشربية اثناء الفتح والغلق وتأثيرها في القاء الظلال [52،53،54،55].

6. المناقشة

من خلال استقراء مفهوم العمارة التقليدية، والتعرف على التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية بالعمارة التقليدية، ودورها في الحصول على راحة حرارية مناسبة بالمباني، اتضح أن الراحة الحرارية من أهم المتطلبات التي يجب توفيرها بالمباني حتى نستطيع التعايش بها، لما لها من تأثيرات سيكولوجيه وفسيولوجية على المستخدمين. ومن الدراسة المقارنة لحالات الدراسة نجد أن العمارة التقليدية والعمارة الحديثة، نجحتا في توفير بيئة مبنية تتسم بالراحة الحرارية من خلال نجاح العمارة الحديثة في تطوير المعالجات التصميمية البيئية التقليدية، والتي نتج عنها تلطيف بيئة الفراغات الداخلية بحالات الدراسة. وجدول رقم (1) يوضح مقارنة بين حالات الدراسة من حيث استخدام المعالجات التصميمية البيئية التقليدية بمستويات تحقيق الراحة الحرارية في المباني التي تم مناقشتها بالجزء النظري بالبحث.

جدول رقم (1): التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية في حالات الدراسة

مستويات تحقيق الراحة الحرارية بالمباني	التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية التقليدية		مباني حالات الدراسة							
			عمارة تقليدية		مباني شاهقة الارتفاع					
			القرنة	نجد	برج خليفة	برج ايكو ميناراميسيناجا	أبراج هلتون مكة المكرمة	برج O-14	برج الدوحة	أبراج البحر
التصميم المعماري	تشكيل الكتلة		√	√	√	√	√	√	√	√
	توجيه المبني		√	√		√				
	الغلاف الخارجي	الأسقف	√	√		√			√	√
		الحوائط	√	√	√	√	√	√	√	√
		الفتحات	√	√		√	√			
	عناصر معمارية	الأفنية الداخلية	√	√		√	√			
		الحدائق بالأفنية	√	√		√	√			
		الملاقف وابراج التبريد			√					
		المسطحات المائية والنافورات			√	√	√			
		المشربية	√				√	√	√	√
		الكاسرات			√	√	√			
		البروزات	√	√		√				
		التظليل	√	√	√	√	√	√	√	√
		حدائق السطح والحدائق المعلقة				√				
		الحدائق السماوية				√				
تنفيذ وتشطيب المبني			√	√	√	√	√	√	√	√

وجدول رقم (2) يوضح المعالجات التقليدية التي رصدها البحث بحالات الدراسة، وكيفية تطويرها للاستخدام بالمباني شاهقة الارتفاع، والاستفادة منها في توفير الراحة الحرارية المناسبة للمستخدمين.

جدول رقم (2): المعالجات التقليدية وكيفية تطويرها للاستخدام بالمباني شاهقة الارتفاع بحالات الدراسة.

