Journal of Engineering Sciences
Assiut University
Faculty of Engineering
Vol. 46
No. 5
September 2018
PP. 630 – 641

تأثير الأفنية الداخلية علي الأداء الحراري للفراغات المطلة عليها في المباني الجامعية بصعيد مصر خلال الفترة الباردة: دراسة حالة (مبني كلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة)

دينا أحمد محمد حسين، عمرو سيد حسن، عبد المنطلب محمد علي

قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة أسيوط

Received 20 June 2018; Accepted 24 June 2018

الملخص:

نظراً للأهمية الأفنية في الباني التعليمية؛ والتي تعمل علي تحسين البيئة المناخية، وتأثيرها علي تعلم وأداء الطلاب. ولعدم وجود دراسات ميدانية حقلية كافية فى الفترة الباردة للعام الدراسي للمباني الجامعية، فأن البحث يركز علي دراسة الأداء الحراري للأفنية الداخلية والفراغات المطلة عليها في المباني الجامعية، وتأثيرها علي الراحة الحرارية للطلاب المتواجدين في الفناء خلال الفترة الباردة من العام الجامعي؛ والتي تمثل القياس في أشهر(أكتوبر، نوفمبر، فبراير). يهدف البحث إلي دراسة تأثير وجود الأفنية الداخلية علي الأداء الحراري للفراغات المطلة عليها خلال الفترة الباردة للعام الجامعي، في مبني كلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة. ولتحقيق هدف الدراسة يعتمد البحث علي المنهج التحليلي والقياسات الميدانية والإستبيان. لذا تم قياس (درجات الحرارة الداخلية والخارجية، الرطوبة النسبية، وسرعة الهواء) للأفنية والفراغات المطلة عليها، وتم توزيع عدد 360استمارة إستبيان في "الفناء رقم2" أثناء الفترة الباردة والتي تمثل القياس في أشهر (أكتوبر، نوفمبر، فبراير). وأظهرت النتائج إرتفاع قيم درجات الحرارة "للفناء رقم2"عن "الفناء رقم1 والفناء رقم3" خلال الفترة الباردة، وسجلت درجات الحرارة الداخلية للفراغات المطلة علي الأفنية في نطاق درجات الحرارة المقبولة خلال الفترة الباردة، وانخفضت درجات الحرارة لها عن درجات الحرارة للفراغ المُطل علي الواجهة الخارجية، كما تراوح الإحساس الحراري للطلاب في "الفناء رقم2" بين "محايد" و"حار قليلاً". وسوف يتم إستكمال الدراسة للأداء الحراري للأفنية والفراغات في الفترة الحارة وحتي نهاية العام الدراسي.

الكلمات المفتاحية: الراحة الحرارية- المباني الجامعية- الفناء- الأداء الحراري.

1. المقدمة:

وفقاً لتغير المناخ العالمي' نحتاج لمباني مُصممة بشكل جيد حتى نتمكن من تحقيق مستويات عالية لكفاءة إستخدام الطاقة مع الحفاظ على صحة وراحة المستخدمين[1]. حيث تلعب الراحة الحرارية دوراً رئيسياً في قطاع المباني وخصوصا في المناطق الحارة الجافة، لما لديها من تأثير علي درجة الحرارة الداخلية وكذلك علي إستهلاك الطاقة [2]. تحتاج المباني الجامعية إلي مستوي عالٍ من جودة البيئة الداخلية [3]، حيث يقضي الطلاب فترات طويلة قد تصل إلي ثلث اليوم في الفراغات التعليمية [4]. وغالبا مايكون ذلك في فترة النهار حيث تكون الظروف البيئية غير المريحة وبالتالي تتسبب في خلق بيئة غير مريحة تؤدي إلي إنخفاض الإنتاجية وقلة تحصيل الطلاب[5]. وقد ظهرت مشاكل الراحة الحرارية في البيئة الداخلية للمباني الجامعية في المناطق الحارة الجافة وتمثلت معظمها في: إرتفاع درجة الحرارة [6]، التهوية غير الكافية، كثافة الطلاب العالية [7]. وللوصول إلى أحسن كفاءة حرارية داخل المبنى في المناطق الحارة الجافة يجب الأخذ في الاعتبار ملاءمة جميع عناصر المبنى للبيئة وأهمها: الفناء الداخلي، الفتحات ووسائل تظليلها، لون وملمس الحوائط الخارجي للمبنى، السطح العلوي للمبنى، العناصر المائية والخضراء، عناصر توجيه الهواء [8].

وقد توصل عدد كبير من الباحثين أن "المبني ذو الفناء يُعد أفضل المباني استخداماً في المناطق الصحراوية الجافة" [9، 10، 11، 12، 13]. كثرت الدراسات حول دراسة أداء الفناء في المباني السكنية بالمناطق الصحراوية الجافة [14، 15، 16، 17، 18].

يؤثر تصميم الفناء ومكوناته علي الأداء الحراري للفناء وبالتالي علي درجة الحرارة الداخلية[19]. حيث درس مجموعة من الباحثين تأثير شكل وتوجيه الفناء علي نسبة التظليل وايضًا علي أداء الفناء [20، 21، 22، 23، 24]، عن طريق برامج المحاكاة "Design Builder" و"ENVI–met". وهناك دراسة تناولت تأثير نسبة الارتفاع/العرض علي الاداء الحراري في الأفنية، عن طريق برنامج المحاكاة "Ray Man" لمحاكاة ثلاثين فناء بنسب مختلفة، وأظهرت أن الفناء العميق أفضل حرارياً[25]؛ كما أكدت دراسة أخري علي تأثير الفناء العميق علي درجة الحرارة الداخلية في المناطق الحارة الجافة، وأظهرت النتائج انخفاض درجة الحرارة الداخلية لغرفة مُطلة علي فناء عميق بمقدار 11 كلفن عن درجة الحرارة الخارجية[26]. علاوة علي ذلك تناولت بعض الدراسات تأثير التوجيه علي الأداء الحراري للفناء، ووجدوا أن التوجيه الأفضل للفناء من الممكن أن يحسن من الأداء الحراري له، بينما أن التوجيه غير الصحيح يمكن أن يشكل مصدراً لعدم الارتياح حرارياً [27،28].

