مجلة العلوم العربية والإنسانية | E-ISSN : 1658-9602 |
جامعة القصيم، المجلد الالكتروني (١)، العدد (٣)، ص ١٣٥٥-١٣٩٤، (رجب ١٤٤٤ هـ/ يناير ٢٠٢٣) المجلد العام (١٦)

أثر استخدام مظلّات الأسطح على درجة الحرارة داخل المباني في منطقة القصيم -دراسةٌ في المناخ الأصغريِّ -

أ.غازي بن ماجد النَّاحل
طالب دكتوراه بقسم الجغرافيا كليَّة اللُّغة العربيَّة والدِّراسات الاجتماعيَّة، جامعة القصيم

أ. د.حسين أحمد المحمَّد
أستاذ جغرافية المناخ بقسم الجغرافيا كليَّة اللُّغة العربيَّة والدِّراسات الاجتماعيَّة، جامعة القصيم

(قدم للنشر في ١٤٤٣/٧/١٥ هـ وقبل للنشر في ١٤٤٤/١٠/١٤ هـ ونشر في ١٤٤٤/٧/١هـ)

ملخص البحث :

يهدف البحث إلى قياس أثر استخدام المظلَّات على خفض درجة الحرارة داخل المباني السَّكنيَّة، وإظهار مدى ملاءمة تقنيَّة المظلَّات في تحقيق الرَّاحة المناخيَّة داخل المباني في منطقة القصيم خلال فصل الصَّيف. وقد تمَّ تقييم استخدام المظلَّات من خلال التَّجربة الميدانيَّة، حيث تمَّ إجراء تجربتين، كانت التَّجربة الأولى عبارة عن بناء أربع غرفٍ، وُضِع على أسطح ثلاثٍ منها مظلَّاتٍ من نوع (قماش بولي كلوريد الفينيل (PVC)، قماش من قطن، قماش البولي ايثيلين) على شكلٍ مسطَّحٍ، بينما بقيت غرفة ضابطة بدون مظلة، ومن ثمَّ تمَّ رصد درجات الحرارة والرُّطوبة النِّسبيَّة خلال شهور (يونيو، يوليو، أغسطس)، وبعد التَّحليل المبدئي لبيانات التَّجربة الأولى تمَّ ترشيح المظلة من نوع بولي كلوريد الفينيل (PVC)، لتطبيقها على التَّجربة الثَّانية التي تمَّ فيها بناء غرفتين وُضع على الأولى مظلَّةً من نوع بولي كلوريد الفينيل ذات الشّكل الهرميِّ، بينما تُركت الأخرى دون مظلة، وتمَّ أخذ قياسات الحرارة والرُّطوبة النِّسبية خلال شهري (أغسطس، سبتمبر).

وقد توصَّلت الدِّراسة -من خلال التَّجربة الأولى - إلى أنَّ تظليل المباني أدَّى إلى خفض الحرارة الدَّاخليَّة للمباني، وتحقيق الرَّاحة المناخيَّة، وكانت النَّتيجة الأفضل لصالح الغرفة المظلَّلة بقماش بولي كلوريد الفينيل. بينما تبيَّن من خلال نتائج التَّجربة الثّانية أنَّ الغرفة المظلَّلة بقماش من نوع بولي كلوريد الفينيل ذات الشَّكل الهرميِّ قد أعطت أفضل النَّتائج مقارنةً مع كافَّة الأنواع والأشكال الأخرى في التَّجربة الأولى وذلك من خلال توفير الرَّاحة المناخيَّة داخلها. وتوصي الدِّراسة باستخدام المظلات من خامة بولي كلوريد الفينيل، ويفضَّل أن تكون المظلَّة هرميَّة الشَّكل لتظليل أسطح المباني السَّكنية.

الكلمات المفتاحيَّة: المظلَّات، التَّظليل، الرَّاحة المناخيَّة، المناخ الأصغري، القصيم، السُّعودية.

The effect of using rooftop umbrellas on indoor temperature in Al-Qassim region: Microclimate Study

Ghazy Bin Maged Elnahel* and Prof.Dr. Hussein Almohamad*

*Department of Geography, College of Arabic Language and Social Studies, Qassim
Received on 15-7-1443 AH Accepted on 14-10-1443AH Published on 1-7-1444 AH

Abstract:
The research aims to measure the impact of the use of rooftop umbrellas on reducing the temperature within buildings, and to show the suitability of parachute technology in achieving indoor climate comfort in building of the Qassim area during the summer. The use of umbrellas was assessed through the actual experiment .The researchers conducted two experiments, the first of which was the construction of four rooms, and parachutes were placed on the roofs of three rooms, including PVC umbrella, cotton umbrella, polyethylene umbrella, another controlled room without a rooftop umbrella, and relative temperatures and humidity during the months (June, July and August).After preliminary analysis of data from the first experiment, two rooms were built, one of which was placed on the surface of a pyramid-shaped PVC umbrella, and one without an umbrella, and relative temperature and humidity measurements were taken during the months (August, September) .The results of the study from the first experiment found that building shading led to lower temperature, climate comfort, the best of which was the performance of the parachute room with PVC, while during the second experiment it was found that the pyramid PVC umbrella gave better results than all other types and forms of the first experience in reducing the temperature of buildings, and in providing climatic comfort within buildings. The study recommends the use of PVC ore umbrellas, preferably the hierarchical form of shading the roofs of residential buildings.
Keywords: rooftop umbrellas, shading, climatic comfort, heat of building, Qassim, Saudi Arabia.

المقدمة:

يُعدُّ الإشعاع الشَّمسيُّ من أهمِّ مصادر رفع درجة حرارة المباني في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة، لذا فإنَّ حماية المباني من أشعة الشَّمس المباشرة في فصل الصَّيف شديد الحرارة بشكلٍ خاصٍّ من الأمور المهمة التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم مباني المملكة، وذلك لسقوط أشعَّة الشَّمس بشكلٍ مباشرٍ وشبه عموديٍّ على أسطح المباني، والتي تنتقل عبر مادة البناء المستخدَمة إلى داخل المبنى، فتعمل على رفع درجة الحرارة داخله، الأمر الذي يزيد من الانزعاج الحراريِّ لمستخدمي المبنى. تهدف فكرة العزل الحراريِّ بالدَّرجة الأولى إلى الحدِّ من تسرب الحرارة من خارج المبنى إلى داخله -خاصَّة في فصل الصَّيف -، وعادةً ما تتسرب الحرارة من خلال الحوائط والأسقف، والنَّوافذ، وعبر فتحات التَّهوية، وتشكِّل نسبة الحرارة المتسرِّبة من الحوائط والأسقف فقط ما بين ٦٠٪ إلى ٧٠٪ من جملة الحرارة المتسربة إلى داخل المبنى من البيئة الخارجيَّة (الحمدي، والعنقري، ٢٠١٠).

يُعدُّ تحقيق الرَّاحة المناخيَّة داخل المباني السَّكنية في منطقة القصيم خلال فصل الصَّيف مركز اهتمام المصمِّمين والمعماريين، بغية تخفيف الوطأة الحراريَّة على قاطني المباني. ويُعتبر استخدام تقنيَّة المظلَّات على أسطح المباني السَّكنيَّة في المناطق ذات المناخ الحار المعتدل صيفاً تصميماً مناسباً للتَّخفيف من نفاذ الحرارة من سطح المبني، وتقليل تذبذب حرارة الفراغ الدَّاخلي للمبنى. ولكن في المناطق الصَّحراويَّة الحارَّة - كما هو الحال في المنطقة الوسطى من المملكة العربيَّة السُّعوديَّة والمتمثلة في منطقة القصيم - فترتفع درجة حرارة الهواء الخارجيَّة صيفاً خلال ساعات النهار، بينما تنخفض في ساعات الليل، ممَّا يجعل درجة حرارة الفراغ الدَّاخلي للمبنى ذات تذبذبٍ عالٍ قد يصل حوالي ٢٥ °س، ويرجع السبب في ذلك إلى امتصاص الأسقف والحوائط

لأشعَّة الشَّمس السَّاقطة مباشرةً على المباني (الحمدي، والعباسي، ٢٠٠٩)، وينجم عن ذلك انتقال الحرارة من السَّطح الخارجيِّ -ممثَّلاً في الأسطح - إلى السَّقف الدَّاخليِّ للمبنى من خلال خاصيَّة التَّوصيل الحراريِّ، وعند ملامسة الهواء الدَّاخلي لسقف المبنى تنتقل الحرارة بواسطة الحمل إلى الأماكن الدَّاخلة الأقل حرارةً.

يتوفَّر العديد من أنواع المظلات بمواصفاتٍ مختلفة في الوقت الحاليِّ، ويمكن استخدامها في أغراض التَّظليل على المنشآت المختلفة كالمساجد، والحدائق، ومواقف السَّيارات، والسَّاحات العامَّة ومداخل ومخارج المنشآت والمباني السَّكنية، وقد أثبتت تلك المظلَّات الجدوى من استخدامها. ويمكن استخدام هذه المظلات على نطاقٍ واسع في تظليل أسطح المباني السَّكنيَّة، وذلك ضمن مواصفاتٍ خاصَّةٍ يمكن من خلالها التَّحكُّم بأوقات الفتح والإغلاق أوتوماتيكياً، أو التَّحكُّم بدرجة النَّفاذيَّة والميل، وغير ذلك من الأمور الفنيَّة.