المعالجات التقليدية الموجودة بحالات الدراسة	حالة الدراسة	كيفية تطوير المعالجات التقليدية للاستخدام بحالة الدراسة	كيفية الاستفادة من المعالجات بحالات الدراسة في توفير الراحة الحرارية المناسبة للمستخدمين
أبراج التبريد	برج خليفة	عبارة عن فراغ رأسي بكامل ارتفاع البرج ومفتوح من الأعلى لدخول الهواء البارد ويوجد فتحات بمناسيب مختلفة لخروج الهواء الساخن.	يقوم هذا النظام بإمساك الهواء البارد بالأعلى وضخه إلى الأدوار السفلية، حيث يكون الهواء في الأدوار العليا من المبني أبرد بـ 8 درجات مئوية عن درجة الحرارة في منسوب الأرض.
الكاسرات	برج خليفة	استخدام كاسرات مدمجة بين طبقات الزجاج المغلفة للمبني، مع نظام حساسات للطقس على الغلاف الخارجي للمبني، لمراقبة درجة الحرارة وسرعة الرياح وأشعة الشمس، ويتم التحكم فيها بواسطة الحاسب الآلي، للتحكم في فتح وغلق الكاسرات طبقا للظروف الجوية المحيطة بالمبني.	• الحماية من أشعة الشمس والتقليل من دخولها إلى فراغات المبني حسب درجة الحرارة والإضاءة الداخلية بفراغات المبني. • توفير الظلال داخل المبني بدون إغلاق كامل للنوافذ، وبالتالي تلطيف درجة حرارة الفراغات الداخلية بالمبني مع توفير الإضاءة الطبيعية.
		الغلاف الخارجي الزجاجي للمبني محاط بإطار معدني عبارة عن أسلحة رأسية معدنية تعمل ككاسرات شمسية.	• كسر أشعة الشمس المباشرة من الوصول إلى الغلاف الخارجي للمبني والقاء الظل عليه. • التقليل من اكتساب الغلاف الزجاجي لحرارة الشمس. • تلطيف أجواء الفراغات الداخلية بالمبني.
	برج ايكو ميناراميسينا جا	كاسرات شمسيه من الألمونيوم تبعد 40 سم عن واجهة المبنى الرئيسية.	• كسر أشعة الشمس المباشرة من الوصول للنوافذ والفراغات الداخلية بالمبني. • القاء الظلال على الغلاف الزجاجي المكون للمبني. • التقليل من اكتساب الغلاف الزجاجي لحرارة الشمس. • تلطيف أجواء الفراغات الداخلية بالمبني.
المسطحات المائية	برج خليفة	حمامات سباحة بأدوار مختلفة مطلة على الشارع.	عملت المسطحات المائية بحالات الدراسة برج خليفة وأبراج هلتون مكة وبرج إيكو ميناراميسيناجا على تخفيض درجة حرارة الهواء بالفراغات المحيطة بها، نتيجة تُوليّد مناطق ضغط منخفض ومرتفع، وتحريك الهواء الساخن وإحلال هواء بارد بدلا منه. وبالتالي تقليل الحمل الحراري بالمساحة المحيطة.
	فندق هلتون مكة	نافورات على مستويات مختلفة.	
	برج ايكو ميناراميسينا جا	حمام سباحة بسطح المبني.	
			عمل بمثابة عازل بين البيئة الخارجية للمبني والفراغات الداخلية بالدور النهائي للمبني.
الحوائط المزدوجة	برج خليفة	الجدران الخارجية من الحوائطالستائرية الزجاجية المزدوجة الطبقة الخارجية من الزجاج العاكس والطبقة الداخلية من الزجاج منخفض الانبعاثات والطبقتان بينها فراغ.	العمل في الشتاء كعازل حراري، مما يسمح بالاختراق الشمسي، وفي الصيف التقليل من اكتساب الحرارة مع توفير الإضاءة اللازمة للفراغات المبني الداخلية. وتقليل اشعة الشمس المتسربة داخل المبني.
	برج ايكو ميناراميسينا جا	الجدران الخارجية من الحوائطالستائرية المزدوجة من الزجاج العاكس، مع إمكانية الفتح بالواجهة الشمالية والجنوبية عندما يسمح الطقس.	إمكانية فتح وغلق نوافذ الواجهات حسب رغبة المستخدمين يعمل على تنظيم التهوية للمستخدم بشكل فردي على مدار العام، ودخول الهواء النقي إلى فراغات المبني.
	أبراج فندق هلتون مكة	الجدران الخارجية من الطوب الأسمنتي، والرخام تم تثبيته بالطريقة الميكانيكية وترك فراغ هوائي بين الرخام والحوائط المكونة للمبني.	• وجود الفراغ الهوائي بين الرخام والحائط المكون للمبني، يعمل على تقليل الحمل الحراري النافذ إلى داخل الفراغات الداخلية بالمبني. • عزل بيئة المبني الداخلية عن البيئة الخارجية المحيط به، وتلطيف أجواء فراغات المبني الداخلية، مما أدي إلى بيئة مبنية صحية.
	برج O-14	الجدران الخارجية عبارة عن غلاف خرساني هيكلي بسُمك 16 بوصة ويليها غلاف من الزجاج العاكس بينهما مسافة فراغ.	• القاء الظلال على الغلاف الزجاج المكون للمبني. • امتصاص درجات الحرارة المحيطة بالغلاف الزجاجي والحد من تسربها داخل المبنى.