أشارت العديد من الأبحاث إلي أن التظليل من أهم العناصر لخفض درجة الحرارة للأفنية في المناطق الحارة الجافة، عن طريق (الأشجار، حوائط الفناء، أجهزة التظليل)، ووجدوا أن التظليل هو أفضل وسيلة لتحسين الأداء الحراري للأفنية في المناخ الحار الجاف[29، 30،31]. وايضاً تناولت دراسة تأثير تظليل الفناء علي الأداء الحراري للفراغات المطللة عليه، ووجد أن تظليل الفناء يُحسن من الأداء الحراري للفناء والفراغات المطلة عليه[32]. كما تناولت بعض الأبحاث تأثير المسطحات الخضراء والأشجار علي انخفاض درجة الحرارة للأفنية في المناطق الحارة الجافة [33]، حيث انخفضت درجة الحرارة للفناء المزروع بنسبة 20% من إجمالي مساحته، بمقدار 4,6كلفن عن الفناء غير المزروع [34]. ورغم كثرة الدراسات التي تركز علي دراسة الأداء الحراري للفناء في الإقليم الصحراوي الجاف، لكنها لم تركز علي دراسة الأداء الحراري للأفنية الداخلية والفراغات المطلة عليها خلال الفترة الباردة للعام الدراسي في المباني الجامعية، وتأثيرها علي الراحة الحرارية للطلاب المتواجدين في الفناء خلال الفترة الباردة؛ والتي تمثل القياس في أشهر(أكتوبر، نوفمبر، فبراير).

1.1. إشكالية الدراسة:

نظراً للأهمية وجود الأفنية في المباني التعليمية؛ حيث يُحسن من البيئة المناخية الداخلية للفراغات المطلة عليه. والتي تعمل علي تحسين الراحة الحرارية للبيئة الداخلية للمباني الجامعية، وتأثيرها علي تعلم وأداء الطلاب. لذلك تظهر الحاجة إلي دراسة الأداء الحراري للأفنية الداخلية والفراغات المطلة عليها في المباني الجامعية، للتحقق من مدي ملاءمتها مناخيًا في الفترة الباردة، وتأثيرها علي الفراغات المُطلة عليه.

2.1. الهدف من الدراسة:

يهدف البحث إلي دراسة تأثير وجود الأفنية الداخلية علي الأداء الحراري للفراغات المطلة عليها في المباني الجامعية، والراحة الحرارية للطلاب المتواجدين في الفناء، خلال الفترة الباردة للعام الدراسي.

3.1. فرضية الدراسة:

يؤثر تصميم الفناء علي الأداء الحراري له وبالتالي علي درجة الحرارة الداخلية للفراغات المطلة عليه، والراحة الحرارية للطلاب المتواجدين في الفناء، بصعيد مصرفي الفترة الباردة.

4.1. منهجية الدراسة:

تم استخدام "المنهج التحليلي " في:

- التحليل المناخي لمدينة سوهاج.
- دراسة تحليلية لمبني كلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة كمثال تطبيقي.
- تحليل نتائج القياسات والإستبيانات.

تم استخدام "المنهج التطبيقي" في:

- إجراء القياسات الميدانية (درجات الحرارة الداخلية والخارجية، الرطوبة النسبية، وسرعة الهواء) للأفنية والفراغات المطلة عليها، عن طريق أجهزة القياس الموضحة بالجدول رقم (1). يتم القياس خلال الفترة (من9صباحاً إلي 3مساءً) لمدة 6أيام من كل شهر، أثناء الفترة الباردة والتي تمثل القياس في أشهر(أكتوبر، نوفمبر، وفبراير) للعام الدراسي 2017م- 2018م.

تم استخدام المنهج "الوصفي- الحقلي" في:

- توزيع استمارات في الفترة (1م إلي 2م) فترة جلوس معظم الطلاب للإستراحة داخل "الفناء رقم2" حيث إنه الفناء الرئيسي لمبني كلية الزراعة، وكان عددها 360 استمارة خلال فترة القياسات في الفترة الباردة.

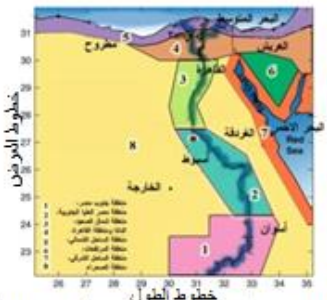
جدول 1. الأجهزة المستخدمة في فترة القياس.

القياسات	الجهاز المُستخدم	الدقة	المدي
درجة الحرارة والرطوبة في الأفنية	TR72Ui	±1%، ± 1م°	(صفر إلي 45 م°)، (10%إلي90% **RH**)
سرعة الهواء في الأفنية	EA3000 Standard Handheld Anemometer	+،5%± 0،1م/ث	0،2م/ث إلي 30 م/ث
درجة الحرارة والرطوبة في الفراغات	TR-76Ui	±1%، ± 1م°	(صفر إلي 45 م°)، (10%إلي90% **RH**)

2. دراسة الحالة:

1.2. التحليل المناخي لمدينة سوهاج:

تقع مدينة سوهاج علي خط عرض 26،56° شمالاً وخط طول31،69° شرقاً وترتفع 67 متراً فوق سطح البحر، تقع في منطقة مصر العليا الجنوبية طبقاً لتصنيف الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة الصادر عن المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء [35] كما هو موضح بالشكلين رقمي (1، 2).



شكل 1: خريطة التصنيف المناخي لمصر تبعا لتصنيف مركز بحوث الإسكان والبناء، 2006 [34]

شكل 2: موقع مدينة سوهاج الجديدة وعلاقتها بمدينة سوهاج

وتتراوح درجات الحرارة في فصل الشتاء بين حوالي7،3°م - 22°م، بينما يصل متوسط أعلى درجة حرارة الهواء صيفاً إلى حوالي 39،6°م نهاراً وتنخفض إلى حوالي23،1°م ليلاً[36].

كما تتراوح درجات الرطوبة النسبية بين أقل قيمة لها (30%) في شهر مايو وأعلى قيمة لها (57%) في شهر يناير. وبين (30%-45%) صيفاً، (44%-57) شتاءً[36].

