JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol.13 No. 49, October, 2018, 1485-1492

أثر تطبيق تقنيات التبريد السالب فى تحسين الأداء الحرارى للقرى السياحية؛ "دراسة حالة فراغ داخلى فى إحدى القرى السياحية بمدينة بورسعيد"

بسنت أحمد على محمود و مراد عبد القادر عبد المحسن و أمل كمال شمس الدين

قسم هندسة العمارة – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

ABSTRACT

The facilities of the existing tourist villages in Port Said have been affected by the problem of rising temperatures. They resorted to artificial ventilation devices such as air conditioners and fans to achieve thermal comfort in their internal spaces. This resulted in increased energy consumption in these facilities. Which requires solving the problem of rising temperatures without resorting to artificial ventilation, by using environmental treatments that correspond to the situation focused on the outside of the building. The research aims to improve the thermal performance of the outer shell of the building, and thus reflected on the interior spaces and achieve thermal comfort, and taking into account the rational consumption of energy, and will therefore resort to the techniques of cooling negative.

The negative cooling techniques of the exterior of the building are traditional environmental treatments and modern environmental treatments. These treatments address the three main components of the building's outer shell: windows, exterior walls and the surface. The treatment of these elements is based on the use of modern high-performance thermal building materials that reduce the occurrence of heat transfer. Some types of environmental treatments will be reviewed for the three components of the external casing in the research. The aim of these treatments is to reach the required thermal comfort level.

ملخص البحث

تأثرت منشآت القرى السياحية القائمة بمدينة بورسعيد بمشكلة الارتفاع فى درجات الحرارة، فلجأت إلى وسائل التهوية الاصطناعية - كأجهزة التكييف والمراوح - لتحقيق الراحة الحرارية فى فراغاتها الداخلية. ترتب على ذلك زيادة استهلاك الطاقة فى هذه المنشآت. مما يتطلب الأمر إيجاد حل لمشكلة الارتفاع فى درجات الحرارة بدون اللجوء إلى وسائل التهوية الاصطناعية، وذلك من خلال استخدام معالجات بيئية تتوافق مع الوضع القائم بالتركيز على الغلاف الخارجى للمبنى.

ويهدف البحث إلى تحسين الأداء الحرارى للغلاف الخارجى للمبنى، وبالتالى ينعكس على فراغاته الداخلية ويحقق الراحة الحرارية بها، ومع الأخذ فى الاعتبار ترشيد استهلاك الطاقة، وبالتالى سوف يتم اللجوء إلى تقنيات التبريد السالب.

وتقنيات التبريد السالب للغلاف الخارجى للمبنى هى عبارة معالجات بيئية تقليدية ومعالجات بيئية حديثة، وتتمثل هذه المعالجات فى معالجة العناصر الرئيسية الثلاثة المكونة للغلاف الخارجى للمبنى وهى؛ النوافذ، الحوائط الخارجية والسطح. وتقوم معالجة هذه العناصر على استخدام مواد بناء حديثة عالية الأداء الحرارى تحد من حدوث الانتقال الحرارى. وسوف يتم استعرض بعض أنواع المعالجات البيئية للعناصر الثلاثة المكونة للغلاف الخارجى فى البحث، الهدف من هذه المعالجات الوصول بالفراغات الداخلية إلى مستوى الراحة الحرارية المطلوب.

ويقوم البحث بتحديد فراغ داخلى لإحدى القرى السياحية القائمة بمدينة بورسعيد بالطابق الأخير. ومحاكاة هذا الفراغ فى الوضع القائم، وذلك بالتحليل لأقصى درجة حرارة يومية لفراغ على مدار شهر يوليو (أحد أكثر الأشهر تعرضا لحرارة زائدة)، ومن ثم تحديد اليوم الأكثر تعرضاً لحرارة زائدة. الهدف من هذه الدراسة التحليلية الوصول إلى حدود درجات الحرارة اليومية - الصغرى والعظمى - وذلك لمقارنتها مع حدود الراحة الحرارية ومن ثم معالجاتها. ثم يلى ذلك محاكاة الفراغ بعد عمل دراسة تطبيقية لمجموعة من المعالجات البيئية.

يتم تطبيق مجموعة من المعالجات البيئية على المبنى بحيث يكون تطبيق كل معالجة على حده لتقييم أثرها. وتتضمن هذه المعالجات معالجة العناصر الرئيسية الثلاثة المكونة للغلاف الخارجى للمبنى، ثم يلى ذلك دمج مجموعة من المعالجات

للوصول إلى النموذج المقترح. الهدف من هذا النموذج المقترح تحسين الأداء الحرارى للفراغات الداخلية، والوصول إلى حدود الراحة الحرارية من خلال معالجة الغلاف الخارجى للمبنى باستخدام تقنيات التبريد السالب فقط، ودون اللجوء إلى وسائل التهوية الاصطناعية لترشيد الطاقة. وتشمل معالجات النموذج المقترح كل من؛ معالجة النوافذ باستبدال الزجاج القائم بزجاج آخر عالى الأداء الحرارى - منخفض الانتقالية الحرارية والنفاذية الشمسية الكلية - وإضافة كاسرات، معالجة السقف وتحويله إلى سقف أخضر ومعالجة الحوائط الخارجية بإضافة مواد متغيرة الطور غير العضوية "BioPCM®M182/Q21" لدرجات الحرارة الساخنة. وتمكنت هذه المعالجات من خفض درجة حرارة الفراغ الداخلية فانخفضت من 40,33 ° إلى 27,04 °، أى أنها انخفضت بمقدار 13,29 ° وذلك باستخدام برنامج المحاكاة البيئى "Design Builder".