يُمثِّل النُّموُّ العمرانيّ أهم المؤثرات الدَّاخلية التي تؤثِّر فعليَّاً على تغيُّر درجة الحرارة، ففي دراسة (Li et al., 2015) والتي قارنت بين مدينتين من أكبر المدن الصينيَّة -هما مدينتا شنجتن وهونغ كونغ - وقد ارتفع معدَّل النُّمو العمرانيِّ في المدينة الأولى عام ٢٠١٢ نحو ٦٨,٣ أي ضعف ما كان عليه العمران عام ١٩٨٠، وقد أثَّر ذلك على ارتفاع درجة الحرارة اليوميَّة في المدينة الأولى بمقدار (١,٦٣ ± ٠,١٨ °س) بمعدَّل (٠,٣٥ ± ٠,٠٤ درجة سيليزية/عقد). وتشير التَّقديرات إلى أنَّ سرعة التَّحضر في مدينة شنجتن رفع من درجة الحرارة اليوميَّة فيها بنسبة (١,٣٦ ± ٠,١٨ ±س) وذلك بدرجة ثقة تتراوح بين ٨١,٤ إلى ٨٥,١ ٪. أمَّا مدينة هونغ كونغ فقد تضاعف حجم عمرانها (نصف مرة) خلال نفس الفترة، ممَّا أدَّى إلى ارتفاع درجة الحرارة اليوميَّة في المدينة بمقدار (٠,٤٧ ± ٠,٢٠ °س)، وبمعدل (٠,١ ± ٠,٠٤ °س/عقد).

إن كميَّة الإشعاع الشَّمسيِّ، ودرجة الحرارة، والرُّطوبة النِّسبيَّة، والرِّياح من أهمِّ العناصر التي تؤثِّر بشكلٍ فعَّالٍ ومباشرٍ على راحة الإنسان، وتحديداً ما يُعرَف بالحرارة المحسوسة (Perceptible Temperature) أي: الحرارة التي يشعر بها الإنسان، وتحدِّدها المعايير البشريَّة، ولا يسجِّلها أيُّ جهاز. ويشعر الإنسان بالرَّاحة إذا كانت الظُّروف الجويَّة المحيطة به تتناسب مع درجة حرارة جسمه ٣٧ °س، ويعمل جسم الإنسان عادةً على إيجاد نوعٍ من التَّعادل في حرارة جسمه مع الوسط المحيط به، وذلك عن طريق أكسدة الغذاء، أو الحركة من أجل رفع درجة الحرارة الجسم، أو عن طريق التَّعرُّق وغيره لخفض درجة حرارته. أمَّا إذا فاقت التَّقلُّبات المُناخيَّة قدرة الجسم على تحقيق التَّعادل فهذا يؤدي لشعور الإنسان بعدم الرَّاحة والانزعاج الحراري (مختار، ٢٠١٧).

وفي حالة الدِّراسة الحاليَّة بمنطقة القصيم، فيوجد اقتران لارتفاع درجة الحرارة مع انخفاض معدَّلات الرُّطوبة النِّسبيِّة، وينتج عنهما تأثيراً مزدوجاً على الرَّاحة الفسيولوجية للإنسان، فارتفاع درجات الحرارة يجعل السُّكان يشعرون بعدم الرَّاحة، في حين أنّ انخفاض معدَّلات الرُّطوبة النِّسبية -التي تتَّسم بها منطقة القصيم صيفاً - يمكن أن يكون لها تأثيراً إيجابياً على شعور السُّكان بالرَّاحة الحراريَّة داخل المباني. وإنَّ من الحقائق الثَّابتة أنَّ ارتفاع درجة الحرارة هو الأكثر تأثيراً على راحة الإنسان من انخفاض معدَّلات الرُّطوبة النِّسبيَّة (حسَّان، ٢٠١٣).

واقترح برون (Brown, 2010) استراتيجيَّةً للتَّعامل مع تقليل حدَّة الإشعاع الشَّمسيِّ وما ينجم عنه من ارتفاعٍ في درجة حرارة المباني، وتعتمد تلك الاستراتيجيَّة على زيادة نسبة تظليل المباني من أجل الوصول إلى درجة حرارةٍ ملاءمةٍ كي يستطيع الإنسان السَّكن بها. كما قدم سطيح وآخرون (Setaih et al, 2013) استراتيجيَّةً خماسيَّةً

لتبريد المجالات العمرانيَّة المفتوحة في الأقاليم الحارَّة اعتماداً على تغيير العناصر المناخيَّة المهمَّة في المجال العمرانيِّ، والتي تتمثَّل في متوسط الحرارة الإشعاعيَّة، والرِّياح، ودرجة الحرارة والرُّطوبة النِّسبيَّة. واقتُرِح من أجل تبريد المباني استعمال عناصر التّظليل لسقوف المباني وجدرانها، وكذلك جدران المباني المجاورة، فضلاً عن تصميم نتوءات (بروزات) لتحويل وتوجيه مسار الرِّياح، وكذلك استعمال مواد بناء باردة حراريًّاً، وألواناً ذات درجة انعكاسيَّة عالية جداً للأشعَّة الشَّمسيَّة. كما اقتُرح استعمال المسطَّحات المائيَّة أو مصادر مائيَّة للاستفادة من ظاهرة التَّبريد بالتَّبخُّر. إضافةً إلى استعمال المساحات الخضراء للاستفادة من ظاهرة التَّظليل والتَّبخُّر.

كما قدَّمت الدِّراسات العديد من المؤشِّرات التي يمكن الاعتماد عليها في قياس مدى شعور الإنسان بالرَّاحة، حيث قام داساري وآخرون (Dasari et al, 2021) بفحص قرينة توم (Thom) في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة، وقد توصَّلت نتائج الدراسة إلى أنَّ غالبيَّة المناطق في المملكة العربيَّة السُّعودية قد بلغ فيها دليل قرينة توم ٢٨ في فصل الصَّيف، وهي حالة يشعر فيها جميع السُّكان بعدم الرَّاحة الحراريَّة، واستمرت لمدةٍ تتراوح بين ٦ إلى ٨ ساعات يوميًّاً طوال أشهر الصَّيف. كما تناولت دراسة (ثابت، ٢٠١١) تفصيلاً للقرائن المُناخيَّة الحراريَّة وراحة الإنسان، وعرضاً لأهم التَّصنيفات المُناخية وأساليب تقسيمها، والقرائن المُناخيَّة الحيويَّة المستَخدمة لقياس الرَّاحة والانزعاج وذلك حتى عام ٢٠١٠ بعرضٍ مفصَّلٍ لكلِّ تصنيفٍ مُناخيٍّ وقرينته، وقسَّمها إلى ثلاث مجموعات، وهي قرينة العنصر المناخي الواحد، وقرائن المُناخ الحيوي المركب، والقرائن المُناخية الحيوية الشُّمولية.

ونتيجةً لتعدُّد معايير قياس الرَّاحة المناخية، نجد أنَّه لا يوجد قانونٌ رياضيٌّ موحَّد يقوم بحساب شعور الإنسان بالرَّاحة المناخية بحيث يأخذ بعين الاعتبار كلّ العناصر

المناخيَّة المؤثِّرة في راحة الإنسان، وعلى الرَّغم من ذلك، يبقى دليل توم من أشهر قوانين تقييم الرَّاحة الحراريَّة الذي يقيس درجة الحرارة والرُّطوبة (THI)، وذلك للعلاقة القويَّة بينهما في تحديد ما يُعرف بدرجة الحرارة المحسوسة (الفهداوي، ٢٠٢١).

وتأتي أهمية البحث من اهتمام المملكة العربيّة السُّعودية بأمر العزل الحراريِّ، حيث قامت بوضعه ضمن أجندة التَّنمية المستدامة لرؤية المملكة عام ٢٠٣٠م، وظهر ذلك جليًّاً في الدَّليل الإرشاديِّ للعزل الحراري في المباني لعام (٢٠١٩)، والذي أعدَّته شركة الكهرباء السُّعودية، فقد قامت بتنفيذ الأمر السَّامي الكريم رقم (٦٩٢٧/م ب) بتاريخ ١٤٣١/٩/٢٢ه، والذي ينصُّ بالموافقة على تطبيق العزل الحراري بشكلٍ إلزاميٍّ في جميع المباني الجديدة. وكذلك صدور الأمر السَّامي الكريم رقم ٩٠٥/٧/م بتاريخ ١٤٠٥/٤/٢٩ه القاضي بالتَّأكيد على الجهات المختصَّة بالحدِّ من الاستهلاك الكهربائيِّ في المباني الحكوميَّة والقائمة حاليًّاً، والعمل على استخدام العزل الحراري في مباني الدَّولة، والمباني الخاصَّة التي سيتمُّ إنشاؤها مستقبلاً. والهدف الرَّئيس من ذلك يكمن في أهميَّة العزل الحراريِّ في خفض استهلاك فاتورة الكهرباء المُستخدمة في أجهزة التَّكييف بنسبةٍ تصل إلى ٣٠٪ (المركز السُّعودي لكفاءة الطَّاقة، ٢٠١٨ م).