وبالنسبة للرياح فتهب شمالية وشمالية غربية شتاءً، أما في فصل الصيف فتهب شمالية غربية وشمالية[37].

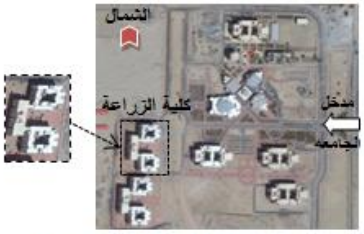
وتسقط أكبر كمية مطر في شهر (مارس، أبريل، ومايو) تقدر بحوالي (2،مم)، ويليه شهر (يناير، فبراير، وديسمبر) (1،مم)، أما باقي شهور السنة فينعدم خلالها سقوط الأمطار، وعموماً تتميز مدينة سوهاج بالندرة الشديدة في سقوط الأمطار[37].

وبالنسبة للإشعاع الشمسي، فتتميز مدينة سوهاج بالسماء الصافية طوال العام و يكون الإشعاع الشمسي مباشراً وقوياً، إن أعلى قيمة للإشعاع الشمسي تحدث في كل من شهري يونيو ويوليو، وأقل قيمة في شهر فبراير[37].

2.2. دراسة تحليلية لمبني "كلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة" كمثال تطبيقي:

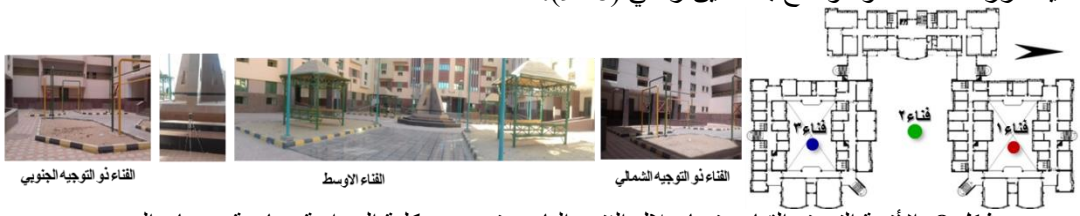
يقع مبني كلية الزراعة غرب المدخل الرئيسي لجامعة سوهاج الجديدة في مدينة سوهاج الجديدة كما هو موضح بالشكلين رقمي (6، 7). يتكون المبني من خمسة أدوار متكررة وأرضي بمساحة إجمالية 7492م^2، توجد ثلاثة أفنية في المبني بمساحة 3147م^2. يتكون المبني من ثلاثة أجنحة تتوسطها أفنية يطل عليها جزء من الفصول والمعامل و مكاتب أعضاء هيئة التدريس. وتطل الفصول الدراسية والمعامل علي الواجهة الشمالية، بينما تطل مكاتب أعضاء هيئة التدريس وقاعتي تدريس علي الواجهة الجنوبية، وتأخذ القاعات التوجيه الشرقي، بينما المكاتب الإدارية ومكاتب أعضاء هيئة التدريس والفصول تأخذ التوجيه الغربي.

شكل 6: الواجهة الرئيسية لمبني كلية الزراعة



شكل 7: الموقع العام لمبني كلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة

- أماكن القياس: تم القياس في الأفنية الثلاثة والفراغات المطلة عليها في الدور الثاني بمبني كلية الزراعة، كما هو موضح بالشكلين رقمي (8، 9).



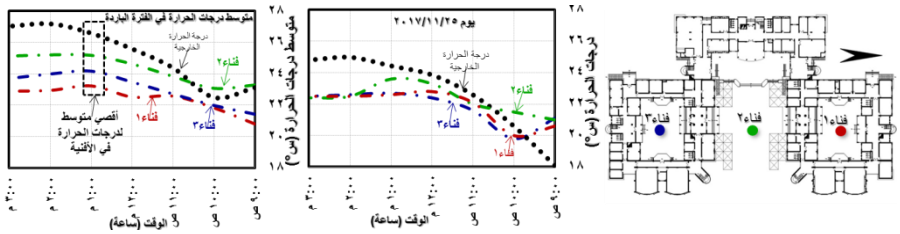
شكل 8: الأفنية التي تم القياس فيها خلال الفترة الباردة في مبني كلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة.

شكل 9: الفراغات التي تم القياس فيها خلال الفترة الباردة في مبني كلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة.

3. النتائج:

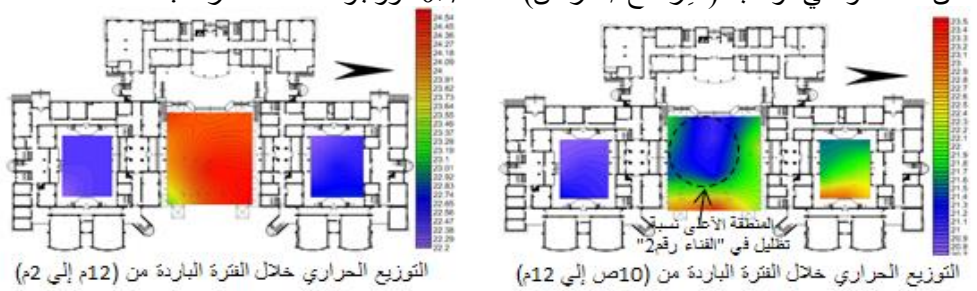
1.3. لأداء الحراري للأفنية:

يتضح من دراسة شكل رقم (10) إنخفاض درجات الحرارة للأفنية الثلاثة عن درجات الحرارة الخارجية خلال الفترة الباردة. حيث سجل الفرق لمتوسط درجات الحرارة للأفنية الثلاثة علي التوالي (3،3، 1،4، 2،4) كلفن عند الساعة 1مساءً، بينما سجل أقصي متوسط لدرجات الحرارة الخارجية 26،5°م.