الكلمات الدالة: القرى السياحية، ترشيد استهلاك الطاقة، الراحة الحرارية، تقنيات التبريد السالب، تحسين الأداء الحرارى.

1- مقدمة

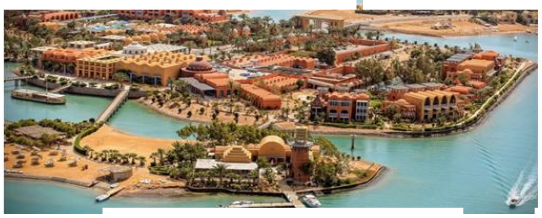
ظهرت القرى السياحية فى بداية الأمر فى دول الغرب كأسبانيا، إيطاليا، فرنسا، النمسا، الأمريكتين، تونس والمغرب، وأيضاً مصيف رأس البر فى مصر فى أول القرن العشرين. وذلك نتيجة حاجة السائحين إلى أماكن يقضوا فيها أوقات أجازاتهم بعيدا عن روتين الحياة اليومية بحيث تكون خارج نطاق الحيز السكنى. ولكن تطور الأمر بعد ذلك حتى أصبحت للقرى السياحية استخدامات متعددة، فهناك قرى سياحية تستخدم فى الأغلب فى فصول الصيف ويطلق عليها القرى المصيفية، وهناك قرى أخرى تستخدم طول فصول السنة كنوع من السياحة أو للتنزهة وهى كالتى ظهرت فى بداية الأمر، وهناك الموتيلات أيضا بالإضافة إلى الفنادق التى تحقق نفس الأغراض السابقة. ولابد للقرى السياحية فى جميع استخداماتها أن توفر أعلى مستوى من الراحة والرفاهية للنزلاء، سواء كان فى اختيار الموقع، التكوين المعمارى، الفراغات الداخلية، وأيضا جودة البيئة الداخلية والراحة الحرارية (2).

(شكل 1): بورتو السخنة - البحر الأحمر

(شكل 2): بورتو مارينا -

(شكل 3): قرية النورس ستايل -

(شكل 4): قرية سونستا السياحية - شرم الشيخ



(شكل 5): منتجع الجونا - الغردقة

يتضح من الاسكال السابقه ان هناك نوعان سائدان من مبانى القرى السياحيه او المنتجعات وهما، النوع أولا؛ مبانى منخفضة الارتفاع (شكل 4) و(شكل 5) وهذه المبانى تستخدم طول فصول السنة، والغرض منها صناعة السياحة وتبادل الثقافات بإظهار الهوية المحلية وتستخدم مواد البناء البيئية والمحلية، وتتميز بأنها توفر جودة البيئة الداخلية والراحة الحرارية. والنوع ثانيا؛ مبانى متعددة الطوابق (شكل 1)، (شكل 2) و(شكل 3) وهذه المبانى تستخدم لأغراض مصيفية، والغرض منها الاستثمار التجارى، ومن عيوبها أنها تلجأ إلى وسائل التهوية الاصطناعية - كالمراوح والتكييف - لتحقيق الراحة الحرارية، وذلك نتيجة زيادة الأحمال الحرارية عليها، ويركز البحث على النوع الثانى، والذى يطلق عليه القرى السياحية المصيفية.

1-1- المشكلة البحثية

يستهلك قطاع المنشآت السياحية المصيفية طاقة عالية لتوفير الراحة الحرارية فى فراغاته الداخلية، وذلك نتيجة البناء بالطرق التقليدية، والارتفاع فى درجات الحرارة. ويظهر ذلك بشكل واضح فى استخدام وسائل التهوية الاصطناعية كأجهزة التكييف والتبريد. وتعتبر المنشآت القائمة الأكثر استهلاكا للطاقة، مما يتطلب علاجها بشكل خاص لترشيد هذا الاستهلاك مع الأزمة المتفاقمة للطاقة عالمياً.

1-2- هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى تحسين الأداء الحرارى فى منشآت القرى السياحية المصيفية القائمة بمدينة بورسعيد ومعالجاتها وذلك لتحقيق الراحة الحرارية فى الفراغات الداخلية لهذه المنشآت، وفى نفس الوقت ترشيد استهلاك الطاقة بما ينعكس عن المردود الاقتصادى لأن هذا النوع من القرى هدفه استثمارى تجارى، ويكون ذلك من خلال استخدام معالجات بيئية تتوافق مع الوضع القائم.

2- تقنيات التبريد السالب "Passive Cooling Techniques"

يركز البحث على تقنيات التبريد السالب للغلاف الخارجى للمبنى، ويقصد بهذه التقنيات هى تصميم الغلاف الخارجى للمبنى - فى المناخ الحار أو شديد الحرارة - بحيث يمكنه من خفض درجة الحرارة الداخلية أو تبريد الفراغ، دون اللجوء إلى وسائل التهوية الاصطناعية وبالاعتماد على التهوية الطبيعية فقط. الهدف من ذلك هو تحقيق الراحة الحرارية فى المبنى مع ترشيد استهلاك الطاقة. وتقع منطقة الراحة الحرارية بين درجتى حرارة 21 ° إلى 27 ° س، بفرض أن الرطوبة النسبية بين 20 إلى 70% وأن الهواء ساكن، ويمكن أن تزيد درجة الحرارة عن 27 ° س فى حالة زيادة حركة الهواء (4).

