مسابقة أفضل مقالة علمية
أفضل مقال - كلية طب الأسنان
أفضل مقال - كلية الصيدلة
أفضل مقال - كلية الهندسة (معلوماتية - الصالت)
أفضل مقال - كلية الهندسة المدنية
أفضل مقال - كلية هندسة العمارة
أفضل مقال - كلية العلوم الإدارية و المالية

الكاتب : د. أنطوانيت مخائيل

ملخص

تتناول هذه الورقة تصميم جدار تروميي Trombe wall أو ما يسمى بالجدار الشمسي السلبي Solar Wall من حيث بنية الجدار وآلية عمله والمواد المستخدمة فيه ونسبة إنجازه في التدفئة ، التزييد وفوائده في توفير الراحة لشاغلي البناء وتقليص استهلاك الطاقة ، كما يستعرض البحث بعض التصاميم الجديدة المعدلة عن جدار تروميي التقليدي والتي تحاول أن تتلاءم مع معطيات المناخ الحار في الصيف والشتاء ،ولكن على الرغم من الأبحاث الكثيرة المنشورة لجدار تروميي خلال السبعين سنة الماضية إلا إن تصميم وتطبيق فعال وتكاليف مدروسة لاستخدامه في الأقاليم الحارة مازال بحاجة إلى عمل بحثي متواصل .

الكلمات المفتاحية: جدار تروميي – الجدار الشمسي – المناخ الحار – التدفئة الشمسية السلبية.

هدف المقال

يحدد البحث المواصفات التي يمكن تعديلها بنبية الجدار التقليدي لجدار Trombe أو بآلية عمله أو بالتجهيزات التي يمكن إضافتها لتصميم الجدار وذلك من أجل معالجة الزيادة الحرارية في الصيف والزيادة بالتراكم الحراري وتأثير الحفظ في الشتاء للاستفادة من هذه التكنولوجيا الحديثة بالشكل الأمثل وبما يتلاءم مع معطيات المناخ الحار.

مقدمة

تعاني البلدان العربية ومنها سوريا من صيف حار وشتاء بارد، بالإضافة للأعباء الكبيرة لتأمين موارد الطاقة العادية (وقود – كهرباء) والتكاليف الباهظة لها، لذلك وجب على هذه البلدان استثمار الطاقات البديلة التي لا تنفد والتي لا تسبب تلوثاً للبيئة من خلال التقنيات المعمارية الحديثة المستدامة كجدار تروميي.

1- تصميم جدار تروميي التقليدي

1-1- بنية جدار تروميي التقليدي:

وهو عبارة عن جدار مبني من مواد بسعة تخزين حراري عالية كالخرميد، الإسمنت، الحجر واللبن بسماكة **(10-40)** سم ويلون السطح الخارجي للجدار باللون الأسود من أجل زيادة امتصاصه للحرارة، ويرجح السطح الخارجي للجدار مع ترك فراغ هواء بينه وبين الجدار يبلغ (3-6) سم. ويكون الزجاج مفرد أو مزدوج ذو خاصية انتقال عالية للحرارة من أجل الكسب الحراري للأشعة الشمس، مع وجود مراوح عند طرفي الجدار من الأعلى والأسفل لتوضعان على فتحتان على الفراغ الداخلي للمبنى [2] [1].

1-2- آلية عمل جدار تروميي التقليدي:

يمتص الجدار الإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر خلال النهار وينقل الحرارة إلى داخل كتلة الجدار بواسطة الحمل الحراري ويتم التوصيل في الليل [3] وتختلف آلية عمله بين الصيف والشتاء كالتالي:[4]

1-2-1- آلية عمله في الشتاء: خلال النهار يتجمع جزء من الحرارة في فراغ النافذة الداخلي وتدخل إلى البيئة الداخلية بواسطة المراوح، بينما يخزن الجزء الثاني بكتلة الجدار، وخلال الليل بعد تحديد انشار الحرارة عن طريق إغلاق المراوح القابلة للضبط يعيد الجدار الحرارة التي كانت متراكمة بالجدار من الإشعاع الشمسي بالتوصيل الحراري.

1-2-1- آلية عمله في الصيف: خلال النهار تتجمع الحرارة من الإشعاع الشمسي ضمن الجدار وفي الليل يمتص الجدار حرارة المبنى الداخلية وينشرها إلى الخارج مخفضاً درجة الحرارة الداخلية للمبنى.

2- بعض المعالجات لجدار تروميي التقليدي في المناخ الحار

من خلال مجوعة من الأبحاث والتجارب حول التغلب على مشاكل جدار تروميي في المناخ الحار تم إيجاد بعض الحلول سواء ببنية الجدار أو بتغير آلية عمله أو بإضافة تجهيزات جديدة كالتالي:

2-1- التحكم بعمل المراوح: يتم تنظيم عمل المراوح على افتراض إن درجة الحرارة أكبر من 24 درجة مئوية أو أصغر من 20 درجة مئوية ودرجة الحرارة الخارجية أكبر من درجة الحرارة الداخلية للمبنى [5]. بالإضافة لجدولة التشغيل اليومي والفصلي للمراوح والتي يمكن أن تقود إلى تخفيض ملحوظ في الطلب على الطاقة.