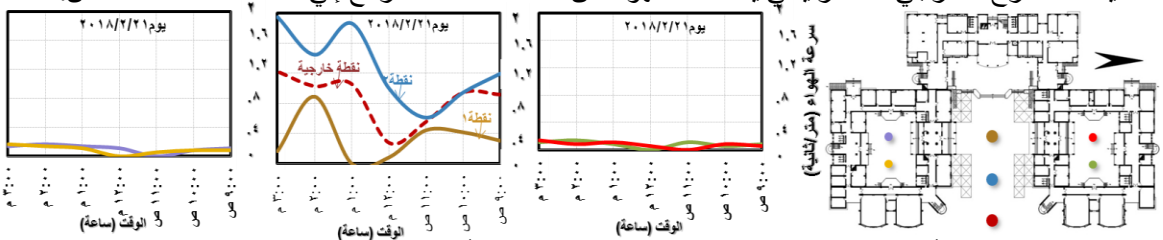
شكل 10: يوضح درجات الحرارة للأفنية الثلاثة بمبني كلية الزراعة خلال فترة القياس (من 9ص إلي 3م) في الفترة الباردة.

ويتضح من دراسة شكل رقم (11) التوزيع الحراري داخل الأفنية في الفترة (10ص إلي 12م) و(12م إلي 2م). نجد أن اِرتفاع نسبة التظليل في "الفناء رقم1 والفناء رقم3" عن "الفناء رقم2" بسبب الظل الناتج عن المباني المحيطة بنسبة (الإرتفاع /العرض) =1،2، بينما تنخفض نسبة التظليل في "الفناء رقم2" رغم إنه مُحاط من ثلاث نواحي، ونسبة (الإرتفاع /العرض) له = 0،7، ووجود مظلات مُفرغة.



شكل 11: المسقط الأفقي لمبني كلية الزراعة موضح عليها التوزيع الحراريّ للأفنية الثلاثة خلال الفترة الباردة في يوم 2017/11/26.

يتبين من شكل رقم (12) أن لسرعة الهواء في الأفنية الثلاثة لمبني كلية الزراعة خلال الفترة الباردة، انخفضت سرعة الهواء في "الفناء رقم1 والفناء رقم3" بسبب عدم فتح الأبواب بالدور الأرضي أو فتحات تعمل علي تحريك الهواء من الداخل إلي الخارج والعكس. علي عكس "الفناء رقم2" ارتفعت سرعة الهواء فيه حيث يعمل الشارع الخارجي كفناء رئيسي ينتقل منه الهواء من منطقة الضغط المرتفع إلي منطقة الضغط المنخفض.



شكل 12: المسقط الأفقي للنقاط التي تم عندها قياس سرعة الهواء في الأفنية, وسرعة الهواء فيهما خلال الفترة الباردة.

وعلي الرغم من اِرتفاع سرعة الهواء في "الفناء رقم2"، لكنه سجل أعلي قيم لدرجات الحرارة بسبب أن نسبة (الإرتفاع /العرض) تساوي (0،7) أقل من نسبة "الفناء رقم1 والفناء رقم3" تساوي (1،2)، وارتفعت نسبة الاحتواء داخل الفناءين (نسبة الاحتواء = مجموع مساحة الحوائط المُحددة للفناء/ مساحة أرضية الفناء) إلي (4)، و"للفناء رقم2" تساوي (2)، فنقص درجة الاحتواء يعني زيادة في استقبال الإشعاع الشمسي[38]. ولذلك انخفضت نسبة التظليل مع عدم وجود أشجار.

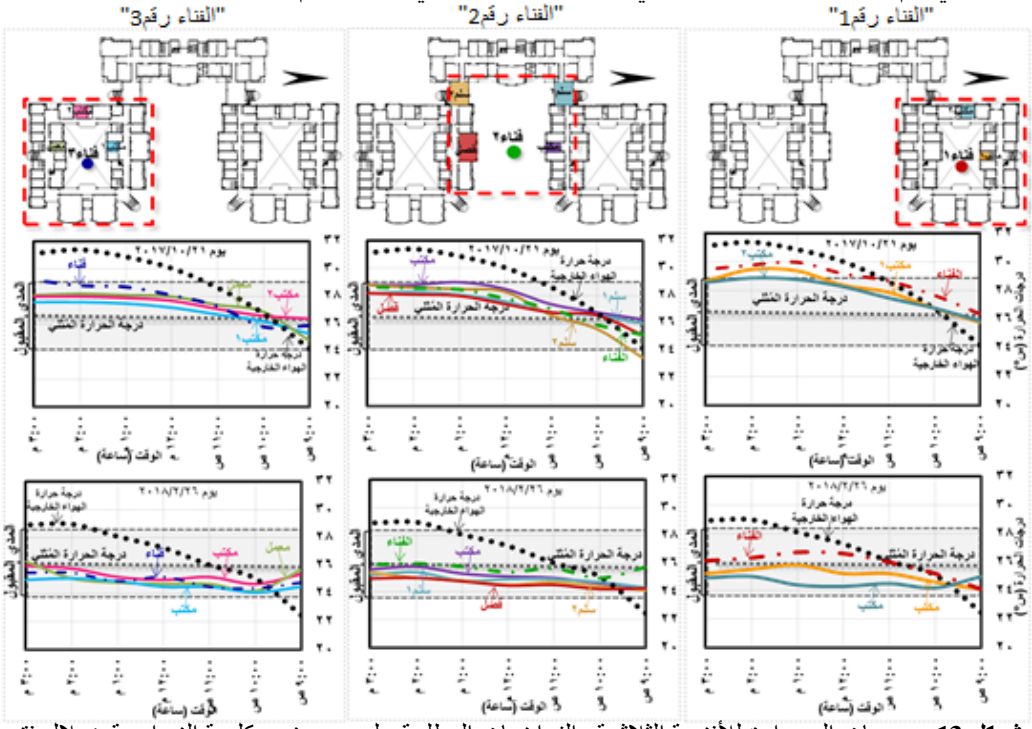
2.3. الأداء الحراري للفراغات المطلة علي الأفنية:

أثَّرَت الأفنية علي درجات الحرارة الداخلية للفراغات المطلة عليها خلال فترة القياس (من 9صباحاً إلي 3مساءً) في الفترة الباردة. ويتبين من شكل رقم (13) أن الفرق بين متوسط درجات حرارة "الفناء رقم1" ومتوسط درجات الحرارة الداخلية للفراغات المطلة عليه (0،7، 0،4)كلفن للمكتبين (مكتب"1"،

ومكتب"2") علي التوالي، حيث سجل "مكتب1" درجات حرارة أعلي لتعرضه لأشعة الشمس في الفترة من(9 ص إلي 12م) كما هوموضح في شكل رقم (11).