	برج الدوحة	الجدران الخارجية من طبقة رقيقة مصنوعة من الألومنيوم تشبه الدانتيل أو المشربية، ويليها غلاف من الزجاج العاكس.	
	أبراج البحر	الجدران الخارجية من مثلثات خشبية متحركة تم تغليفها بالألياف الزجاجية، أما الغلاف الثاني فهو عبارة عن زجاج عاكس.	
المسطحات الخضراء	برج ايكو مينارا ميسينا جا	مسطحات خضراء بسطح المبني.	• الحد من الاشعاع الشمسي الساقط على سطح المبني. • زيادة نسبة الرطوبة بالهواء بالسطح وتلطيف الأجواء المحيطة بالحديقة. • تلطيف أجواء الفراغات الداخلية أسفل السقف.
		حدائق معلقة تتمثل في تشجير لولبي يرتفع على واجهة المبنى، وتشجير مائل ومسطحات خضراء في الأدوار السفلية.	تخفيض درجة حرارة الفراغات الداخلية بالمبني المطلة على الحدائق.
	أبراج فندق هلتون مكة	حدائق على مستويات مختلفة في المنسوب بالمدخل بين الضلعين المكونين للمبني.	تخفيض درجة حرارة المدخل والفراغات المطلة على الحدائق.
تشكيل الكتلة	برج خليفة	تم استخدام الأسطح الدورانية، كما تم تصميم المبني على شكل حرف Y .	• -توفير أكبر قدر من الإضاءة والتهوية الطبيعية لكل الفراغات. • -الحصول على أقل مسطح حوائط وأسقف معرضة للإشعاع الشمسي.
	أبراج فندق هلتون مكة	روعي في التشكيل المعماري للكتلة التدرج في الارتفاع والتوجيه.	القاء الواجهات الظلال على بعضها البعض، وعلى المدخل الرئيسي والأدوار السفلية من البرج.
	برج ايكو مينارا ميسينا جا	شكل المبني عبارة عن اسطوانة بها تفريغات بالكتلة تم توظيفها حدائق وأفنية معلقة تلتف بشكل حلزوني حول الواجهات، بالإضافة إلى عمل تراسات مطلة على الحدائق.	• إحداث ظلال على المسطحات الغاطسة بكتلة المبني. • عملتخلخلات هوائية بالأجزاء الغاطسة مما يعمل على تلطيف درجة حرارة الفراغات المطلة عليها. • الحصول على أقل مسطح حوائط معرضة للإشعاع الشمسي.
	برج O-14	المسقط الأفقي للبرج يأخذ شكل النجمة أو المستطيل المنبعج، مما أنتج ثمانية إضلاع للبرج في المسقط وثمانية واجهات في الشكل الخارجي.	كلواجهه من واجهات البرج (مع دوران الشمس على مدار النهار) تلقي الظلال على الواجهة الأخرى، وتساعد في حجب أشعة الشمس المباشرة عن الواجهة الأخرى.
	برج الدوحة	تم تصميم مسقط المبني على شكل دائرة والشكل العام أسطواني.	• تشكيل الكتلة والفتحات الموجودة بالغلاف الخارجي عملت على خلق دوامات هوائية وتجديد الهواء حول الغلاف الزجاجي بصفة مستمرة على مدار اليوم. • الحصول على أقل مسطح حوائط معرضة للإشعاع الشمسي. • توفير ضوء النهار بفراغات المبني الداخلية.
	أبراج البحر	تم تصميم مسقط المبني على شكل دائرة والشكل العام أسطواني.	• ساعد المصمم علي تغطية المبني من الخارج بالألياف الزجاجية، للتحكم في الاشعاع الشمسي وسهولة حركتها حول الإطار الخارجي للمبني.
المشربية	أبراج فندق هلتون مكة	تم استخدامها في وضعيتين: • كما هي بالعمارة التقليدية من حيث بروزها عن الحائط. • استخدامها بمساواة الغلاف الخارجي.	• كسر أشعة الشمس وتقليل تسربها داخل فراغات المبني الداخليةمع تقليل الوهج الشمسي واكتساب الحرارة، وتعزيز التبريد الطبيعي خلال أشهر الصيف الحارة. • القاء الظلال على نوافذ المبني ومن ثم الفراغات الداخلية.
	برج O-14	عمل غلاف خارجي مكون من واجهة خرسانية مسلحة بسُمك 16 بوصة بفتحات مختلفة المساحة بكامل المحيط الخارجي للغلاف الخرساني.	كسر أشعة الشمس المباشرة وتقليل تسربها داخل الفراغ المحصور بين أغلفة المبني، وتوفير الظلال على الغلاف الزجاجي مع تقليل الوهج الشمسي واكتساب الحرارة، وبالتالي تلطيف درجة حرارة الفراغات المطلة على الفراغ بين أغلفة المبني. وتعزيز التبريد الطبيعي خلال أشهر الصيف الحارة.
	برج الدوحة	توظيف طبقة رقيقة مصنوعة من الألمونيوم ومركبة على طول واجهة المبنى، وتكون شكلًا هندسيًا واحدًا مع وجود فتحات مختلفة المساحة.	
	أبراج البحر	الغلاف الخارجي مستخدم كمشربية ذكية من حيث وجود فتحات مثلثة الشكل، وبسبب أجهزة الاستشعار المركبة على السطح الخارجي للمبني، تتغير مساحة الفتح والغلق على مدار اليوم، نتيجة فتحها وغلقها أوتوماتيكيا لتفاعلها مع حركة الشمس والإضاءة المثلى على مدار اليوم.	