مشكلة الدِّراسة:

لُوحِظ في السَّنوات الأخيرة من القرن العشرين وبداية القرن الحاليِّ، ارتفاعاً في معدَّل درجات الحرارة السَّنوية المسجَّلة في المحطَّات المناخيَّة في المملكة العربيّة السُّعودية، إذ أظهرت نتائج دراسة (النَّاحل، ٢٠١٦) بأنَّ هناك ارتفاعاً في درجة الحرارة في المملكة العربيَّة السُّعودية بمقدار ٠,٦٤°م خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٤)، حيث بلغ معدَّل درجة الحرارة السَّنوية في المملكة للفترة (١٩٨٥ -١٩٩٧م) نحو ٢٤,٦°م، وارتفعت إلى نحو ٢٥,٣°م في الفترة (١٩٩٨ - ٢٠١٤م)، ممَّا كان له الأثر المباشر على تدنِّي

مستوى الرَّاحة الحراريَّة للسُّكان في المدن السُّعوديَّة، وإلى ارتفاع استهلاك الطَّاقة الكهربائيَّة جرَّاء الاستخدام الطَّويل لأجهزة التَّكييف المنزليَّة.

وتتبلور مشكلة الدِّراسة الحاليَّة، في الكشف عن جدوى استخدام وسائل التَّظليل في خفض درجات الحرارة داخل المباني السَّكنية في فصل الصَّيف، والتَّقليل من استهلاك الطَّاقة الكهربائيَّة المُستَخدمة في التَّكييف في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة، ومدى التَّحقُّق من التَّجربة وإمكانيَّة إثبات فاعليتها. وتحاول الدراسة الإجابة عن التساؤل الرَّئيس التَّالي:

ما هو أثر استخدام المظلَّات في خفض درجات الحرارة داخل المباني السَّكنيَّة؟

ويتفرَّع منه الأسئلة التَّالية:

- ما هو أثر تظليل أسطح المباني على درجة حرارة المباني في منطقة القصيم؟
- ما هو أثر تظليل أسطح المباني على تحقيق الرَّاحة المناخيَّة للمباني؟
- ما هي أفضل وسيلة تظليلٍ يمكن الاستفادة منها في خفض درجة حرارة المبنى؟
- ما هي أفضل مادَّةٍ تُستخدم لتظليلِ الأسطح في سبيل تحقيق الرَّاحة المناخيَّة؟

أهداف الدِّراسة:

اعتمدت الدِّراسة على تحليل درجات الحرارة داخل المباني في فصل الصَّيف، حيث وُضِعَت على أسقفها أنواعاً مختلفةً من المظلَّات، وذلك من خلال تجارب تطبيقيَّة من أجل تحقيق الأهداف الآتية:

١. قياس أثر تظليل أسطح المباني التَّجريبيَّة على خفض حرارة المباني، باستخدام خمس غرف تجريبيَّة، حيث تمَّ وضع مظلَّاتٍ مختلفةٍ على أسطح أربعةٍ منها، وبقيت واحدةٌ لم دون وضع أيّ نوعٍ من المظلَّات عليها.

٢. تحديد أثر تظليل الأسطح لمباني الغرف التَّجريبيَّة على تحقيق الرَّاحة المناخيَّة.
٣. التَّوصُّل إلى أفضل نموذج تظليلٍ لأسطح المباني في التَّأثير على درجة الحرارة الدَّاخليَّة للمبنى.
٤. التَّوصُّل إلى أفضل مادَّة تظليلٍ لأسطح المباني لأجل تحقيق الرّاحة المناخيَّة.

منهج وطرق البحث:

نظراً لأنَّ طبيعة الدِّراسة تجريبيَّة، فقد صُمِّم منهج البحث وفق ما يلي:

- تمَّ الاطلَّاع على الأدبيَّات السَّابقة من أبحاثٍ وتقارير منشورةٍ عن التَّجارب والمشاهدات التي أُنجزَت حول موضوع البحث، ومنها دراسة (الحمدي، ٢٠٠٠) والتي استخدمت ثلاث غرف، اثنتين منها تجريبيَّتين وواحدة كعيِّنة ضابطة، وذلك من أجل معرفة أثر تظليل النَّخيل على الأسقف في تخفيض حرارة المباني بأبعاد ١م × ١م × ١م. في حين استخدمت دراسة كلّاً من إيور ومواشا (Iwaro & Mwasha, 2013) أبعاداً مختلفةً للغرف التَّجريبيَّة فكانت ١,٥م × ١,٢م × ١,٥م. أمَّا بالنِّسبة لدراسة (الجديد والحمدي، ٢٠١٨) فقد استخدمت غرفاً تجريبيَّةً بأبعاد ١م× ١م × ١م. وقد كان الاختلاف عدد الغرف تبعاً لطبيعة كلِّ دراسة. وبناءً على ما سبق فإنَّه لا يوجد أساساً واضحاً لأبعاد الغرف التَّجريبيَّة، حيث جاءت تبعاً لظروف وطبيعة كلِّ دراسةٍ.
- قام الباحثان ببناء أربعة غرفٍ تجريبيَّةٍ بشكلٍ طوليٍّ باتجاه الشَّمال، وكانت أبعاد الغرف متماثلةً في الطُّول والعرض والارتفاع، إذ بلغت ٢م x ٢م x ٢م على التَّرتيب، كما بلغت المسافة البينيَّة بين الغرف ما لا يقل عن خمسة أمتارٍ حتَّى يسمح بمرور الهواء، وحتى لا تتشكَّل الظِّلال على حوائط الغرف نتيجة قربها من بعضها البعض، كما هو موضَّحٌ في الصُّورة (١).

صورة (١) توضِّح نماذج المباني التَّجريبيَّة بمنطقة القصيم

المصدر: من تصوير الباحثين أثناء العمل الميداني بمنطقة القصيم

- تتكوَّن كلُّ غرفةٍ تجريبيَّةٍ من أربعة جدرانٍ وسقفٍ، وفيما يلي توضيحٌ لكلٍّ منهما:

الجدران: يعتبر البلوك الإسمنتي العادي (المفرغ) مادَّة البناء الأساسيَّة للجدران والسَّقف في الغرف التَّجريبيَّة، وذلك نظراً لكونه الأكثر استخداماً في البناء بمنطقة الدِّراسة -صورة (٢) -، حيث تمَّ حفر أساسٍ بعمق ٣٠ سم لتثبيت الجدار بالتُّربة، ثمَّ تمَّ بناء الغرفة من أربعة جوانبٍ باستخدام مادَّة الإسمنت المخلوطة مع الرَّمل المتوفِّر في الموقع بعد خلطهم، وقد تمَّ بناء البلوك بحيث جُعلت الفتحات للأسفل والوجه المسمط للأعلى، وذلك للحفاظ على الفراغات في الحائط -كما هو متَّبعٌ في أسلوب البناء بمنطقة الدِّراسة -، وقد بلغ سمك الجدار ١٠ سم وهو سمك البلوك الإسمنتيِّ المستخدم، ولم تتم إضافة أيّ موادٍ أخرى مثل كمواد العزل على الجدار.

السَّقف: عمد الباحثان أن تكون مادَّة بناء السقف هي نفسها مادة بناء الجدران، حيث استخدم البلوك الإسمنتي العادي (المفرغ)، كما تمَّ بناء السَّقف للغرف

التَّجريبيَّة بوضع قضبان من الحديد (مواسير) على الجدران من أعلى، وتفصل بين تلك القضبان مسافةً تسمح بتثبيت البلوك الإسمنتيِّ المُستَخدم، وبلغت ٢٠ سم، ثمَّ وُضع البلوك عليها بحيث تكون اتجاهات الفتحات المفرَّغة في البلوك للأسفل والوجه المسمط للأعلى، ومن ثمَّ تمَّت لياستها من الأعلى بوضع خليطٍ من الإسمنت مع التُّربة الممزوجة ببعض الحصى بعد خلطها بالماء -(صورة ٢) - وأصبح سمك السَّقف يساوي سمك البلوك المستخدم ويساوي ١٠ سم، يُضاف إليه سمك الخليط الإسمنتي ٣ سم. كما قام الباحثان بتثبيت ماسورة ٢ بوصة بوسط سقف الغرفة للقياس من خلالها، وغلقها بمادة الجبس لمنع تسرُّب الهواء.

صورة (٢) توضِّح البلوك الإسمنتيِّ والسَّقف المُستخدم في البناء للغرف التّجريبيَّة وعمليَّة البناء

المصدر: من تصوير الباحثين أثناء العمل الميدانيِّ بمنطقة القصيم.

- تختلف أشكال وتصميمات المظلَّات وفقاً للعديد من المعايير التي تتحكَّم في شكل المظلَّة، فبالتَّزامن مع بناء الغرف التَّجريبيَّة بالأبعاد سالفة الذكر، قام الباحثان بتصميم المظلَّات المطلوبة بحسب طبيعة الدِّراسة الحاليَّة. وقد كان هناك العديد من المعايير التي اهتم بها الباحثان عند تصميم المظلَّة، وأهمها:

الخامة المراد تصميم المظلَّات بها: تتعدَّد الخامات من تصميمٍ لآخر، وقد حدَّد الباحثان أنواع الخامات التي سيُعتَمد عليها في الدِّراسة، وهي (مظلة قماش بولي كلوريد

الفينيل، مظلة البولي إيثيلين، مظلة قماش قطن)، وقد ساعد ذلك في اختيار الشَّكل المربَّع لتثبيت وشدِّ المظلَّة.