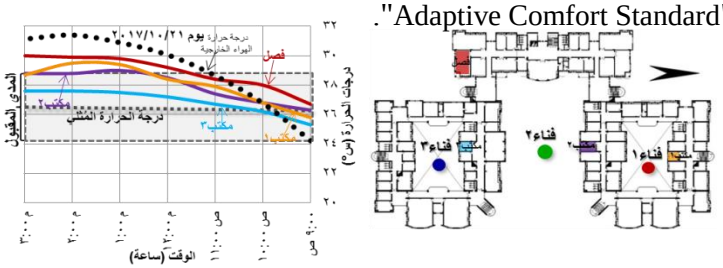
وارتفع متوسط درجات الحرارة الداخلية للفراغات المطلة علي "الفناء رقم2" ومتوسط درجات الحرارة له بمقدار (0،3، 0،4، 0،2، 0،8كلفن) لفراغ (المكتب، السلم1، السلم2، فصل) علي التوالي، حيث سجل الفصل أقل قيم لدرجات الحرارة بسبب توجيه الشمالي، وسجل المكتب ذو التوجيه الجنوبي أعلي قيم لتعرضه لأشعة الشمس في الفترة من(9 ص إلي 2م) كما موضح هو شكل رقم (11).

وبالنسبة للفراغات المطلة علي "الفناء رقم3" نجد أن الفرق بينه و بين متوسط درجات الحرارة الداخلية للفراغات المطلة عليه (0،4، 0،6، 0،7كلفن) لفراغ (مكتب1، مكتب2، معمل) علي التوالي، حيث سجل المعمل أعلي قيم لدرجات الحرارة عن باقي الفراغات المطلة علي "الفناء رقم3" بسبب أنشطة المعمل.



شكل 13: درجات الحرارة للأفنية الثلاثة والفراغات المطلة عليهم بمبني كلية الزراعة خلال فترة القياس (من 9ص إلي 3م) في الفترة الباردة

وبالرغم من إرتفاع وإنخفاض درجات الحرارة الخارجية إلا أن متوسط درجات الحرارة الداخلية لا يقل عن 23،7°م خلال الفترة الباردة، في حين وصول متوسط درجة الحرارة الخارجية إلي 25،2°م. كما كانت درجة الحرارة الداخلية في نطاق درجة الحرارة المقبولة إلي تُمثل (90% من درجات الحرارة المقبولة) طبقا لمعيار "Adaptive Comfort Standard" (ACS).

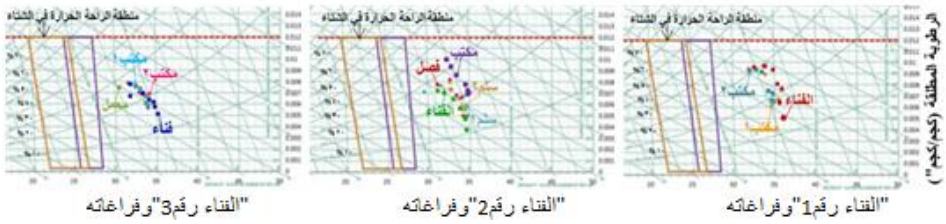


شكل 14: درجات الحرارة للفراغات المطلة علي الأفنية الثلاثة والفراغ المطل علي الواجهة الخارجية بمبني كلية الزراعة خلال فترة القياس (من 9ص إلي 3م) في الفترة الباردة.

من دراسة الشكل رقم (14) يُلاحظ أن سجل الفصل المطل علي الواجهة الخارجية أعلي قيم لدرجات الحرارة عن قيم درجات الحرارة للفراغات المطللة علي الأفنية الثلاثة خلال فترة القياس (من 9صباحاً إلي 3مساءً). فنجد أن الفرق بين متوسط درجات الحرارة الخارجية ومتوسط درجات الحرارة الداخلية للفراغات (مكتب1، مكتب2، مكتب3، والفصل المُطل علي الواجهة الخارجية) (2،8، 1،6، 1،8، 1كلفن) علي التوالي عند الساعة 1مساءً في الفترة الباردة.

3.3. تقييم الرطوبة النسبية للفراغات المطلة علي الأفنية:

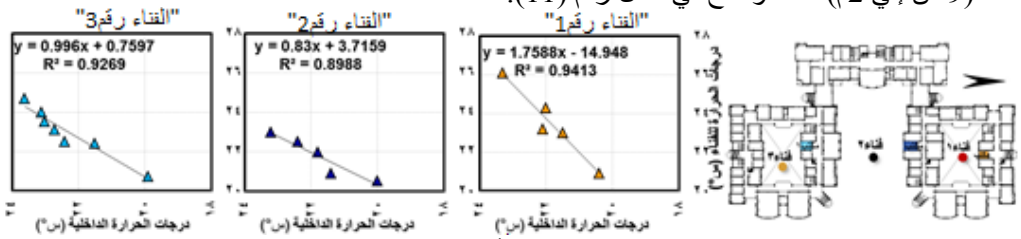
تمت دراسة الخريطة السيكرومترية للأفنية الثلاثة والفراغات المطلة عليها، حيث يبلغ الحد الأقصى لقيمة الرطوبة المطلقة (12جم/كجم) طبقا للمعدلات العالمية لASHRAE، ويظهر ذلك في الشكل رقم(15). تبين أن الأفنية والفراغات لم تقع ضمن المدي المقبول للرطوبة النسبية (40%-60%)[39] [40] طبقاً لمعيار آشري (ASHRAE 2004 standard) [41].



شكل 15: الخريطة السيكرومترية موضح عليها قيم درجات الحرارة والرطوبة النسبية للأفنية والفراغات المطلة عليها.