الفناء	برج O-14	ترك مسافة تبلغ مترًا بين الغلاف الخرساني المثقب والغلاف الزجاجي المكون للمبنى.	السماح بدخول الهواء البارد بين أغلفة المبني بدلا من الهواء الساخن، وحدوث تيارات هوائية بين أغلفة المبني مما يؤدي أدي إلى تلطيف درجة حرارة الغلاف الزجاجي، ومن ثم الفراغات الداخلية، وتقليل الكثير من أحمال التبريد، والحصول إلى راحة حرارية مناسبة طوال ساعات اليوم.
	برج الدوحة	ترك مسافة مترين بين الغلاف الألومنيوم والغلاف الزجاجي.	
	أبراج البحر	تركيب الغلاف الخارجي المتحرك على بعد مترين من الغلاف الثاني خارج المبنى بشكل شبه مستقل.	
القباب	برج الدوحة	قام مصمم البرج بتغطية المبني بقبة من نفس خامات أغلفة المبني من طبقة رقيقة مصنوعة من الألمونيوم، ويليها غلاف من الزجاج العاكس.	تقليل الضغط الحراري بالفراغ أسفل القبة وتقليل الكسب الحراري على هذه الأسطح، مما ساعد كثيرا في توفير بيئة مبنية تتسم بالراحة الحرارية.
البرجولات	برج خليفة	مظلة من شرائح الألومنيوم باللون الفضي تعلو حمامات السباحة بالأدوار المختلفة بالبرج.	• كسر أشعة الشمس المباشرة من الوصول إلى حمام السباحة والقاء الظلال عليه وعلى الفراغ المحيط به. • تلطيف درجة حرارة حمام السباحة والفراغات المحيطة.
	برج ايكو	مظلة من شرائح الألومنيوم باللون الفضي تعلو حمام السباحة بالسطح.	

7. النتائج والتوصيات

1- عمارة قرية القرنة ونجد، نجحت في التوجيه العام للمباني في اتجاه الرياح السائدة. واعتمادها على المعالجات التصميمية البيئية، مما لعب دورا هاما في توفير إضاءة وتهوية طبيعية، وبالتالي توفير الراحة الحرارية المناسبة للفراغات الداخلية.

2- لجأت حالتي الدراسة، قرية القرنة وعمارة نجد إلى التصميم المضغوط في مبانيهما، حيث تم البناء بجدران جانبية مشتركة. كما تم الإهتمام بتشكيل وتصميم الكتلة الخارجية للمباني، بهدف تقليل مسطح الحوائط الخارجية المعرضة للإشعاع الشمسي المباشر.

- بينما اشتركت حالات الدراسة، برج خليفة، وبرج إيكو ميناراميسيناجا، وبرج O-14، وبرج الدوحة، وأبراج البحر في اللجوء إلى الأسطح الخارجية الدورانية، لتقليل مسطح الحوائط الخارجية المعرضة للإشعاع الشمسي المباشر، وتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية للفراغات المبني الداخلية.

- بينما انفردت حالة برج إيكو ميناراميسيناجا بعمل تجويفات بالكتلة وعمل كوابيل وبروزات على تلك التجويفات لإلقاء الظلال. كما انفردت أبراج هلتون مكة بتشكيلها الفريد للكتلة، حيث أن أحد اضلاع الكتلة يعمل على حجب أشعة الشمس عن الضلع الثاني، وإلقاء الظلال عليه وعلى المدخل الرئيسي والأدوار السفلية من الأبراج.