تثبيت المظلَّة: تمَّ إنشاء قضبان حديديَّة بطول ٢,٢ متر وعرض ٢,٢ متر يتوسَّطها عارضةً معدنيَّةً لشدِّ القماش (بحسب النَّوع) على هذا الهيكل الحديديِّ بحيث تكون زيادتها عن أبعاد الغرفة بمقدار ١٠ سم من جميع الجهات (صورة ٣) وبارتفاع ٢٠ سم عن سقف الغرفة بما يسمح بمرور الهواء.

صورة (٣) توضح المظلَّة وتثبيتها على الغرف التَّجريبيَّة

المصدر: من تصوير الباحثين أثناء العمل الميداني بمنطقة القصيم

العامل البيئيُّ بالمنطقة: لتجنُّب آثار الرِّياح الشَّديدة والأمطار -إن وجدت -، وقد تمَّ تصميم المظلَّة وتثبيتها بطريقةٍ تقاوم الشَّد والقصَّ والأحمال النَّاتجة عن الأمطار أو الرِّياح، عن طريق تثبيت قوائم طوليَّة تمَّ ربطها ولحامها بمسامير مثبَّتةٍ بشكلٍ آمنٍ في الجدار من جهتيِّ الشَّمال والجنوب، مع وضع عارضةٍ تربط القوائم من الأسفل وتثبيتها باللِّحام (صورة ٣)، مع مراعاة استخدام هيكلٍ معدنيٍّ غير قابلٍ للصَّدأ أو التَّآكل.

التَّكلفة: عمد الباحثان أثناء تنفيذ المظلات المستخدمة في الدِّراسة الحاليَّة على تقليل التَّكلفة بقدر الإمكان، إذ لا يوجد أيُّ دعمٍ ماليٍّ من أيِّ جهةٍ رسميَّةٍ، لذا فقد اختارا مساحات الغرف وحجم المظلَّات بأبعادٍ صغيرةٍ، كما حاولا تثبيت المظلَّة بشكلٍ جيِّدٍ، وبهيكلٍ معدنيٍّ بسيطٍ لتقليل حجم الإنفاق.

- بعد الانتهاء من بناء الغرف، وتصميم المظلَّات، وتركيب الأقمشة المستخدمة في الدِّراسة الحاليَّة تمَّ تركيب المظلَّة على ثلاث غرف بثلاث أنواعٍ مختلفةٍ من المظلَّات (العيِّنة التَّجريبيَّة)، وهي على شكلٍ مسطَّح، فضلاً عن غرفةٍ لا يوجد عليها مظلَّة (العيِّنة الضَّابطة).
- تركيب أجهزة قياسٍ رقميَّةٍ من نوع TA318 لرصد درجة الحرارة في كلٍّ من النَّماذج الأربعة، وقد تمَّ إدخال المُستشعِر من خلال الماسورة لقياس درجة الحرارة وتسجيل البيانات المرصودة للفترة (١٦ -٦ إلى ١٥ -٨ -٢٠٢١م)، تمَّ بعد ذلك عمل تجربةٍ على غرفةٍ عليها مظلَّةٌ على شكل مثلثٍ، ومغطاةٌ بقماش بولي كلوريد الفينيل (صورة ٤)، حيث اختير هذا النَّوع من المظلَّات بعد التَّحليل المبدئيِّ للبيانات التي تمَّ رصدها من قبل، وقد تبيَّن لنا أنَّ قماش بولي كلوريد الفينيل هو الأفضل -وذلك بحسب التَّجربة الماضية -، كما تمَّت المقارنة مع الغرفة غير المظلَّلة كعيِّنة ضابطةٍ للتَّجربة، مع أخذ القياس خلال الفترة (١٦ -٨ حتى ١٥ -٩ -٢٠٢١م)، وقد صُمِّم الهيكل المعدنيِّ لها بنفس الطَّريقة السَّابقة بالغرف الأربعة بارتفاع ٢٠ سم من الجوانب و٥٠ سم من المنتصف.

صورة (٤) توضِّح مظلَّة على شكل مثَّلثٍ مغطَّاة
بقماش بولي كلوريد الفينيل على غرفةٍ تجريبيَّة

المصدر: من تصوير الباحثين أثناء العمل الميداني بمنطقة القصيم

- تمَّ استخدام مؤشِّر عدم الرَّاحة الفسيولوجيَّة الذي اقترحه توم (Thom, 1959)، والذي يمكن تطبيقه على درجات الحرارة والرطوبة النسبية، وتقوم فكرة دليل توم على حساب دليل الحرارة - الرُّطوبة (THI)، ويعتبر هذا الدَّليل معياراً مناسباً لوصف إحساس النَّاس بالجوِّ الحارِّ. ومن سمات هذا القانون، استخدامه لعنصرين في التَّعبير عن راحة الإنسان، وهما الحرارة والرُّطوبة، ويوضح لنا الدَّليل أنَّه في حال ارتفاع الرُّطوبة يشعر الإنسان أنَّ درجة الحرارة هي أعلى من الحرارة المسجَّلة، وذلك نظراً لتشبُّع الجوِّ بالرُّطوبة، ممَّا يؤدِّي إلى توقُّف عمليَّة التبخُّر من الجسم (الياسري، ٢٠٠٣). كما تُستَخدم قرينة توم لتحديد فعل الحرارة والرُّطوبة على جسم الإنسان وليس فعل البرودة، لذا فهو مناسبٌ للمناطق الحارَّة كإقليم منطقة الدِّراسة، كما يتميَّز بسهولة التَّطبيق وقدرته العالية على تحديد المناطق التي يشعر بها الإنسان بالرَّاحة، إضافةً إلى تحديده للفترات المريحة وغير المريحة للإنسان. وقد تمَّ حساب مؤشِّر توم المعدّل للرَّاحة الحراريَّة من خلال المعادلة التَّالية (Dasari, et al, 2021):

$$DI = T - 0.55\,(1 - 0.01RH)\,(T - 14.5)$$

DI= مؤشر الانزعاج الحراري T= درجة حرارة التّرمومتر الجافRH = الرّطوبة النِّسبيَّة

جدول (١) الحدود التَّصنيفيَّة لقرينة توم لتحديد راحة الإنسان

قيم (DI)	نوع الرَّاحة
أقل من 10	انزعاج شديد (عدم راحة)
15 -10	انزعاج متوسط
18 -15	راحة نسبيَّة
21 -18	راحة تامة (لا انزعاج حراري)
24 -21	راحة نسبيَّة (أقل من نصف السُّكان يشعرون بالرَّاحة)
27 - 24	انزعاج متوسط (أكثر من نصف السُّكان يشعرون بعدم الرَّاحة)
29 - 27	انزعاج شديد
أكثر من 29	إجهاد شديد (حالة الطَّوارئ الطبيَّة)

المصدر: من إعداد الباحثين نقلاً عن (ثابت، ٢٠١١، مختار، ٢٠١٧، Dasari et al, 2021)

منطقة الدِّراسة:

تتحدَّد منطقة الدِّراسة في الحيِّز المكانيِّ لموقع إنشاء النَّماذج التَّجريبيَّة للمباني ضمن منطقة القصيم في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة، وتقع منطقة القصيم في الوسط الشَّماليِّ من المملكة العربيَّة السُّعوديَّة، وتتحدَّد المنطقة فلكيًّا بين خطَّي طول: ٢٧َ ٤١ْ و٤٦َ ٤٤ْ شرقاً، ودائرتي عرض: ٢٧َ ٢٤ْ و١٥َ ٢٧ْ شمالاً. وتمتدُّ منطقة القصيم طوليًّا بين الشَّمال الشَّرقيِّ والشَّمال الغربيِّ على مسافة ٤٧٥ كم، وبمتوسط عرض للمنطقة بين الجنوب الشَّرقيِّ والشَّمال الغربي على مسافة ٢٤٠ كم، ويحدُّ منطقة القصيم من الشَّمال منطقة الحدود الشَّمالية، ومن الجنوب والشَّرق منطقة الرِّياض، ومن الغرب منطقة المدينة المنوَّرة ومنطقة حائل خريطة (١).

وتبلغ مساحة منطقة القصيم ٧٣,٠٠٠ كم^2، وهي تغطي بذلك مساحةً صغيرةً نوعاً ما من مساحة المملكة العربيَّة السُّعودية أي بنسبة ٣,٢ ٪ من إجمالي مساحة المملكة البالغة ٢,٢٥٩,٠٠٠ كم^2 (وزارة الاقتصاد والتخطيط، ٢٠١٠م)، وتعدُّ منطقة القصيم إحدى المناطق الثَّلاثة عشر بالمملكة العربيَّة السُّعودية التي تتميَّز بالعديد من الخصائص الطَّبيعيَّة (الجخيدب، ٢٠٠٢).

خريطة (١) موقع منطقة القصيم في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة

المصدر: الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانيَّة السُّعوديَّة ٢٠١٠، خريطة التَّقسيمات الإداريَّة - مقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠٠.

يوضِّح الجدول (٢) متوسِّطات درجة الحرارة اليوميَّة (العظمى والصُّغرى والوُسطى) خلال الشَّهر الفصل والسَّنة، إضافةً إلى الرُّطوبة النِّسبيَّة لمحطَّة القصيم خلال الفترة ١٩٨٥ - ٢٠١٤م، ويقصد بالمتوسط العام لدرجة الحرارة متوسط درجة

الحرارة اليومية، وهو مهم جدًّا وخاصَّة في الدِّراسات التَّطبيقيَّة لإعطائها صورةً أكثر شموليَّة عن طبيعة المناخ السَّائد بمنطقة الدِّراسة.