وتقوم تقنيات التبريد السالب على معالجة مكونات المبنى، وتلعب هذه التقنيات دوراً كبيراً فى تحسين الأداء الحرارى للمبنى بما ينعكس على الفراغات الداخلية. وهذه التقنيات تشمل؛ الزجاج عالى الأداء الحرارى "منخفض الانتقالية الحرارية والنفاذية الشمسية الكلية"، الكاسرات الشمسية، الأسقف المزدوجة، الأسقف الخضراء، المواد العازلة والمواد متغيرة الطور "BioPCM®M182/Q21 ".

3- مواد البناء

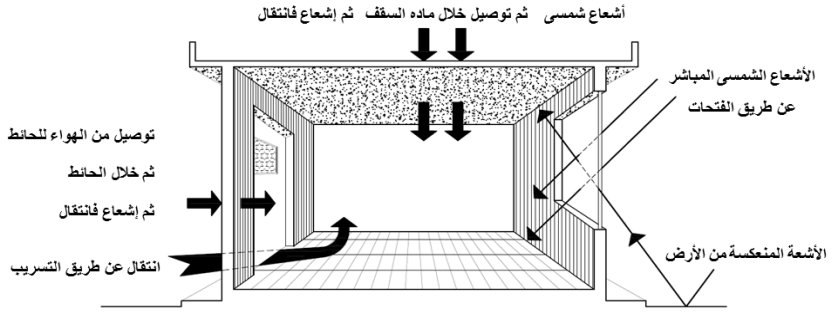
تلعب مواد البناء دوراً كبيراً فى التحكم فى الأداء الحرارى للمبنى ، وفى الفترة الأخيرة ظهرت مواد بناء حديثة تتميز بقدراتها على تحسين الأداء الحرارى للمبانى القائمة. وفى البحث سوف يتم التركيز على معالجة وتطوير الغلاف الخارجى للمبانى القائمة بما يساهم فى تحقيق الراحة الحرارية فى الفراغات الداخلية لها. ولابد عند دراسة مواد البناء التعرف على خواصها، وهى الخواص الحرارية الفيزيائية للماده سواء كانت الحوائط المصمته أو النوافذ.

3-1- الخواص الحرارية والفيزيائية "Thermal and Physical Characteristics"

الخواص الحرارية الفيزيائية لمواد البناء هى المسؤولة عن مدى مقاومتها للعوامل المناخية. ويتوقف اختيار ماده البناء على الخواص الحرارية الفيزيائية لها والتى تساهم فى رفع الأداء الحرارى للمبنى. وتتمثل الخواص الحرارية الفيزيائية للمواد فى ثلاث خواص أساسية هى: (الكثافة P، الحرارة النوعية Cp والموصلية الحرارية K).

3-2- الأداء الحرارى للمبنى

يقصد بالأداء الحرارى للمبنى هو مدى إمكانية المبنى من مقاومة العوامل المناخية، وبالتالى يكون عالى الأداء الحرارى أو ضعيف. ولتحسين الأداء الحرارى للمبنى لابد من الحد من حدوث أى نوع من أنواع التبادل الحرارى بقدر الإمكان، كالتبادل الحرارى المباشر أو التبادل الحرارى غير المباشر (شكل 6). والتبادل الحرارى المباشر ينتج عن سقوط الإشعاع الشمسى المباشر على المبنى، والتبادل الحرارى غير المباشر يكون عن طريق الحمل، التوصيل، الإشعاع والتبخر والتكثيف. ويمكن التحكم فى جميع أنواع التبادل الحرارى باختيار مواد بناء عالية المقاومة الحرارية وأيضاً السعة الحرارية. وتعد العناصر المسؤولة عن الأداء الحرارى للمبنى هى؛ توجيه المبنى، شكل المبنى وغلاف المبنى "خصائص المواد المستخدمة فى الغلاف" مع جودة تنفيذها. الهدف من تحسين الأداء الحرارى للمبنى هو ترشيد استهلاك الطاقة بالمبنى مع مراعاه تحقيق مستوى الراحة الحرارية المطلوب، وذلك باللجوء إلى تقنيات التبريد السالب.



(شكل 6): التبادل الحرارى بين البيئة الداخلية والخارجية (5)

3-3- تحسين السلوك الحرارى للغلاف الخارجى للمنشآت القائمة

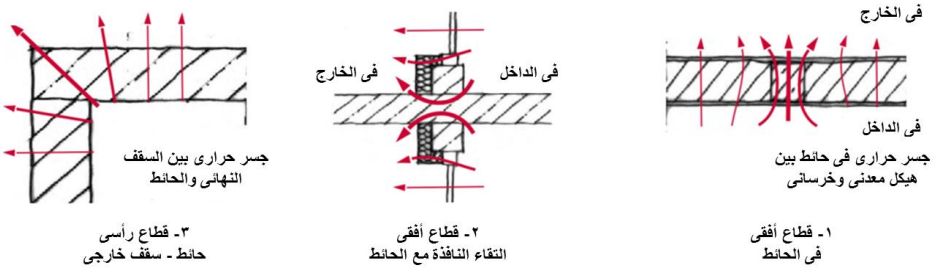
يتكون الغلاف الخارجى لأى للمبنى من ثلاثة عناصر رئيسية وهى؛ الحوائط الخارجية، النوافذ والسقف. ولتحسين السلوك الحرارى للغلاف الخارجى للمبنى لابد من تحسين أداء العناصر الثلاثة الرئيسية، وذلك عن طريق دراسة المعالجات المتاحة لكل عنصر على حده والتى تعتمد على خفض الانتقالية الحرارية له.