3- اشتركت حالات الدراسة قرية القرنة وعمارة نجد وأبراج هلتون مكة في ضيق الفتحات بالجدران الخارجية، بالإضافة إلى قلتها قدر الإمكان، مع عمل فتحات متقابلة مطلة على الفناء الداخلي لعمل تيارت هوائية بداخل الفراغات. ولقد تم استخدام نفس المعالجة في برج إيكو ميناراميسيناجا بعمل الفتحات المتقابلة بين الغلاف الخارجي والفناء الداخلي لعمل تيارت هوائية بداخل الفراغات، بالإضافة إلى تظليل النوافذ على الجانبين الشرقي وتزويدها بكاسرات شمسيه من الألمونيوم.

4- نجح مصمم برج O-14، وبرج الدوحة وأبراج البحر في تطوير معالجة المشربية التقليدية بعمل فتحات بمقاسات مختلفة بكامل محيط الغلاف الخارجي (مع اختلاف مادة الغلاف)، الأمر الذي أدي إلقاء الظلال على الغلاف الزجاجي وحدوث دوامات هوائية حول محيط الغلاف الثاني نتيجة وجود الفتحات بكامل المحيط ووجود الفناء السالب حول المبني، أدي ذلك إلى تلطيف وترطيب درجة حرارة الغلاف الزجاجي الكائن خلف الغلاف الأول، وخلق فراغات داخلية أكثر راحة.

5- انفردت حالة دراسة برج إيكو ميناراميسيناجا باستخدام المسطحات الخضراء، والتي تم توظيفها بسطح المبني، حيث عملت على عزل أشعة الشمس المباشرة عن سقف المبني، ومنعها من الوصول إلي داخل الفراغات الداخلية بالدور الأخير. كما طورت حالة الدراسة تلك المعالجة بتوظيفها بحدائق لولبية معلقة تلتف بواجهات المبني، والتي عملت على تلطيف وتبريد درجة حرارة الفراغات المطلة عليها.

6- نجح توظيف الفناء الداخلي بحالات الدراسة قرية القرنة وعمارة نجد وبرج إيكو ميناراميسيناجا، وأبراج (هلتون) مكة المكرمة، برج O-14، وبرج الدوحة، وأبراج البحر في علاج الكثير من المشاكل البيئية، منها العمل على تنظيم درجات حرارة الليل والنهار وإعطاء بيئة مناخية ذات راحة حرارية مناسبة، وكذلك مد المبنى بالإضاءة والتهوية اللازمة للفراغات الداخلية.

7- وجود الحدائق بالفناء بحالات الدراسة قرية القرنة وعمارة نجد وبرج إيكو ميناراميسيناجا وأبراج (هلتون) مكة، عملت على تنقية الهواء وترطيبه من خلال مروره على التشجير والخضرة، كما لعب تشجير الفناء دورا مهما في إلقاء الظلال على أرضية الفناء، وتقليل مسطحات الأرضية المعرضة لأشعة الشمس المباشرة، وبالتالي تلطيف الأجواء المحيطة بالفناء.

8- اشتركت حالات الدراسة في الاهتمام بمواد بناء وإكساء الأغلفة الخارجية للمباني، حيث أن غالبيتها تتحقق بها خاصية التأخير الزمني لانتقال الحرارة، وكذلك استخدام المواد ذات الألوان الفاتحة أو العاكسة لأشعة الشمس لتوفير العزل اللازم للمباني، كما تم استخدام الحوائطالستائرية المزدوجة للحد من مرور الحرارة العالية إلى داخل فراغات المباني على غرار الحوائط المزدوجة والحوائط الحاملة في العمارة التقليدية، التي تتسم بزيادة سمكها وخاصية التأخير الزمني لانتقال الحرارة. وبالتالي التقليل من الحمل الحراري من النفاذ للفراغات الداخلية.

9- نجحت العمارة الحديثة في توفير بيئة داخلية ذات راحة حرارية مناسبة للمستخدمين نتيجة اعتمادها على تطوير المعالجات التصميمية البيئية التقليدية. من خلال دمجها بالمساقط الأفقية والواجهات بعد دمج التكنولوجيا بها.

10- لا يشترط بالمباني المزمع إقامتها في مناطق المناخ الحار الجاف، أن يكون لها الشكل التقليدي ذو الحوائط السميكة والأسقف ذات القباب والأقبية، ولكن من الممكن استخدام مواد حديثة ذات سماكة ووزن أقل من المواد التقليدية، ويكون لها نفس الأثر البيئي للمواد التقليدية أو يكون لها أثر بيئي أفضل من المواد التقليدية بكثير. وذلك من خلال استخدام المعالجات التصميمية البيئية، وبالتالي نساهم في توفير بيئة مبنية تتسم بالراحة الحرارية المناسبة للمستخدمين.