4.3. تأثير الأفنية علي الفراغات المطلة عليها:

يوضح شكل رقم (16) خطوط الانحدار بين درجات الحرارة للأفنية ودرجات الحرارة الداخلية للفراغات المُطلة عليها خلال فترة القياس (من 9صباحاً إلي 3مساءً) في الفترة الباردة، تم حساب معامل الارتباط وتراوحت القيم بين (0،8، 0،9)، نستنتج أن علاقة الارتباط طردية قوية، ولكن تأثير "الفناء رقم1 والفناء رقم3" أعلي من تأثير "الفناء رقم2" علي الفراغات المطلة عليه، ويرجع ذلك إلي تصميم الفناء وبالتالي علي تظليله، ولذلك إرتفعت درجة الحرارة للمكتب المطل علي "الفناء رقم2" لتعرضه للإشعاع الشمسي من الساعة (9ص إلي 2م) كما موضح في شكل رقم (11).



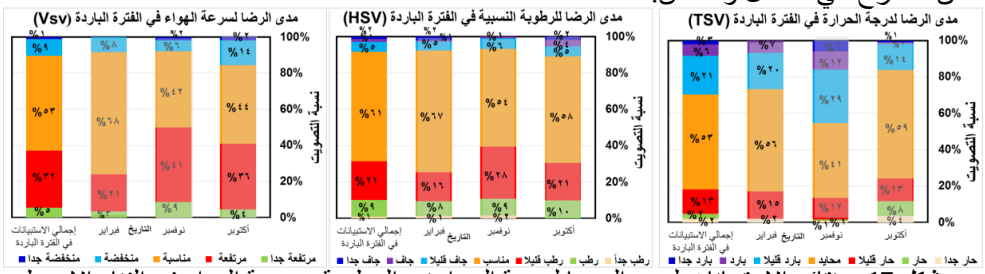
شكل 16: الانحدار الخطي لدرجات حرارة الأفنية ودرجات حرارة الفراغات المطلة عليهما.

5.3. تأثير الأفنية الداخلية علي الراحة الحرارية للطلاب:

بعد تحليل نتائج الإستبيانات "للفناء رقم2"، والذي يمثل الفناء الرئيسي الذي يجلس به الطلاب بعد الأنتهاء من المحاضرات، خلال الفترة الباردة كما موضح في شكل رقم (17)، تبين أن نسبة 53% من الطلاب تشعر بأن درجة الحرارة للفناء "محايد"، وأن نسبة 21% تشعر بأنه "بارد قليلاً"، كما شعرت نسبة 13% منهم بأنه "حار قليلاً"، وبإخضاع النتائج لمقياس ASHRAE فإن نتائج التصنيفات الوسطي علي المقياس (1،صفر،-1) صوتوا (حار قليلاً، محايد، بارد قليلاً) حصلت علي نسبة "86%" أي إنها أكبر من 80%، وبالتالي فإن "الفناء رقم2" حقق الرضا الحراري لغالبية الطلاب خلال الفترة الباردة، بسبب جلوس الطلاب في الجزء المظلل من الفناء الناتج عن تأثير تصميم الفناء، وعدم جلوسهم في المناطق المُعرضه للإشعاع الشمسي في الفناء.

وبالنسبة للرطوبة، تبين أن نسبة 61% من الطلاب تشعر بأن الرطوبة داخل الفناء "مناسبة"، وشعرت نسبة21% منهم إنها "رطبة قليلاً".

بينما شعر"53%" من الطلاب أن سرعة الهواء "مناسبة"، وشعر جزء منهم بنسبة "32%" أنها "مرتفعة"، ويرجع ذلك إلي أن الفناء محاط من ثلاث جهات بالمباني، مما ينتج تبادل حركة الهواء من الخارج الي الداخل والعكس.



شكل 17 : نتائج الاستبيانات لمدي الرضا لدرجة الحرارة و الرطوبة وسرعة الهواء في الفناء الاوسط.

4. الخلاصة:

أُجري البحث حول دراسة الأداء الحراري للأفنية الداخلية، ودراسة تأثيرها علي أداء الفراغات المُطلة عليها والراحة الحرارية للطلاب خلال الفترة الباردة للعام الدراسي الجامعي لكلية الزراعة بجامعة سوهاج الجديدة.

- وأظهرت النتائج إنخفاض درجات الحرارة للأفنية ("الفناء رقم1"، "الفناء رقم2"، و"الفناء رقم3") عن درجات الحرارة الخارجية بمتوسط (3,3، 1,4، 2,4) كلفن خلال الفترة الباردة، نجد أن ارتفاع قيم درجات الحرارة "الفناء رقم2" عن الفناءين خلال الفترة الباردة، وذلك بسبب تأثير الأبعاد الهندسية للفناء علي كميات الإشعاع الشمسي الساقطة علي الفناء، وبالتالي علي تظليل الفناء.
- انخفضت نسبة تظليل "الفناء رقم2" عن "الفناء رقم1 والفناء رقم3"، وذلك نتيجة لإنخفاض نسبة (الإرتفاع/العرض) ودرجة الإحتواء إلي (0,7)، ودرجة الاحتواء، مقارنة بنسبة "الفناء رقم1 والفناء رقم3" والتي تساوي (1,2).
- وأظهرت النتائج أن تأثير "الفناء رقم1 والفناء رقم3" علي الأداء الحراري للفراغات المطلة عليهم أعلي من تأثير "الفناء رقم2" علي أداء فراغاته.
- سجلت درجات الحرارة الداخلية للفراغات المطلة علي الأفنية في نطاق درجات الحرارة المقبولة طبقا لمعيار (ACS) خلال الفترة الباردة.
- انخفضت درجات الحرارة الداخلية للفراغات المُطلة علي الأفنية الثلاثة عن درجات الحرارة للفراغ المُطل علي الواجهة الخارجية، علي الرغم إنه نفس التوجيه.
- يؤثر تصميم ونسبة الإرتفاع/العرض الخاصة "بالفناء رقم2" علي الراحة الحرارية للفناء، حيث يجلس الطلاب في الجزء المُظلل من الفناء، وتبين أن "53%" منهم يشعر بأن درجة الحرارة للفناء "محايدة"، بينما يجلس 13% من الطلاب في المناطق المُعرضة للإشعاع الشمسي داخل الفناء وشعروا أنه "حار قليلا".