4- معالجات الفراغات الداخلية للمبنى بتطبيق تقنيات التبريد السالب

معالجة الفراغات الداخلية بتطبيق تقنيات التبريد السالب على الغلاف الخارجى تعنى معالجة الحوائط الخارجية، معالجة النوافذ ومعالجة السقف. وتؤدى هذه المعالجات إلى تحسين الأداء الحرارى للمبنى بخفض الأحمال الحرارية على المبنى وعلى الفراغات الداخلية له. وسوف يتم عمل دراستين لهذه المعالجات وهما دراسة تحليلية لهذه المعالجات وأخرى تطبيقية على أحد الفراغات الداخلية، الهدف من هذه الدراسة التطبيقية التأكد من مدى جدوى تطبيق المعالجات على أحد الفراغات الداخلية للمنشآت القائمة للقرى السياحية بمحافظة بورسعيد.

4-1- دراسة تحليلية لمعالجات العناصر الرئيسية المكونة للغلاف الخارجى

أولاً معالجة الحوائط: يقصد بمعالجة الحوائط الخارجية هو عزلها حرارياً وذلك لتحقيق هدفين أساسين هما؛ التخلف الزمنى وهو تأخير توصيل ماده البناء للحرارة، ومعالجة الجسور الحرارية وهى التى تسبب حدوث تسرب للهواء سواء من الخارج للداخل أو العكس(شكل 7). وتتم معالجة الحوائط عن طريق عمل حائط مزدوج يحوى المادة العازلة للحرارة، أو عن طريق تغليف المبنى بألواح عازلة وهى عبارة عن تركيب ألواح من مواد ذات مقاومة حرارية عالية.



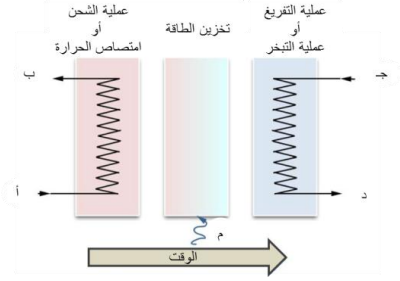
(شكل 7): الجسور الحرارية بين الداخل والخارج نتيجة تلاقى أجزاء مختلفة من المبنى (13)

ثانياً معالجة النوافذ: النوافذ واحدة من أهم مكونات الغلاف الخارجى للمبنى، وتلعب دوراً كبيراً فى التحكم فى المؤثرات المناخية، ولذلك لابد أن تؤخذ فى الاعتبار فى مرحلة التصميم. فالنوافذ لها ثلاثة أبعاد وهى؛ بعد وظيفى، بعد بيئى وبعد جمالى، وسوف يركز البحث على البعد البيئى. وتتمثل معالجة النوافذ فى معالجة الزجاج الخاص بالنافذة وإضافة الكاسرات الشمسية، وتتمثل معالجة الزجاج فى اختيار زجاج له خواص حرارية فيزيائية عالية الأداء الحرارى بحيث يكون عالى المقاومة الحرارية ومنخفض النفاذية الشمسية الكلية "SHGC"، وهذا الإشعاع الشمسى المباشر النافذ يحتوى على الأشعة تحت الحمراء التى تتسبب فى رفع درجة حرارة الفراغ. وأما عن الكاسرات الشمسية فهى عبارة عن مجموعة شرائح ذات مقاطع مختلفة تقوم بعكس الإشعاع الشمسى الساقط كلياً أو جزئياً وتتحكم فى حركة الهواء.

وتتميز ماده الزجاج بأنها متعددة الخواص تبعا لكل وظيفة فهناك زجاج ماص للحرارة، زجاج عاكس، زجاج ملون وزجاج قليل الانبعاث. وتتميز النوافذ الزجاجية بأنها تكون ذات طبقة زجاج واحدة أو مزدوجة من طبقتين أو ثلاث حسب الوظيفة وحاجة الفراغ. والفراغ الهوائى بين طبقات الزجاج قد يحوى غازات خاملة تمنع نفاذ الحرارة الزائدة إلى الفراغات الداخلية، كما أن هذا الفراغ يمكن إضافة كاسرات بداخله يتم التحكم من خلالها فى كمية الضوء النافذ إلى الفراغ.

ثالثاً معالجة الأسقف: هناك معالجات للأسقف تقليدية وأخرى حديثة؛ فالمعالجات التقليدية هى عبارة عن القبة والقبو، الأسقف المائلة كالهرمية والسقف المزدوج، أما المعالجات الحديثة هى عبارة عن الأسقف الخضراء " Green Roofs" والأسقف ذات الخلايا الشمسية " Solar Roofs". وتتميز جميع أنواع الأسقف التقليدية بالإضافة إلى الأسقف الخضراء بأنها تقوم بتقليل الأحمال الحرارية على الطوابق الأخيرة بالمبنى، أما الأسقف ذات الخلايا الشمسية فهى تقوم بإنتاج طاقة كهربائية مما يجعل المبنى منتجاً للطاقة.