11- يجب مراعاة تطبيق أسس علاج حالة البيئة الحارة للمباني من خلال استخدام التقنيات والمعالجات التصميمية البيئية بطرق ومستويات تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني، بعد تطويرها بأساليب التكنولوجيا الحديثة لكي تواكب المتطلبات العصرية، بما يحقق التظليل المناسب للواجهات، والتخفيف من الإشعاع الشمسي المباشر والغير مباشر على أغلفة المباني.

8. المراجع

[1] محمد عبدالله السقاف،**"عمارة المناطق الحارة ومدى الاستفادة والحماية من الطاقة الشمسية (دارسة حالة المناخ في مدينة المكلا إحدى مدن الساحل في محافظة حضرموت) "**،بحث منشور، مجلة العلوم الهندسية، جامعة أسيوط، المجلد (37)، العدد (5)، سبتمبر 2009.

[2] حنان نادر الكعبي،**"تخطيط وبنيوية عمارة الصحراء"**،بحث منشور، مؤتمر عمارة الصحراء، نقابة المهندسين الأردنيين، عمان، الأردن، في الفترة من 10: 12 أبريل ،2011.

[3] FarajallahAlrashed, Muhammad Asif, StasBurek' **"The Role of Vernacular Construction Techniques and Materials for Developing Zero-Energy Homes in Various Desert Climates "'**Published research, Buildings journal, Vol. 7, 2017.

[4] **https://www.startimes.com/f.aspx?t=9421417-**accessed on-19-8-2020

[5] هشام عثمان عبد الرحمن القاضي، محمد أحمد محمد أحمد صالح،**" التقنيات المعمارية في العمارة التقليدية وكيفية الاستفادة منها في خفض استهلاك الطاقة في المباني"**، بحث منشور، مؤتمر المنصورة الهندسي الدولي الثامن، جامعة المنصورة ،2015.

[6] أحمد محمد صديق حسن،**" دور خدمات المبنى في تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني السكنية دراسة تطبيقية بمدينة السويس"**، رسالة دكتوراة، غير منشورة، قسم الإنشاءات المدنية والمعمارية، كلية التعليم الصناعي، جامعة السويس، 2018.

[7] اســـــراء محمد العزب،**" نحو معايير تصميمية متوافقة بيئياً لعمارة المستقبل بصحراء مصر"**،رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كليه الهندسة، جامعة المنصورة،2015.

[8] **http://architect2040.blogspot.com/2012/08/blog-post_3605.html-**accessed on- 19-8-2020

[9] حسام عاشور،**" الدور البيئي للنظام العمراني في التجمعات السكنية (السكن المنفصل) - دراسية حالة حلب "**،رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم التخطيط والبيئة، كلية الهندسة المعمارية، جامعة حلب ،2014.

[10] على عبد الله علي البيلي، رضا محمود حماده، محمد عبد الهادي أحمد رضوان،**" نحو مسكن ريفي مستدام للظهير الصحراوي لمحافظة قنا"**، بحث منشور، مجلة العلوم الهندسية، جامعة أسيوط، المجلد (43)، العدد (1)، يناير 2015.

[11] العمودي التجاني، **"الاستدامة في العمارة الصحراوية "**، بحث منشور، مجلة الباحث في العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، عدد (22)، مجلد (7)، 2015.

[12] أحمد الجبر- **"دارسة معايير وأساليب استخدام عناصر الواجهات عالية التقنية في المباني التجارية لمدينة دمشق"**،رسالة ماجستير، غير منشورة- قسم علوم البناء والتنفيذ، كلية الهندسة المعمارية جامعة دمشق،2016.

[13] EdwardHalawaa،AmirhoseinGhaffarianhoseinibc،AliGhaffarianhoseinid،JeremyTrombleya،NorhaslinaHassanc،MirzaBaigaSafiahYusmahYusoffc،MuhammadAzzamIsmaile **"A review on energy conscious designs of building façades in hot and humid climates: Lessons for (and from) Kuala Lumpur and Darwin "'** Renewable and Sustainable Energy Reviews .2018.