5. التوصيات:

يمكن تحسين الأداء الحراري للأفنية عن طريق:

- يمكن زيادة سرعة الهواء في "الفناء رقم1 والفناء رقم3" بفتح الأبواب المطلة علي الفناء "الفناء رقم2" مما يزيد من الراحة الحرارية، للطلاب داخل الفناء، وفي الفراغات المطلة علي الأفنية.

- استخدام الأشجار في الأفنية الثلاثة لحجب الإشعاع الشمسي وللفصل بين الهواء البارد تحتها والساخن فوقها.
- استخدام النباتات المتسلقة لحوائط "الفناء رقم2"، خصوصا الحوائط الخارجية للفراغات "الفناء رقم3" لعزل الشعاع الشمسي وإعطاء الفرصة لاكتسابها في فصل الشتاء؛ حيث تفقد النباتات أوراقها.
- وضع عناصر مائية "بالفناء رقم2" مثل نافورة لتلطيف وترطيب درجة حرارة الهواء، بدلاً من وضع landmark في وسط الفناء.
- استخدام غطاء نباتي في "الفناء رقم2" لكى يعمل علي تخفيض درجة الحرارة كالنجيل والشجيرات.

6. الدراسات المستقبلية:

تمت دراسة الأداء الحراري للأفنية وتأثيرها علي الفراغات المطلة عليها في المباني الجامعية بصعيد مصر خلال الفترة الباردة من العام الجامعي 2017 م - 2018م، وسوف يتم إستكمال الدراسة للأداء الحراري للمبني والأفنية في الفترة الحارة والتي تؤثر علي الراحة الحرارية للطلاب داخل الفصول والأفنية المختلفة.

المراجع:

[1] Taleb، H. M.، & Sharples، S. (2011). **Developing sustainable residential buildings in Saudi Arabia: A case study**. Applied Energy، 88(1)، 383-391.

[2] Hayatu، I.، Mukhtar، I.، Mu'az، N. M.، & Enaburekhan، J. S. (2015). **An Assessment of Thermal Comfort in Hot and Dry Season (A Case Study of 4 Theaters at Bayero University Kano).** Int. J. of Multidisciplinary and Current research، 3.

[3] Shaari، N. A.، Zaki، S. A.، Ali، M.، Sukri، M.، & Abd Razak، A. (2016**). Investigation of the PMV and TSV Models of Thermal Comfort in Air-Conditioned University Classrooms in Malaysia.** In Applied Mechanics and Materials (819، pp. 207-211). Trans Tech Publications.

[4] Dewidar، K.M.، Mahmoud، A.H.، Moussa.(2013). **Enhancing the human thermal comfort in-side educational buildings in hot arid regions**، International conference of global cli-mate change، biodiversity and sustainability، challenges and opportunities، AAST Egypt.

[5] Rajkumar، S.، Amirtham، L. R.، & Horrison، E. (2013). **Thermal Comfort assessment of a Studio Classroom in Hot & Humid Climate Conditions**. 12th Symposium on the Urban Environment.

[6] Abdullah، A. S. H. (2015). **Analysis of Thermal Comfort and Energy Consumption in Long Time Large Educational Halls (Studios)**، Assiut University، Egypt. Procedia Engineering، 121، 1674-1681.

[7] AMASUOMO، T.، & AMASUOMO، J. O. (2016). **Thermal comfort problems in teaching-learning lecture theatres in the tropics: need to establish design criteria**. Wseas transactions on environment and development، E-ISSN: 2224-3496.

[8] عبد المنطلب محمد علي. (2008). **المفردات المعمارية لمباني الأقاليم الحارة الصحراوية" مبنى كلية التربية الرياضية بجامعة أسيوط ـ مصر كمثال تطبيقي**. مجلة العلوم والتكنولوجيا، 13.

[9] Hussien Abass Younis، F. (2016). **Potential influence of courtyard on indoor environment conditions of office buildings.** PhD Thesis. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.

[10] Nasrollahi، N.، Hatami، M.، Khastar، S. R.، & Taleghani، M. (2017). **Numerical evaluation of thermal comfort in traditional courtyards to develop new microclimate design in a hot and dry climate**. Sustainable Cities and Society، 35، 449-467.

[11] Muhaisen، A. S. (2006). **Shading simulation of the courtyard form in different climatic regions**. Building and Environment، 41(12)، 1731-1741.

[12] عبد المنطلب محمد علي. (2009). **تأثير الظروف المناخية على تشكيل عمارة جنوب الوادي بمصر" مدينة الخارجة بالوادي الجديد بالصحراء الغربية كمثال"**. Journal of Science and Technology، 14.

[13] يحيى وزيري. (2002). **تطبيقات على عمارة البيئة: التصميم الشمسي للفناء الداخلي : دراسات على القاهرة وتوشكى. مكتبة مدبولي**.

[14] هديل قمر الدولة عبدالعزيز. (2015). **تأثير الفناء الخارجي (الحوش) في زيادة كفاءة الاداء الحراري للمبنى في السودان**، رسالة دكتوراه، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

[15] Al-Masri، N.، & Abu-Hijleh، B. (2012). **Courtyard housing in midrise buildings: An environmental assessment in hot-arid climate**. Renewable and Sustainable Energy Reviews، 16(4)، 1892-1898.

[16] Jamaludin، A. A.، Hussein، H.، Ariffin، A. R. M.، & Keumala، N. (2014). **A study on different natural ventilation approaches at a residential college building with the internal courtyard arrangement**. Energy and Buildings، 72، 340-352.

[17] Martinelli، L.، & Matzarakis، A. (2017). **Influence of height/width proportions on the thermal comfort of courtyard typology for Italian climate zones**. Sustainable Cities and Society، 29، 97-106.

[18] Bulus، M.، Hamid، M.، & Lim، Y. W. (2017). **Microclimatic Performance of Courtyards in Residential Buildings in Kafanchan-Nigeria**. International Journal of Built Environment and Sustainability، 4(3).

[19] Zamani، Z.، Heidari، S.، & Hanachi، P. (2018). **Reviewing the thermal and microclimatic function of courtyards**. Renewable and Sustainable Energy Reviews، 93، 580-595.