بالإضافة إلى المعالجات باستخدام المواد متغيرة الطور " Phase Change Material": سوف يتم التركيز على نوع من المواد متغيرة الطور، وهى المواد متغيرة الطور لدرجة الحرارة الإيجابية (الساخنة) " Positive (Hot) Temperature PCMs"، وهى تستخدم لأغراض التبريد. والمواد متغيرة الطور بصفة عامة هى إحدى أنظمة تخزين الطاقة الحرارية TES " Thermal Energy Storage"، وبالتحديد أنظمة تخزين الطاقة الحرارية الكامنة، وأنظمة تخزين الطاقة TES بصفة عامة تقوم على ثلاث خطوات أساسية (شكل 8) وهى؛ الشحن ثم التخزين ثم التفريغ (11).



(شكل 8): آلية عمل أنظمة تخزين الطاقة/ الطاقة الكامنة " TES" (11)

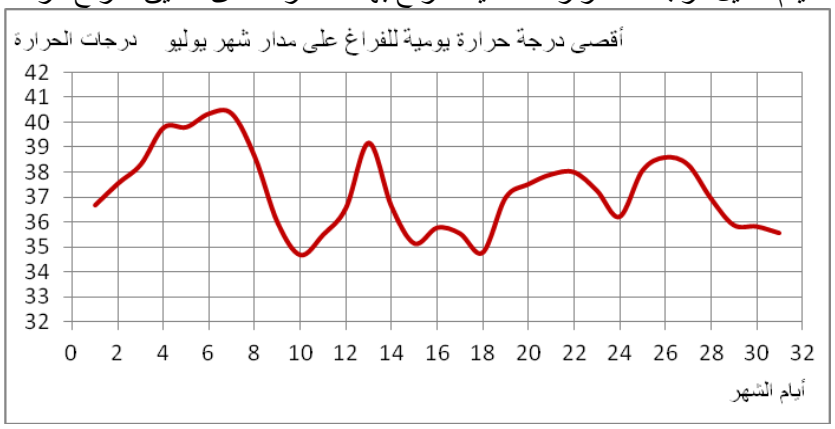
وتقوم هذه المواد بتغير حالتها من الصلبة إلى السائلة، وذلك من خلال امتصاص الحرارة الزائدة بالفراغ وتخزينها كطاقة، أى أن المادة الصلبة تنصهر وتتحول إلى الحالة السائلة، ثم تتحول من الحالة السائلة إلى بخار، ثم تعود الماده إلى حالتها الأصلية لإعادة دوراتها؛ أى تتبلور الماده وتتحول إلى الحالة الصلبة وذلك بفعل خاصية عدم الاستقرار الحرارى والكيميائى. ويتم تصنيف الثلاثة عمليات الخاصة بهذه الماده إلى؛ أولاً عملية الصهر "أ- ب/ (شكل 8)": أى امتصاص

الحرارة الزائدة من الفراغ، ثانياً عملية التبخر "جـ- د/ (شكل 8)": أى تتحول الماده من الحالة السائلة إلى بخار، وتعرف خاصية الطاقة المخزنة المستخدمة فى هاتين العمليتين الانصهار والتبخر بالطاقة الحرارية الكامنة، وأخيراً عملية التبلور: أى تعود الماده إلى حالتها الأصلية "الحالة الصلبة" وتغير حالتها دون التأثير على الفراغ.

4-2- دراسة تطبيق معالجات العناصر المكونة للغلاف الخارجى على أحد الفراغات الداخلية فى منشآت القرى السياحية القائمة بمحافظة بورسعيد

تتناول هذه الدراسة التطبيقية أثر تطبيق معالجات العناصر الرئيسية الثلاثة المكونة للغلاف الخارجى على درجات الحرارة لأحد الفراغات الداخلية، وهذا الفراغ هو غرفة النوم الرئيسية كأحد الفراغات الداخلية لمنشآت القرى السياحية القائمة "قرية الكنارى" بمحافظة بورسعيد، وسوف يتم اختيار الفراغ بالطابق النهائى وذلك لأنه الأكثر تأثراً بدرجات الحرارة الزائدة، ولدراسة أثر معالجة السقف عليه. وسوف تتم الدراسة فى أحد أيام الصيف الأكثر تعرضا لحرارة الزائدة، وذلك من خلال تحليل لأقصى درجات حرارة يومية لشهر يوليو (شكل 9) ومن ثم تحديد ذلك اليوم.

وتقوم هذه الدراسة التطبيقية بتطبيق معالجة العناصر المكونة للغلاف الخارجى كل معالجة على حده، ثم دمج هذه المعالجات للوصول إلى أفضل نموذج مقترح. ويوضح (شكل 9) نتائج محاكاة الفراغ فى الوضع القائم فى شهر يوليو وأقصى درجات حرارة يومية لهذا الشهر، كما يوضح (شكل 10) التغير فى درجات الحرارة اليومية لهذا الفراغ. وتقدر قيمة الانتقالية الحرارية الكلية للحائط القائم " U-Value" هى 2,255 وات / م 2.س، والمقاومة الحرارية الكلية للحائط القائم "R-Value" هى 0,444 م2.س / وات. كما تقدر قيمة الانتقالية الحرارية الكلية للسقف القائم " U-Value" هى 2,778 وات / م 2.س، والمقاومة الحرارية الكلية لهذا للسقف " R-Value" هى 0,36 م2.س/ وات. كما تقدر أيضاً قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للزجاج الأبيض "SHGC"هى 0,729 والانتقالية الحرارية الكلية للزجاج هى 5,894 وات/ م2.س. وسوف يتم تحليل درجات الحرارة الداخلية للفراغ بهدف معرفة مدى تحقيق الفراغ للراحة الحرارية.