[14] Leena S. B. Yasin, Diala I Atiyat' **"The Effect of Nano Technology on Architecture "'**Int'l Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg, (IJAAEE) Vol, 4, Issue 1, 2017.

[15] إسماعيل عبد الرحمن أبو سخيلة،**" أثر التقنيات الحديثة على تصميم الغلاف الخارجي تحسين البيئة الداخلية للمبانى- حالة دراسية مستشفى الصداقة الترقي الفلسطيني بغزة"**،رسالة ماجستير – غير منشورة- قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة الجامعة الاسلامية -2015.

[16] سمر عمر عبد الله محمد،**" دور العمارة المعاصرة في التقليل من الاحتباس الحراري"**،بحث مقدم إلى قسم الهندسة المعمارية، كليه الهندسة، جامعه أسيوط، متاح على شبكة الإنترنت على الموقع:
http://www.aun.edu.eg/conferences/27_9_2009/ConferenceCD_files/Papers/59.pdf-accessed on - 19-8-2020.

[17] Shahrina Afrin' **"Green Skyscraper: Integration of Plants into Skyscapes "'**M. Sc., KTM, Department of Urban Planning and Environment, Stockholm, 2009.

[18] Jerzy Szolomicki, Hanna Golasz-Szolomicka**, "Technological Advances and Trends in Modern High-Rise Buildings", "'**Published research, Buildings journal, Vol. 9, 2019.

[19] محمددفعاللهأحمدقسماللهه، **"تأثيرالغلافالخارجيللمبنىعلىالإكتسابالحراريللمبانى في المناخالحارالجاف"**، بحث مقدم لاستكمال متطلبات درجة الماجستير في هندسة العمارة، قسمهندسةالعمارةوالتخطيط - كليةالدراساتالعليا - جامعة السودانللعلوموالتكنلوجيا، 2015.

[20] https://www.archdaily.com/tag/green-roof-accessed on - 19-8-2020.

[21] شادية محمد بركات، نعمات محمد نظمي، **" التصميم المستدام للعمارة الخضراء بين الماضي والحاضر دارسة حالة بيت السحيمي بالقاهرة التاريخية وفيلا بحي الندى بمدينة الشيخ زايد "**، بحث منشور، المؤتمر الهندسي الدولي الأول "استضافة الأحداث الدولية الكبرى: الابتكار والإبداع وتقييم الأثر"، القاهرة، 5-18 يناير 2013.

[22] عـلا محمد سمير إسماعيل،**" دراسة تحليلية لتصميم المسكن في العمارة الإسلامية في ظل مفاهيم التصميم الحديثة "**، بحث منشور، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الحادي عشر، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، في الفترة من 21:23 ديسمبر ،2010.

[23] يحيوزيري، **"العمارة الإسلامية والبيئة: الروافد التي شكلت التعمير الإسلامي"**، الناشر، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، العدد 304، يونيو، 2004.

[24] **https://www.maghress.com/sohofe/963**- 19-8-2020.

[25] **https://images.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=AwrExdpul9deY58ADMo2nIlQ;-**accessed on - 1-7-2020

[26] **https://mawdoo3.com/-**accessed on- 19-8-2020.

[27] زاهي حواس وزير،**"البناء بالطين في نجد"**،مقال بجريدة الشرق الأوسط، جريدة العرب الدولية، العدد (14324)، 15فبراير،2018. متاحعلى شبكة الإنترنت على الموقع:

https://aawsat.com/home/article/1175686/ -accessed on - 24-8-2020

[28] M.O. Babsail, J. Al-Qawasmi'**"Vernacular architecture in Saudi Arabia: Revival of displaced traditions "**'Conference: Vernacular Architecture: Toward a Sustainable Future, Mileto, Vegas, García Soriano &Cristini (Eds)London, August 2014.

[29] **https://www.al-jazirah.com/2016/20160327/wo1.htm-**accessed on **-** 24-8-2020

[30] HishamMortada'**"Sustainable Desert Traditional Architecture of theCentral Region of Saudi Arabia "**'Published online in Wiley Online Library" ،November 2016.

[31] Mojgan**Ghorbanzadeh' "The harmony between architectural forms and structural Case Study: BurjKhalifa Dubai "'** Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 86, special edition, 2017.

[32] Jesse Reiser, NanakoUmemoto, Jaime Ocampo**, "Case Study: O-14 Folded Exoskeleton",** Published research, CTBUH Journal, 2010.