[20] Manioğlu، G.، & Oral، G. K. (2015). **Effect of courtyard shape factor on heating and cooling energy loads in hot-dry climatic zone**. Energy Procedia، 78، 2100-2105.

[21] Soflaei، F.، Shokouhian، M.، Abraveshdar، H.، & Alipour، A. (2017). **The impact of courtyard design variants on shading performance in hot-arid climates of Iran**. Energy and Buildings، 143، 71-83.

[22] Kubota، T.، Zakaria، M. A.، Abe، S.، & Toe، D. H. C. (2017). **Thermal functions of internal courtyards in traditional Chinese shophouses in the hot-humid climate of Malaysia**. Building and Environment، 112، 115-131.

[23] Ghaffarianhoseini، A.، Berardi، U.، & Ghaffarianhoseini، A. (2015). **Thermal performance characteristics of unshaded courtyards in hot and humid climates**. Building and Environment، 87، 154-168.

[24] Martinelli، L.، & Matzarakis، A. (2017). **Influence of height/width proportions on the thermal comfort of courtyard typology for Italian climate zones**. Sustainable Cities and Society، 29، 97-106.

[25] Forouzandeh، A. (2018). **Numerical modeling validation for the microclimate thermal condition of semi-closed courtyard spaces between buildings**. Sustainable Cities and Society، 36، 327-345.

[26] Abdallah، A. S. H. (2015). **The Influence of Urban Geometry on Thermal Comfort and Energy Consumption in Residential Building of Hot Arid Climate، Assiut، Egypt**. Procedia Engineering، 121، 158-166.

[27] Meir، I. A.، Pearlmutter، D.، & Etzion، Y. (1995). **On the microclimatic behavior of two semi-enclosed attached courtyards in a hot dry region**. Building and Environment، 30(4)، 563-572.

[28] Taleghani، M.، Tenpierik، M.، van den Dobbelsteen، A.، & Sailor، D. J. (2014). **Heat in courtyards: A validated and calibrated parametric study of heat mitigation strategies for urban courtyards in the Netherland**s. Solar Energy، 103، 108-124.

[29] Berkovic، S.، Yezioro، A.، & Bitan، A. (2012). **Study of thermal comfort in courtyards in a hot arid climate**. Solar Energy، 86(5)، 1173-1186.

[30] Shashua-Bar، L.، Pearlmutter، D.، & Erell، E. (2009). **The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate**. Landscape and Urban Planning، 92(3-4)، 179-186.

[31] Yang، X.، Li، Y.، & Yang، L. (2012). **Predicting and understanding temporal 3D exterior surface temperature distribution in an ideal courtyard**. Building and Environment، 57، 38-48.

[32] Al-Hafith، O.، Satish، B. K.، Bradbury، S.، & de Wilde، P. (2017). **The Impact of Courtyard parameters on its shading level An experimental study in Baghdad، Iraq**. Energy Procedia، 134، 99-109.

[33] Taleghani، M.، Sailor، D. J.، Tenpierik، M.، & van den Dobbelsteen، A. (2014). **Thermal assessment of heat mitigation strategies: The case of Portland State University، Oregon، USA**. Building and Environment، 73، 138-150.

[34] Taleghani، M.، Tenpierik، M.، van den Dobbelsteen، A.، & Sailor، D. J. (2014). **Heat mitigation strategies in winter and summer: Field measurements in temperate climates**. Building and environment، 81، 309-319.

[35] HBRC. Code: ECP 306-2005، (2006)، **The Egyptian Code for enhancing energy use in buildings**، Housing and Building Research Center (HBRC)، Cairo، Egypt.

[36] http://www.noaa.gov/، (cited June 2017).

[37] https://www.meteoblue.com، (cited June 2018).

[38] Mohsen، M. A. (1979). **Solar radiation and courtyard house forms—I. A mathematical model.** Building and Environment، 14(2)، 89-106.

[39] DiBerardinis، L. J.، Baum، J. S.، & First، M. W. (2013). **Guidelines for laboratory design: health، safety، and environmental considerations**. John Wiley & Sons، 337.

[40] Arundel، A. V.، Sterling، E. M.، Biggin، J. H.، & Sterling، T. D. (1986). **Indirect health effects of relative humidity in indoor environments**. Environmental Health Perspectives، 65، 351.

[41] ASHRAE، 2010. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. American Society of Heating، Refrigerating and Air-Conditioning Engineer.

THE IMPACT OF COURTYARDS ON THE THERMAL PERFORMANCE OF BUILDING SPACES IN THE UNIVERSITY BUILDINGS OF THE UPPER EGYPT DURING THE COLD PERIOD: (FACULTY OF AGRICULTURE BUILDING, SOHAG UNIVERSITY "NEW CAMPUS") AS A CASE STUDY

ABSTRACT

Due to the importance of courtyards in the educational buildings, which improve the climatic environment and its impact on students' learning and performance. Also, very few studies were conducted in the cold period of the academic year of university buildings. The research focuses on the study of the thermal performance of the indoor courtyards and the building spaces in the university buildings, and their effect on the thermal comfort of the students in the courtyard during the cold period of the academic year, which represents the measurement in (October, November, February). The research aims to study the effect of the indoor courtyards on the thermal performance of the building spaces during the cold period of the academic year, at the Faculty of Agriculture building in Sohag University (new campus). To achieve the objective of the study, the research depends on the analytical approach, field measurements and questionnaire. So that indoor and outdoor temperatures, relative humidity, and air speed for the courtyards and the building spaces was measured, and the number of 360 questionnaires in the "courtyard 2" were distributed during the cold period, which represents the measurement in (October, November, February). The results showed higher temperature values of "courtyard no. 2" than "courtyard no. 1" and "courtyard no. 3" during the cold period, and indoor temperatures of the building spaces were recorded in the range of temperatures acceptable during the cold period, and temperatures were lower than the temperatures for the space of exterior façade, the thermal sensation of the students in the "courtyard no. 2" ranged from "neutral" and "slightly hot". The study will be completed for the thermal performance of the courtyards and spaces in the hot period until the end of the academic year.

Keywords: Thermal comfort, University Buildings, Courtyard, Thermal Performance.