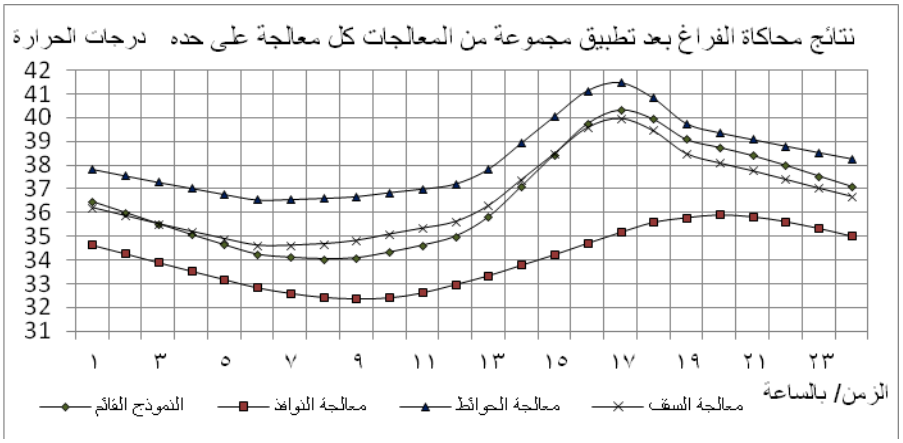


(شكل 9): محاكاة لأقصى درجة حرارة يومية لشهر يوليو للفراغ، ويتضح أن يوم 6 يوليو هو الأقصى درجة حرارة

(شكل 10): التغير فى درجات الحرارة فى اليوم الواحد، ليوم 6 يوليو

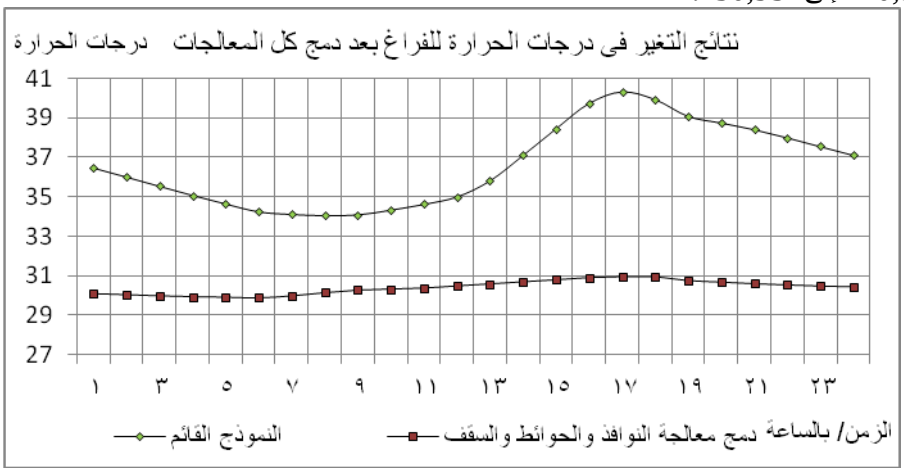
يتبين من (شكل 10) أن درجات الحرارة اليومية تتراوح ما بين 34,05 ° إلى 40,33 °، وهى قد تجاوزت حدود الراحة الحرارية. وسوف يتم محاكاة الفراغ بعد مجموعة من المعالجات، كل معالجة على حده (شكل 11)، وتقوم معالجة النافذة على استبدال الزجاج القائم ذى الانتقالية الحرارية 5,894 وات / م2.س بزجاج مزدوج عاكس ذى انتقالية حرارية 2,216 وات / م 2.س، ومع إضافة كاسرات ثابتة بزاوية 45 على النافذة، وهى عبارة عن شرائح مصنوعة من ماده عازلة "Polystyrene"، وعددها إحدى عشرة كاسرة ذات بروز 0,20 متر.

وتقوم معالجة الحوائط على إعادة تغليف الحوائط القائمة بألواح عازلة، وهى عبارة عن ألواح عازلة مصنوعة من ماده البولى يوريثان " Polyurethane" بسمك 20 سم، وتكون قيمة الانتقالية الحرارية الكلية للحائط بعد المعالجة " U-Value" هى 0,123 وات/ م 2.س، والمقاومة الحرارية الكلية للحائط " R-Value" هى 8,136 م 2.س/ وات. وتقوم معالجة الأسقف على تحويل السقف إلى سقف أخضر، وتقدر قيمة الانتقالية الحرارية الكلية للسقف الأخضر "U-Value" هى 0,215 وات/ م ^{2}.س، والمقاومة الحرارية الكلية للسقف " R-Value" هى 4,646 م ^{2}.س/ وات، وهذه القيم تشمل طبقات السقف الأساسية.