بلغ المعدَّل السَّنوي لمتوسطات درجات الحرارة اليوميَّة ٢٥,٢ °س كمتوسِّطٍ عامٍّ للسَّنة ككل، ويُعد فصل الصَّيف من أعلى فصول السَّنة حرارةً بمنطقة الدِّراسة، وهذا يتوافق مع أهداف عمل المظلَّات خلال هذا الفصل بشكلٍ أساسيٍّ. ويمكننا ترتيب فصول السَّنة المناخيَّة من الأعلى إلى الأقل بالنِّسبة لمتوسطات درجة الحرارة اليوميَّة (الصَّيف، الخريف، الرَّبيع، الشِّتاء) بواقع متوسِّط درجة حرارةٍ وسطى بلغ (٣٥ °س، ٢٦,٥°س، ٢٥,٢°س، ١٣,٨°س). حيث تراوحت معدَّلات درجات الحرارة في فصل الصَّيف بين ٣٤,٢°س، ٣٥,٦°س لشهري يونيو وأغسطس على التَّرتيب، ويعدُّ شهر أغسطس الأعلى في درجات الحرارة على الإطلاق، وذلك بالنِّسبة لمتوسطات درجة الحرارة اليوميَّة أو العظمى أو الصغرى.

يأتي فصل الخريف في المرتبة الثَّانية وتتراوح معدَّلات درجة الحرارة فيه بين ١٩,٧°س، ٣٢,٦ °س لشهري سبتمبر ونوفمبر على التَّرتيب، ويُعدُّ فصل الخريف فصلاً انتقاليًّا بين فصل الصَّيف شديد الحرارة وفصل الشِّتاء متوسط البرودة. ويمثِّل الفرق بين نهاية الصَّيف (شهر أغسطس) وبداية الخريف (شهر سبتمبر) ما يقرب من ٣ °س. كما ويُعتبر فصل الخريف الأكثر تذبذباً في درجات الحرارة، ويتَّضح ذلك من خلال انخفاض درجة الحرارة بشكلٍ ملحوظٍ كل شهر عن الذي يليه مقارنةً بباقي فصول السَّنة، إذ يبلغ الفرق بين بداية الخريف في شهر سبتمبر ونهايته في شهر نوفمبر ١٢,٩ °س، ويتشابه فصل الرَّبيع مع فصل الخريف في التذبذب.

جدول (٢) متوسِّطات درجة الحرارة الشَّهريَّة والسَّنويَّة (العظمى، الوسطى، الصغرى) والرُّطوبة النِّسبيَّة في محطَّة القصيم خلال الفترة ١٩٨٥ - ٢٠١٤م

الشهور/ الفصول	الحرارة العظمى	الحرارة الوسطى	الحرارة الصغرى	الرطوبة النسبية
يناير	19.2	12.6	6.3	56.0
فبراير	22.3	15.4	8.3	44.4
مارس	26.8	19.5	12	38.1
إبريل	32.7	25.1	17.5	34.7
مايو	38.8	31.0	22.8	21.7
يونيو	42.3	34.2	25	13.2
يوليو	43.4	35.3	25.9	13.3
أغسطس	43.8	35.6	26.4	13.7
سبتمبر	41.1	32.6	23.4	15.5
أكتوبر	35.6	27.2	18.6	23.0
نوفمبر	27.0	19.7	12.9	44.2
ديسمبر	21.5	14.5	8.1	54.6
الشتاء	20.6	13.8	7.3	52.8
الربيع	32.8	25.2	17.4	31.5
الصيف	43.2	35.0	25.8	13.4
الخريف	34.6	26.5	18.3	27.6
المعدل السنوي	**32.9**	**25.2**	**17.3**	**31.0**

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخيَّة من الهيئة العامَّة للأرصاد وحماية البيئة

ويتضح من خلال الجدول (٢) أنَّ فصل الصَّيف هو الأقلُّ رطوبةً مقارنةً ببقيَّة الفصول على الإطلاق، فقد بلغت معدَّلات الرُّطوبة ١٣,٢٪ في شهر يونيو الذي يعد الأقلّ رطوبةً على الإطلاق، بينما يُعتبر شهر يناير الأعلى في الرُّطوبة النِّسبيَّة التي بلغت ٥٦٪، وذلك نظراً لتوفُّر مصادر البخر من أمطارٍ، إضافةً إلى قلَّة الإشعاع الشَّمسيِّ السَّاقط بما يتيح فرصة أكبر لبقاء بخار الماء في الهواء، إذ أنَّه من المعروف أنَّ العلاقة عكسيةٌ بين الرُّطوبة النِّسبيَّة ودرجة الحرارة، فكلَّما ارتفعت الحرارة قلَّت الرُّطوبة النِّسبيَّة والعكس.

النَّتائج والمناقشة

١. قيم مؤشِّر عدم الرَّاحة الفسيولوجيَّة المعدّل لتوم في منطقة القصيم:

يوضح جدول (٣) قيم مؤشِّر عدم الرَّاحة الفسيولوجيَّة المعدّل لتوم في منطقة القصيم من خلال معالجة بيانات محطَّات الأرصاد الجويَّة على المستوى الشَّهريِّ والفصليِّ خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٤م)، ويلخِّص شكل (١) القيم الشَّهرية لمؤشِّر توم المعدّل للرَّاحة الحراريَّة.

ويتّضح أنَّ المعدَّل السَّنويِّ للرَّاحة الحراريَّة بالقصيم بلغ ٢١,١ أي راحة نسبيَّة (أقل من نصف السُّكان يشعرون بالرَّاحة) بالنِّسبة للمتوسِّط السَّنويِّ للرّاحة الحراريَّة اليوميَّة، بينما يختلف الأمر عند تناول الفصول أو الشهور، ففي **فصل الشِّتاء** يشعر معظم السُّكان بانزعاجٍ متوسِّطٍ، فقد بلغت قيمة مؤشر توم ١٤,٢ نظراً لانخفاض درجات الحرارة في هذا الفصل، ويُعتبر شهر يناير هو الأقلّ راحةً (انزعاج متوسِّط) من بقية شهور الشِّتاء، حيث يقلُّ فيه مؤشِّر توم لأقلِّ قيمةٍ له ١٣,١، وتُشير قيم مؤشِّر توم على المستوي الفصليِّ **بفصل الرَّبيع** أنَّ سكان منطقة القصيم يشعرون بالرَّاحة التَّامة، مع وجود اختلافٍ في شهور الرَّبيع عن بعضها البعض، حيث بلغت قيم مؤشِّر

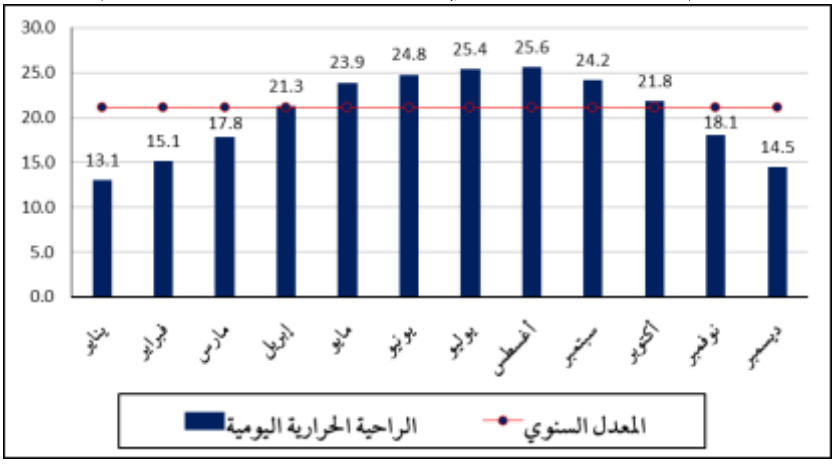
توم لشهر مارس ١٧.٨ (أي راحة نسبيَّة)، بينما بلغت قيم مؤشِّر توم المعدّل خلال شهري أبريل ومايو ٢١.٣ ، ٢٣.٩ لكلٍّ منهما على التَّرتيب أي أنَّ أقلّ من نصف السُّكان يشعرون بالرَّاحة.

جدول (٣) القيم الشَّهرية والفصليَّة لمؤشِّر عدم الرَّاحة الفسيولوجيَّة المعدل لتوم Thom بمحطّة القصيم على المستوى اليوميِّ خلال الفترة ١٩٨٥ - ٢٠١٤م

	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف		
	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
المتوسط الشهري	14.5	13.1	15.1	17.8	21.3	23.9	24.8	25.4	25.6	24.2	21.8	18.1
المتوسط الفصلي	14.2			21.0			25.3			21.4		

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادًا على بيانات جدول (١)

شكل (١) القيم الشَّهريَّة لمؤشِّر عدم الرَّاحة الفسيولوجيَّة المعدل لتوم Thom المستوي اليومي خلال الفترة ١٩٨٥ - ٢٠١٤م



يُعد **فصل الصيف** أكثر فصول العام التي يشعر خلالها سكان منطقة القصيم بانزعاجٍ متوسطٍ أي أنَّ أكثر من نصف السُّكان يشعرون بعدم الرَّاحة، إلَّا أنَّهم يشعرون في أوَّل الصَّيف ببعض الرَّاحة النِّسبيَّة مقارنةً بشهور الصَّيف الأخرى - خاصة شهر أغسطس -.