[33] ميسون محي هلال وخوله هادي مهدي وخوله كريم كوثر،**" الاستدامة في العمارة بحث في دور استراتيجيات التصميم المستدام في تقليل التأثيرات على البيئة العمرانية "**،مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثالث عشر ،23: 25ديسمبر2014.

[34] Abdel-moniem El-Shorbagy**' "GREEN SKYSCRAPERS Criteria for Dynamic Sustainable Tall-Buildings "**'The Third AIN SHAMS UNIVERSITY INTERNATIONAL CONFERENCE on ENVIRONMENTAL ENGINEERING' April 14-16' 2009.

[35] محمد صلاح الدينالسيد، محمد عبد العظيم، مدحت أحمد شعبان سمارة، رشا رمضان السيد،**"تأثير معالجات الغلاف الخارجي على الأداء البيئي لناطحات السحاب"**،مجلة قطاع الهندسة، جامعة الأزهر، عدد (14)، مجلد (50)، أكتوبر ،2019.

[36] BILL CHAN ,MICHAEL FUNG, KELLY LAM,VIVIEN LIU' **" ENVIRONMENTAL DESIGN CASE STUDY MENARA MESINIAGA "'**Available on the site : https://docplayer.net/56099049-Mesiniaga-1-of-10-arch-366-environmental-design-case-study-menara-mesiniaga-bill-chan-michael-fung-kelly-lam-vivien-liu.html

[37] فؤاد عبد الموجود عبد الحليم قاسم، **" نحو تنمية مستدامة بالمدن الجديدة بمصر في عصر الثورة الرقمية "**، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم العمارة - كلية الهندسة - جامعة الأزهر،2016.

[38] Narie Foster, Samuel Luff, Danielle Visco**' "Green Skyscrapers What is being built, and why? "'** A report for CRP 3840: Green Cities December 4, 2008.

[39] **-https://www.solaripedia.com/files/721.pdf**accessed - on 24-8-2020

[40] **https://artsyap.blogspot.com/p/blog-page_23.html**accessed on24-8-2020

[41] Kheir Al-Kodmany**, "Sustainability and the 21st Century Vertical City: A Review of Design Approaches of Ta, "ll Buildings",** Published research, buildings, 3 August 2018.

[42] **https://wainmag.com/style/design/565accessed - on 24-8-2020**

[43] **https://architizer.com/projects/o-14-tower accessed - on 24-8-2020**

[44] **https://www.skyscrapercenter.com/building/o-14/8970accessed - on 24-8-2020**

[45] **https://dralhaj.com/nice_green_buildings_at_dubai accessed - on 24-8-2020**

[46] **https://www.archdaily.com/273404/o-14-reiser-umemoto/ accessed on28-7-2020**

[47] **https://www.arch2o.com/doha-tower-jean-nouvel/ accessed on28-7-2020**

[48] **https://www.akdn.org/sites/akdn/files/media/documents/akaa_documents/2016_akaa/2016_project_descriptions_arabic.pdfaccessed on28-7-2020**

[49] Kheir Al-Kodmany.; M.M. Ali**, "The Future of the City: Tall Buildings and Urban Design;** WIT Press: Southampton, UK, 2013.

[50] رشا محمد علي حسن، ريهام محمد بهاء الدين،**" التراث الإسلامي المعماري بين الابداع والتقنية وأثره على العمارة الزجاجية في الجزيرة العربية"**، المؤتمر الدولي للاتحاد العام للآثاريين العرب، الشيخ زايد، مصر، 2015.

[51] **https://www.saaih.com/-**accessed on28-7-2020

[52] أحمد نبيه المنشاوي،**"تأثير تكنولوجيا البناء والبيئة على الفراغ المعماري ودورها في تحقيق الراحة الحرارية دراسة تطبيقية لمشروع (أبراج البحر في أبو ظبي) "**،بحث منشور، المجلة الهندسية، كلية الهندسة، جامعة الأزهر القاهرة، المجلد (11)، العدد (38)، أكتوبر 2016.

[53] **https://www.albayan.ae/editors-choice/asfar/2015-11-23-1.2512401** accessed on28-7-2020

[54] **FahadAlotaibi, "The Role of Kinetic Envelopes to Improve Energy Performance in Buildings",** Published research, Architectural Engineering Technology, July 2015.

[55] Shady Attia**, "Evaluation of adaptive facades: The case study of Al Bahr Towers in the UAE",**Published research, SCIENCE CONNECT, November 2016.