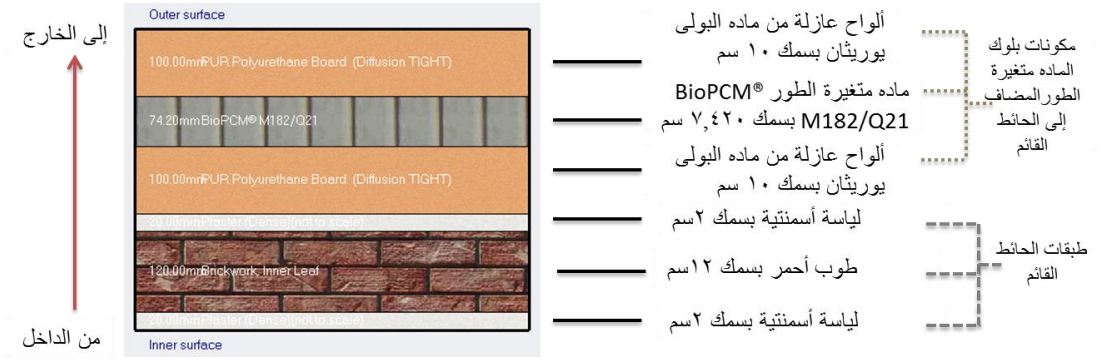
(شكل 11): نتائج محاكاة الفراغ بعد تطبيق مجموعة من المعالجات كل معالجة على حده

يتبين من (شكل 11) بعد المعالجات على الفراغ كل معالجة على حده، أنه هناك استجابه للفراغ لبعض المعالجات كمعالجة النوافذ ومعالجة السقف، وعدم استجابه لمعالجة الحوائط. وأن هناك انخفاض فى درجات الحرارة. ويتضح دور النوافذ فى هذا التحسن. وسوف يتم دمج كل المعالجات معا (شكل 12)؛ وهى عبارة عن دمج كلٍ من معالجة النوافذ، الحوائط ومعالجات الأسقف، ويتبين أنه هناك انخفاض فى درجات الحرارة للفراغ بمقدار 9,38 °، وأن أقصى درجة الحرارة انخفض من 40,33 ° إلى 30,95 °.

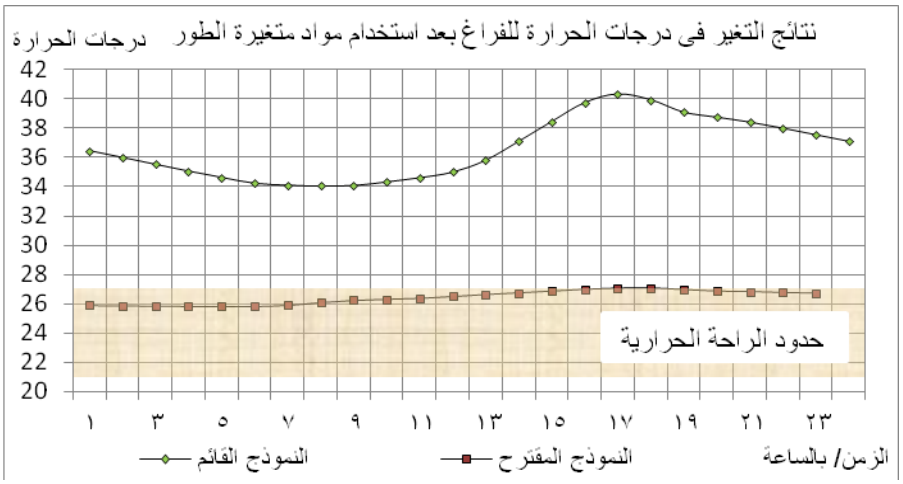


(شكل 12): نتائج التغير فى درجات الحرارة للفراغ بعد معالجة المبنى بأكمله، ومقارنتها مع الوضع القائم

يوضح (شكل 13) طبقات الحوائط الخارجية الجديدة بعد إضافة الماده متغيرة الطور؛ وهى عبارة عن قالب يأخذ الوجهان الخارجيان له ماده البولى يوريثان بسمك 10 سم، وفى المنتصف الماده متغيرة الطور BioPCM®M182/Q21 بسمك 7،420 سم. وتصبح قيمة الانتقالية الحرارية الكلية للحائط "U-Value" بعد المعالجة هى 0,118 وات/ م2.س، والمقاومة الحرارية الكلية للحائط " R-Value" هى 8,507 م 2.س/ وات. يتبين من (شكل 14) بعد دمج كلٍ من معالجة النوافذ ومعالجة الأسقف مع ماده BioPCM®M182/Q21، أنه هناك انخفاض فى درجات الحرارة للفراغ بمقدار 13,29 °، وأن أقصى درجة الحرارة انخفضت من 40,33 ° إلى 27,04 °.



(شكل 13): طبقات الحائط الخارجي النهائية، بعد المعالجة باستخدام الماده BioPCM®M182/Q21



(شكل 14): نتائج التغير فى درجات الحرارة للفراغ بعد معالجة المبنى بأكمله وإضافة الماده متغيرة الطور، ومقارنتها مع الوضع القائم