يعدُّ **فصل الخريف** امتداداً لفصل الصَّيف، حيث اختلفت قيم مؤشِّر توم بين بداية الخريف ونهايته حيث يعتبر شهر سبتمبر مثل شهور فصل الصَّيف، إذ يشعر السُّكان خلاله بانزعاج متوسِّطٍ (أكثر من نصف السُّكان يشعرون بعدم الرَّاحة)، بينما يشعر السُّكان بالرَّاحة النِّسبيَّة (أقل من نصف السُّكان يشعرون بالرَّاحة) خلال شهر أكتوبر، وفي نهاية الخريف، وتحديداً في شهر نوفمبر - يشعر السُّكان بالرَّاحة التَّامة مثل فصل الرَّبيع حيث تكون بداية حلول الشِّتاء وانخفاض درجات الحرارة.

يتَّضح ممَّا سبق، أنَّ الموسم السَّنوي لشعور سكان منطقة القصيم بعدم الرَّاحة الفسيولوجيَّة يمتدُّ ليشغل نصف العام تقريباً (من أبريل وحتَّى أكتوبر) نتيجة لارتفاع درجات الحرارة، بينما يُعدُّ شهر نوفمبر هو شهر الرَّاحة الفسيولوجية للسُّكان على الإطلاق.

وإذا ما تتبَّعنا نتائج مؤشِّر توم للرَّاحة الفسيولوجيَّة في الفصول المختلفة، نجد أنَّ فصل الرَّبيع يحتلُّ المرتبة الأولى مقارنةً مع بقية الفصول للرَّاحة الفسيولوجيَّة، بينما يأتي الخريف في المرتبة الثَّانية نتيجةً لانخفاض درجات الحرارة وقيم الرُّطوبة النِّسبيَّة، ويحتل الشِّتاء المرتبة الثَّالثة من حيث الرَّاحة الفسيولوجيَّة، بينما يأتي الصَّيف في نهاية الفصول، إذ يتعرَّض الأفراد خلاله إلى ضغطٍ حراريٍّ شديدٍ، يصاحبُه شعور السُّكان بعدم الارتياح الحراريِّ معظم ساعات النَّهار، الأمر الذي يتطلَّب منهم جدولة

أنشطتهم وفق أعلى قيمةٍ حراريَّةٍ مسموحٍ بها لتجنُّب الصدمة الحراريَّة (Abdel-Ghany et al, 2013)، ويؤثّر ذلك على ارتفاع فاتورة استهلاك الكهرباء في الأيَّام التي لا يشعر بها السُّكان بالرَّاحة الحراريَّة، وهذا ما يتطلَّب إجراء بعض المعالجات المناخيَّة للمباني، والتي تتمثَّل في عمليَّة تظليل سقوف المباني السَّكنيَّة.

٢. درجات حرارة غرف التَّجربة في فصل الصَّيف:

يتَّضح من بيانات جدول (٤) الذي يعرض متوسّطات درجات الحرارة الخارجيَّة والدَّاخليَّة بغرف التَّجربة الأولى والثَّانية بحسب نوع المظلَّة خلال ساعات النَّهار، ومنه يتبيَّن أنَّ درجة الحرارة الخارجيَّة تنخفض إلى أقلِّ حدٍّ لها طوال فترة الدِّراسة خلال السَّاعة الأولى من الرَّصد، حيث كانت درجة الحرارة الخارجية في السَّاعة السَّادسة صباحاً أقلّ بعشر درجاتٍ مئويَّةٍ منها في السَّاعة السَّابعة صباحاً. يعود ذلك في المقام الأوَّل إلى بزوغ قرص الشَّمس كاملاً في السَّماء -السُّطوع الفعليِّ للشَّمس - إضافةً إلى صفاء السَّماء من السُّحب طوال فترة الدِّراسة ممَّا يساعد على وصول أشعَّة الشَّمس، وبالتَّالي إلى رفع حرارة الغلاف الجويِّ في منطقة الدِّراسة، إضافةً إلى بداية التَّأثير على الحرارة الدَّاخليَّة للمباني، ومن خلال ذلك التغير يمكننا أن القول إنَّ فاعليَّة المظلَّات بالنِّسبة لاستخدامها خلال اليوم تبدأ من السَّاعة ٦ ص، وإذا ما تمَّ استخدام مظلَّاتٍ متحرِّكةٍ على المباني بحيث يمكن فتحها أثناء النَّهار وغلقها أثناء اللَّيل للمساعدة في الفقد الحراريِّ في اللَّيل، وهذا قد يساعد بشكلٍ أفضل على التَّعديل الحراريِّ للمبنى بشكلٍ أكثر فاعليةً وجعل غلاف المبنى أكثر ديناميكيَّة.

تبدأ درجة حرارة الهواء بالارتفاع تدريجيَّاً خلال ساعات النَّهار، وتُعدُّ الفترة من السَّاعة ٩ ص وحتى السَّاعة ١م هي الأعلى بين متوسِّطات درجات الحرارة الخارجيَّة وذلك من خلال التجربتين. وقد انعكس ذلك على درجة الحرارة الدَّاخليَّة للغرف، إذ

ترتفع درجات الحرارة الدَّاخليَّة للبناء نتيجةً لكسب مواد البناء للحرارة. وتُعدُّ الفترة من السَّاعة ١م وحتَّى نهاية توقيت الرَّصد في السَّاعة ٦م هي الأعلى في درجة الحرارة الدَّاخليَّة على الإطلاق من الفترة الأولى للرَّصد بالغرف المظلَّلة خلال التَّجربتين.

جدول (٤) متوسِّطات درجات الحرارة الخارجيَّة والدَّاخليَّة بغرف التَّجربة الأولى والثَّانية

التَّوقيت	متوسطات درجات الحرارة بالتَّجربة الأولى					متوسطات درجة الحرارة بالتَّجربة الثَّانية		
	درجة الحرارة الخارجيَّة	درجة الحرارة الداخليَّة لمظلة بولي ايثلين	درجة الحرارة الداخليَّة لمظلة P.V.C	درجة الحرارة الداخليَّة لمظلة قماش قطن	درجة الحرارة الداخليَّة للغرفة بدون مظلَّة	درجة الحرارة الخارجيَّة	درجة الحرارة الداخليَّة لمظلة P.V.C البومية	درجة الحرارة الداخليَّة للغرفة بدون مظلَّة
6:00 ص	27.6	33.0	32.7	33.0	32.8	24.8	30.9	30.4
7:00	36.8	31.2	30.7	31.0	32.3	35.5	31.1	30.6
8:00	43.8	31.7	31.3	31.5	32.5	40.7	31.8	32.8
9:00	45.8	33.3	32.8	32.5	33.8	47.4	31.5	35.1
10:00	46.3	34.1	33.5	33.9	35.3	49.7	33.8	36.5
11:00	45.7	35.4	35.4	35.9	37.0	48.5	34.9	37.8
12:00	45.7	37.7	37.1	37.5	38.3	47.4	36.9	39.5
1:00	46.2	39.7	39.1	39.6	40.4	45.7	37.7	40.4
2:00	44.6	41.0	40.8	40.2	41.9	43.7	38.2	41.4
3:00	43.9	41.0	40.5	40.8	42.0	42.5	38.7	42.2
4:00	42.8	42.2	41.5	41.9	44.1	41.3	38.9	42.9
5:00	42.0	44.1	43.5	43.9	44.9	39.7	40.9	42.8
6:00 م	40.6	44.4	43.9	44.4	45.0	37.9	40.9	42.6
المتوسط	**42.4**	**37.6**	**37.1**	**37.4**	**38.5**	**41.9**	**35.9**	**38.1**

المصدر: من حسابات الباحثين بناء على بيانات الرصد الميداني

يُسمَّى الفارق الزَّمنيِّ بين أعلى درجة حرارةٍ وصلت إليها الحرارة الخارجيَّة وأعلى درجةٍ وصلت إليها الحرارة الدَّاخليَّة للغرف أثناء التَّجربتين بالتَّأخُّر الزَّمنيِّ (Time lag)، وهو الزَّمن الذي تستغرقه درجة الحرارة للتَّسرُّب داخل المبنى، ويقاس بالسَّاعات، وكلَّما زادت مدَّة التَّأخُّر الزَّمنيِّ كلَّما كانت فاعليَّة المظلَّة أفضل، لأنَّها

تُؤخِّر من عمليَّة توصيل الحرارة الخارجيَّة إلى داخل المبنى، وهذا ما سيتضح في تقييم الأداء الحراريِّ للمظلَّات في التَّجربة الحاليَّة.

٣. الفروق في درجات حرارة غرف التَّجربة في فصل الصَّيف:

يوضِّح جدول (٥) والشَّكل (٢) الفروق بين درجة الحرارة الدَّاخليَّة والخارجيَّة للغرف في فصل الصَّيف، ويتَّضح لنا أنَّ درجة الحرارة الدَّاخليَّة أقل من درجة الحرارة الخارجيَّة بكافَّة المظلَّات خلال السَّاعات (٦ ص، ٥م، ٦م).