2-2- اختيار المواد: إن نوعية المواد المستخدمة في جدار تروميي تحدد مدى فاعلية الجدار لأنها تساهم في التخزين، النقل والتوصيل الحراري. ولقد تم استخدام مواد ال PCMs(phase-change materials) التي تساهم بتخفيف التغير بدرجات الحرارة السطحية من خلال تقليل كتلة التخزين الحراري، إذ كان التدفق الحراري المدفوع من قبل الإشعاع الشمسي كبير جداً، ويتألف هذا الجدار الخفيف الوزن من ألواح جصية مع نواة مكونة من الخشب المعدن ويضاف إليه مواد ال PCMs القائمة على البرافين والشمع المستخدم وتوضع في الطبقتين (1 و5) كما في الشكل(1) بحيث تكون سماكة الجدار الكلية 220 مم ، بالإضافة إلى الزجاج الخارجي بسماكة 6 مم المفصول عن الجدار بفراغ هواء 10سم . [6]

الشكل (1): يبين مقطع بجدار تروميي المعدل باستخدام مواد جديدة [6]

2-3- العزل: إن العزل الحراري المناسب لجدار تروميي من الداخل يحسن فعالية النظام في الصيف والشتاء. ويشكل مشابه إن مواد الزجاج. سماكته وعدد طبقاته يزيد فاعلية الجدار كما تم اقتراح نشر مادة تغطية spandrel (أفلام) تزيد فاعلية الزجاج من خلال تقليل الإشعاع الشمسي.

2-4- مساحة وسماكة جدار تروميي: إن نسبة مساحة جدار تروميي إلى مساحة الجدار الكلية يعتبر من البارمترات المهمة في تقييم فعالية الجدار وكذلك الأمر بالنسبة لسماكة الجدار. عموماً كلما زاد وزن وكتلة الجدار زادت سعة التخزين الحرارية، بالمقابل ينشأ عن ذلك ضعف بالإشراف عند زيادة مساحة الجدار. وقد تم اقتراح جدار تروميي المتعرج (zigzag) يكون فيه الجدار على شكل حرف V مؤلف من ثلاثة أقسام الأول يواجه الجنوب والقسمين الآخرين يشكل حرف V فيه القسم الجنوب الشرقي مزود بتواقد لتزويد الحرارة والضوء في الصباح ويستخدم السقف المتدلي الخارجي لتجنب الزيادة الحرارية خلال أيام الصيف وعند الظهيرة عموماً لما تكون الشمس مرتفعة كما في الشكل (2).

الشكل (2): يبين مسقط وواجهة لجدار تروميي المتعرج

2-5- آلية عمل باستخدام البخار: تقوم هذه الآلية على تقليل النقل الحراري من وإلى البناء باستخدام طبقة سائلة (ربما تكون ماء) ويعمل هذا الاقتراح على فكرة إن بخار الماء له قابلية توصيل حراري منخفضة وهكذا باستخدام الأنابيب الحرارية الموجودة في الأبنية للدفئة الماء لأغراض مرئية يمكن أن تبخر هذه الأنابيب كمية محددة من البخار تستخدم كعازل لمنع الإشعاع الشمسي من لدفئة جدران الأبنية في فصل الصيف كما في الشكل (3).

الشكل (3): يبين آلية العمل بالبخار

النتيجة

سجلت جدران تروميي كتكنولوجيا معمارية مستدامة للتدفئة والتهوية وهي عبارة عن مغلفات للبناء ساهمت في تقليل استهلاك الطاقة للمبنى فقللت الطلب على التدفئة بأكثر من 20% وخفضت أحمال التزييد بأكثر من 35% ، لذلك ينصح بالعمل على تفعيله بشكل جاد بالمباني من خلال أبحاث تعمل على دراسة مواد وآليات عمل جديدة تناسب المنطقة والمناخ وتكون ذات تكاليف مدروسة وتوفير ملحوظ .

التوصيات

يوجد مجموعة من المواضيع المطروحة بشدة للدراسة والبحث عالمياً لزيادة فاعلية الجدار منها:

- استخدام الزجاج المضاعف المملوء بغاز أو سائل.
- البحث في المسافة بين الجدار والزجاج للمناخات المختلفة.
- دراسة مواد الزجاج متضمناً العمل على تقليل الانعكاس الخارجي وزيادة الاختراق من الخارج إلى الداخل لإنقاص المفقدان الحراري.
- تأثير لون الزجاج ولون الجدار على إنجازه.
- تأثير حجم، ارتفاع، عرض وموقع المراوح وزاوية دوران الهواء المنطلق منها.

المراجع

[1] Simoes,N,etc – Energy performance of solar and Trombe walls in Mediterranean climates – June 2021.

[2] Trocellini,P.etc ,Conference of renewable energy laboratory NREL –Trombe walls in low-energy buildings : practical experiences – Denver, Colorado, July 2004.

[3] Sacht,H.etc – Passive façade solution Trombe wall thermal performance for gimp areas- Portugal, January 2013.

[4] Saadation,O .etc , Renewable and sustainable energy reviews – Trombe walls : A review of opportunities and challenges in research and development- Octobe,2012.

[5] Consuegra,F .etc, Advances in building energy research – Design, optimization and construction of prototype for thermo chromic Trombe wall, October 2019.

[6] Elsevier, L, Procedia – Trombe walls for light weight buildings in temperate and hot climates : Exploring the use of phase-change materials for performance improvement- Australia ,Sydney NSW 2012.

[7] Othman, A. etc, International journal of scientific @engineering research-Utilization of the Trombe wall in hot climate regions : Jordan as a case study- volume 7, Issue 12, December 2016