5- النتائج

- هناك مشكلة تواجه منشآت القرى السياحية القائمة فى محافظة بورسعيد وغيرها، وهى الارتفاع فى درجات الحرارة. ونظرا لأن أغلب القرى السياحية القائمة لا تخضع لتصميم بيئى، كما لا يهتم المهندسون بعمل دراسات تحليلية للمشروع تختص بكل من الجوانب البيئية، المناخية والموقع.
- استمرار مشكلة الارتفاع فى درجات الحرارة مع بقاء المنشآت القائمة على وضعها الإنشائى بدون السعى إلى حل المشكلة، سوف يؤدى هذا إلى زيادة الأحمال الحرارية على المنشآت واللجوء إلى أجهزة التهوية الاصطناعية. ومع الاستمرار في هذه المشكلة فسوف ينتج عنها زيادة فى استهلاك الطاقة، وسوف تصبح الفراغات الداخلية لا تحقق مناخاً صحياً لشاغليها.
- يتضح من البحث مدى أهمية تقنيات التبريد السالب - سواء من المعالجات البيئية التقليدية والحديثة - والتى تلعب دوراً كبيراً فى معالجة المبانى القائمة فى مرحلة التشغيل، ورفع كفاءة الأداء الحرارى لها.
- هناك انخفاض فى درجات الحرارة فأصبحت درجة الحرارة الداخلية تتراوح بين 25,83 ° إلى 27,04 °، وهى فى حدود الراحة الحرارية وذلك نتيجة لتطبيق تقنيات التبريد السالب باستخدام ماده BioPCM®M182/Q21.

6- التوصيات

- يجب على الجهات المسؤولة عن القرى السياحية الخاصة بمحافظة بورسعيد تشجيع المستثمرين فى القرى بدخول هذه القرى فى مجال السياحة المستدامة، وذلك عن طريق رفع كفاءة الأداء الحرارى لمنشآت القرى السياحية القائمة.
- لابد من ترشيد استخدام الموارد البيئية فى القرى السياحية وليس فقط الطاقة، بل الاستغلال الأمثل لكل الموارد كالماء، طاقة الكتلة الحيوية وغيرها.
- تأهيل المنشآت القائمة للاستدامة لا يشكل آثاراً سلبية على القرية كتعطيلها أو رفع التكاليف على المستثمرين ، بل العكس فإعادة التأهيل تعود بالنفع على القرية بحيث تخفض من استهلاك الطاقة فى الأعوام القادمة. كما أنه يمكن اعتبار إعادة التأهيل هى نوع من صيانة الوحدات المصيفية التى تجرى عليها كل سنة.

- يجب تطبيق تقنيات التبريد السالب على منشآت القرى السياحية، وذلك للوصول إلى مستوى الراحة الحرارية فى الفراغات الداخلية لها.
- لابد من تطبيق معالجات الأسقف على الأسقف النهائية لكل منشآت القرية وتحويلها إلى أسقف خضراء، الهدف من زراعة الأسقف هو تخفيض الأحمال الحرارية على المبنى، بالإضافة تحسين جودة الهواء بداخل القرية فكلما زادت المسطحات الخضراء زادت نسبة نقاء الهواء.

المراجع

١) أحمد أحمد فكرى- عباس محمد الزعفرانى، **"الزجاج ذو النفاذية الاختيارية للإشعاع الشمسى- مدخل للتصميم البيئى للفتحات الخارجية فى المبانى"**، مؤتمر قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 2006م.

٢) أحمد أيمن خلوصى - محمد ماجد خلوصى، **الموسوعة المعمارية للتصميم المعمارى "القرى السياحية"** ، الطبعة2006م.

٣) الجهاز التنفيذى للمنطقة الحرة لمدينة بورسعيد.

٤) جهاز تخطيط الطاقة، **"دليل العمارة والطاقة"**، يوليو 1998م.

٥) شفق العوضى الوكيل - محمد عبد الله سراج، **"المناخ وعمارة المناطق الحارة"** ، عالم الكتب، الطبعة الثالثة، 1989م.

٦) قرية الكنارى السياحية بمدينة بورسعيد.

٧) قرية النورس ستايل السياحية بمدينة بورسعيد.

٨) محمد عبد الفتاح أحمد العيسوى، **"تأثير تصميم الغلاف الخارجى للمبنى على الإكتساب الحرارى والراحة الحرارية للمستعملين- منهج لعملية التصميم البيئى للغلاف الخارجى للمبانى"**، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، كلية الهندسة، 2003م.

٩) وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية - المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء، **"الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى"** - الجزء الأول - المبانى السكنية، كود رقم (2005/306)، طبعة 2016، إصدار 2005م.

10) Alvaro de Gracia - Luisa F. Cabeza, "**Phase change materials and thermal energy storage for buildings**", Elsevier, Energy and Buildings 103 (2015) 414-419.

11) Lavinia Gabriela SOCACIU, "**Thermal Energy Storage with Phase Change Material**", Leonardo Electromic Journal of Practices and Technologies, Issue 20, January-June 2012, p.75-98

12) M. A. Haggag & S. K. Elmasry, "**Integrating Passive Cooling Techniques For Sustainable Building Performance In Hot Climates With Reference To The UAE**", WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 150, 2011 WIT Press.

13) Michael Bauer-Michael Schwarz-Peter Mosle**, "Green Building-Guidebook for Sustainable Architecture"**, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, Original edition, 2007

14) Norbert Lechner, **"HEATING, COOLING, LIGHTING: Sustainable Design Methods for Architects"**, John Wiley & Sons. Inc. Hoboken. New Jersey, Fourth Edition, 2015.

15) U.S. DEPARTMENT OF ENERGY-Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, BUILDING TECHNOLOGIES OFFICE, **"Windows and Building Envelope Research and Development: Roadmap for Emerging Technologies"**, Karma Sawyer-Windows and Building Envelope Technology Manager, February 2014.