جدول (٥) فروق درجة الحرارة الدَّاخليَّة والخارجيَّة للغرف في فصل الصَّيف

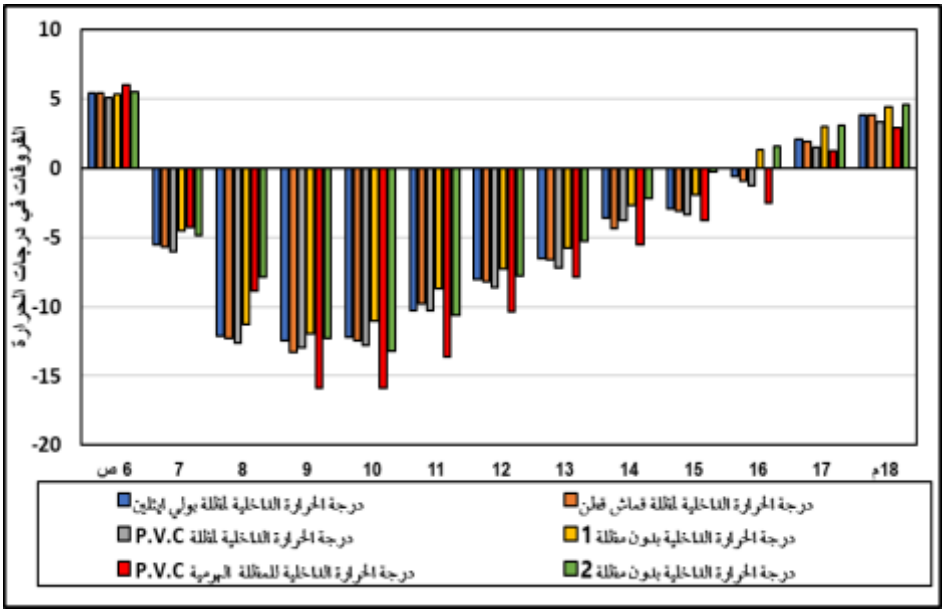
التوقيت	فروق درجات الحرارة في التَّجربة الأولى				فروق درجات الحرارة في التَّجربة الثَّانية	
	مظلَّة بولي ايثلين	مظلَّة قماش قطن	مظلَّة (PVC)	بدون مظلَّة	مظلَّة (PVC) الهرميَّة	بدون مظلَّة
06:00 ص	5.4	5.4	5.1	5.3	6.0	5.5
07:00 ص	-5.5	-5.7	-6.0	-4.5	-4.3	-4.9
08:00 ص	-12.1	-12.3	-12.6	-11.3	-8.9	-7.9
09:00 ص	-12.5	-13.3	-13.0	-12.0	-15.9	-12.3
10:00 ص	-12.2	-12.5	-12.8	-11.0	-15.9	-13.2
11:00 ص	-10.3	-9.8	-10.3	-8.7	-13.6	-10.6
12:00 م	-8.0	-8.2	-8.6	-7.3	-10.4	-7.8
01:00 م	-6.5	-6.6	-7.2	-5.8	-7.9	-5.3
02:00 م	-3.6	-4.4	-3.8	-2.7	-5.5	-2.2
03:00 م	-2.9	-3.1	-3.4	-1.9	-3.8	-0.3
04:00 م	-0.6	-0.9	-1.3	1.3	-2.5	1.6
05:00 م	2.1	1.9	1.5	3.0	1.2	3.1
06:00 م	3.8	3.8	3.3	4.4	2.9	4.6

المصدر: من حسابات الباحثين بناءً على بينات الجدول (٤).

كما يبدو أنَّ السَّاعات التَّاسعة صباحاً، والعاشرة صباحاً، تمثِّل أعلى فارقٍ بين درجة الحرارة الخارجيَّة والدّاخليَّة في غرف التَّجربتين، وفي التَّجربة الأولى يمكن ترتيب أعلى فارقٍ في درجة الحرارة بالنسبة للمظلَّات (قماش قطن، بولي كلوريد الفينيل، بولي ايثيلين، بدون مظلَّة) بفارقٍ حراريٍّ (١٣,٣، ١٣، ١٢,٥، ١٢ ْس) على

التَّرتيب خلال السَّاعة التَّاسعة صباحاً. بينما في التَّجربة الثَّانية فقد بلغ أعلى فارقٍ في درجة الحرارة بالنِّسبة للغرفة المظلَّلة بقماش بولي كلوريد الفينيل الهرمي، وغير المظلَّلة (١٥,٩ ، ١٣,٢ ْس) بنفس التَّوقيت.

شكل (٢) الفروق درجة الحرارة الدَّاخليَّة والخارجيَّة للغرف التَّجريبيَّة في فصل الصيف



ترتفع الفروق الحراريَّة خلال السَّاعات من ٧ص حتى ٣م بالموجب، بينما خلال السَّاعة ٦ ص والسَّاعات (٥م، ٦م) بالسَّالب، كما تنخفض عند السَّاعة ٤م بالسَّالب في الغرف الغير مظلَّلة بالتَّجربتين. إنَّ الفارق في السّاعة ٤م بين الغرف المظلَّلة والغرف غير المظلَّلة يدل على فاعليَّة المظلَّات في حجب الحرارة حتى هذا التَّوقيت، فعلى الرَّغم من أنَّ الفارق الحراريِّ بالتَّجربة الأولى في السَّاعة ٤م قد بلغ (-١,٣ ، -٠,٩ ، -٠,٦ ْس) بالقيم السَّالبة للمظلَّات (بولي كلوريد الفينيل، قماش قطن، بولي ايثيلين) على التَّرتيب، بينما بلغ الفارق موجباً في الغرفة التي بدون مظلَّة (١,٣ ° س)، كما أظهرت التَّجربة الثَّانية أنَّ الشَّكل الهرميِّ أكثر فاعليَّةً، ففي السَّاعة ٤م كان

الفارق سالباً (-٢,٥ ْس) للمظلَّة بولي كلوريد الفينيل الهرميَّة، بينما بلغ الفارق في الغرفة التي بدون مظلَّة (١,٦ ْس).

لا يمكن ترتيب فاعليَّة المظلَّات من خلال المتوسطات اليوميَّة للرَّصد، فالبيانات السَّاعيَّة لا تعبِّر عن إجماليٍّ ما يتم حجبه من حرارةٍ للوصول لداخل المبنى، لذلك سيتمُّ دراسة متوِّسطات الحرارة خلال ساعات النَّهار من ٦ص حتى ٦م مرَّة، ومرةً أخرى لمتوسطات الحرارة الدَّاخلية أثناء السَّاعات من ٧ص حتى ٤م كما هو وارد في الشَّكل (٢). ويظهر أنَّ درجة الحرارة الدَّاخلية ترتفع عن درجة الحرارة الخارجية لغرف التَّجربة خلال هذه الفترة.

٤. الفروقات في درجات الحرارة لغرف التَّجربة خلال ساعات محدَّدة:

يوضِّح الجدول (٦) والشَّكل (٣) متوسِّطات درجات الحرارة والفروق الحراريَّة خلال ساعاتٍ محدَّدةٍ من اليوم، وذلك لدراسة الفروق الحراريَّة كمتوسطاتٍ يوميَّةٍ لتحديد أفضل توقيتٍ لعمل المظلَّات خلال ساعات اليوم، لذا فقد تمَّت الدِّراسة على فترتين، ويتضح أنَّ الفترة من ٧ص وحتَّى ٤م تُعتبر الأعلى في الفروق الحراريَّة بين درجتي الحرارة الخارجيَّة والدَّاخليَّة مقارنةً بالفترة من ٦ص وحتّى ٦م.

ويمكن ترتيب المظلَّات من حيث متوسِّطات درجات الحرارة الدَّاخليَّة تنازليَّاً - كما في الجدول (٦) -، واتَّضح بالتَّجربة أنَّ الغرف قد أعطت نتائج مختلفةً في معدَّل انتقال الحرارة عبر السَّقف، وذلك بحسب طبيعة المظلَّة المستخدمة، ممَّا أعطى نتائج مختلفةً في درجات الحرارة الدَّاخليَّة بين الغرف مقارنةً بدرجة الحرارة الخارجيَّة في كلِّ تجربةٍ، وبالتَّالي يمكن ترتيب المظلَّات المستخدمة من حيث الكفاءة في تخفيض متوسِّطات درجات الحرارة داخل المباني مقارنةً بدرجات الحرارة الخارجية من الأعلى إلى الأدنى على التَّرتيب (الغرفة بمظلَّة بولي كلوريد الفينيل الهرميَّة، الغرفة بمظلَّة بولي

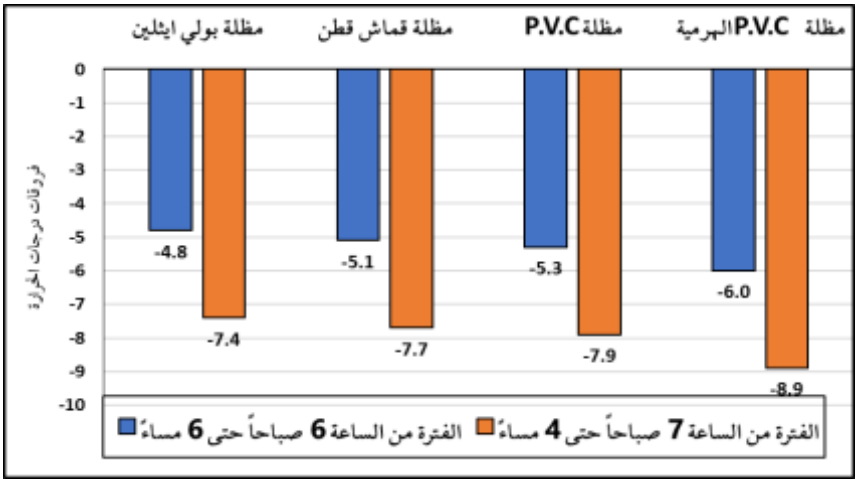
كلوريد الفينيل، الغرفة بمظلة قماش قطن، الغرفة بمظلَّة بولي ايثيلين) بواقع متوسِّطات درجة حرارة داخليَّة بلغت (٣٥,٩، ٣٧,١، ٣٧,٤، ٣٧,٦ سْ) على التَّرتيب بحسب السَّاعات من ٦ص حتى ٦م، وبلغت (35.3، 36.3، 36.5، 36.7 سْ) على نفس التَّرتيب بالنِّسبة للتَّوقيت من ٧ص وحتَّى ٤م.

جدول (٦) متوسِّطات درجات الحرارة والفروق الحراريَّة خلال ساعاتٍ محدَّدةٍ من اليوم

التّجربة	متوسطات درجات الحرارة بالتّجربة الأولى				متوسطات درجات الحرارة بالتّجربة الثّانية		
فصل الصيف	درجة الحرارة الخارجيّة	مظلّة بولي ايثلين	مظلّة P.V.C	مظلّة قماش قطن	بدون مظلّة	مظلّة P.V.C الهرميّة	درجة الحرارة الخارجيّة
متوسطات درجة الحرارة							
الفترة من 6ص إلى 6م	42.4	37.6	37.1	37.4	38.5	35.9	41.9
الفترة من 7ص إلى 4م	44.2	36.7	36.3	36.5	37.8	35.3	44.5
الفروق الحراريّة لدرجة الحرارة الدّاخليّة بين الغرف							
الفترة من 6ص إلى 6م	-	-0.9	-1.4	-1.1	0	-2.2	-
الفترة من 7ص إلى 4م	-	-1.0	-1.5	-1.3	0	-2.6	-

المصدر: من حساب الباحثين اعتمادا على جدول (٤)

شكل (٣) فروق درجة الحرارة الدَّاخليَّة والخارجيَّة للغرف حسب التَّوقيت بفصل الصَّيف



وبالتَّالي فإنَّه يمكن ترتيب المظلَّات من حيث فروق درجة الحرارة الدَّاخليَّة بالغرف المظلَّلة وغير المظلَّلة حسب التَّجربتين تنازليًّا -كما في الشَّكل (٤) - بحسب طبيعة المظلَّة المستخدَمة على التَّرتيب (الغرفة بمظلَّة بولي كلوريد الفينيل الهرميَّة، الغرفة بمظلَّة بولي كلوريد الفينيل، الغرفة بمظلَّة قماش قطن، الغرفة بمظلة بولي ايثيلين) بواقع متوسِّطات فروق درجات حرارة داخليَّة بلغت (-٢,٢، -١,٤، -١,١، -٠,٩ سْ) على التَّرتيب بالسَّاعات من ٦ص حتى ٦م، وبلغت (-2.6، -1.5، -1.3، -1 سْ) على نفس التَّرتيب بالنِّسبة للتَّوقيت من ٧ص حتى ٤م.

٥. تقييم المظلَّات في تحقيق الرَّاحة المناخيَّة لغرف التَّجربة:

يمثِّل مؤشِّر عدم الرَّاحة المعدّل لتوم المقياس المستخدم في هذه الدِّراسة، في التَّعرف على الرَّاحة الحراريَّة بمنطقة القصيم خلال فصل الصَّيف، والتي أعطت مؤشِّراً بأنَّ هناك انزعاجٌ متوسِّطٌ، حيث أنَّ أكثر من نصف السُّكان لا يشعرون بالرَّاحة أثناء فصل الصَّيف، وذلك لأنَّ قيمة المؤشِّر كانت بين المدى (٢٤ - ٢٧) لمؤشِّر توم

المعدّل بواقع (٢٥.٣) لمؤشّر توم المعدل في فصل الصَّيف، وكان هذا المعدّل على حساب درجات الحرارة والرُّطوبة النِّسبيَّة بمحطَّة القصيم. ويختلف الأمر إلى حدٍّ ما داخل المباني، نتيجة الاكتساب الحراريِّ لغلاف المبنى وتأثيراته، لذا فقد تمَّت دراسة الرَّاحة الدَّاخليَّة للغرف التَّجريبيَّة -كما في الجدول (٧) - والذي يوضِّح نتائج مؤشِّر توم المعدّل على الغرف التَّجريبيَّة في فصل الصَّيف.

وقد اتَّضح أنَّ نتائج مؤشّر توم المعدّل بالنِّسبة للغرف ذات المظلَّة P.V.C الهرميَّة الشَّكل هي الأفضل على الإطلاق -خاصَّة خلال الفترة من ٧ صباحاً وحتَّى ٤ مساءً - في حين أعطت الغرفة التي بالمظلّة P.V.C نتائج أفضل من الغرف الأخرى بحسب التَّجربة الأولى، والتي تأتي في المرتبة الثَّانية، بينما تأتي المظلَّة المصنَّعة من القماش القطن في المرتبة الثَّالثة في تحقيق الرَّاحة الحراريَّة في الغرف التَّجريبيَّة، وفي المرتبة الأخيرة تأتي الغرفة ذات المظلَّة المصنَّعة من مادة البولي ايثيلين.

جدول (٧) نتائج مؤشِّر توم المعدَّل على الغرف التَّجريبيَّة في فصل الصَّيف

المؤشِّر	الفترة	التَّجربة الأولى				التَّجربة الثَّانية	
		مظلَّة بولي ايثلين	مظلَّة P.V.C	مظلَّة قماش قطن	غرفة بدون مظلَّة	مظلة P.V.C الهرميَّة	غرفة بدون مظلَّة
مؤشِّر الرَّاحة الحراريَّة	الفترة من 6 ص إلى 6 م	26.8	26.6	26.7	27.3	25.9	27.1
	الفترة من 7 ص إلى 4 م	26.3	26.1	26.2	26.9	25.6	27.0
الفرق بين الغرف المظلَّلة والغير مظلَّلة بمؤشِّر توم	الفترة من 6 ص إلى 6 م	0.5	0.7	0.6	0	1.2	0
	الفترة من 7 ص إلى 4 م	0.5	0.8	0.7	0	1.4	0

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات الرَّصد في الغرف التَّجريبيَّة ومعادلة مؤشِّر توم المعدَّل

ولمعرفة الرَّاحة الحراريَّة الفعليَّة نتيجة استخدام المظلَّات للغرف، يمكن بناء مؤشِّرٍ عامٍّ للشُّهور (يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر)، وطرح الفروق في مؤشِّر توم المعدل بحسب نوع المظلَّة المستخدمة -جدول ٨ - من المعدَّل العامِّ الشَّهري لإيجاد

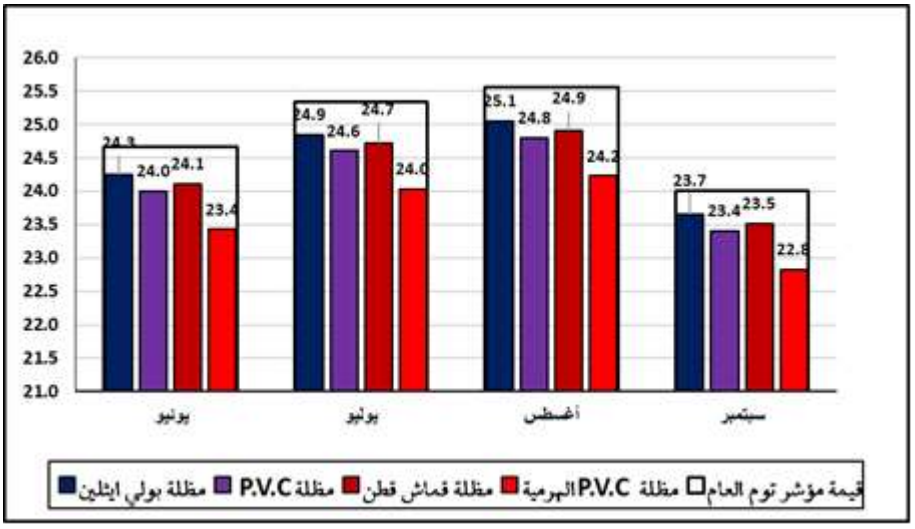
قيمة مؤشِّر توم بحسب نوع المظلَّات المُستخدمة في التَّظليل في التَّجربتين من ٧ص وحتَّى ٤م حيث يعدُّ هذا أفضل توقيتٍ أثبتت فيه المظلَّات فاعليتها. كما يوضحها جدول (٨) والشَّكل (٤)، ومنهما يتبيَّن أنَّ كافَّة أنواع المظلَّات قد أعطت نتائج فعَّالة في تحقيق الرَّاحة المناخيَّة داخل غرف التَّجربة بمعدَّلات أقلّ من معدَّلات الرَّاحة الحراريَّة العامَّة بمنطقة القصيم خلال شهور الدِّراسة. ويوضِّح العمود الشَّفاف بخلفية كلِّ شهرٍ مؤشِّر توم للرَّاحة الحراريّة المعدّل بحسب شهور الدِّراسة الحاليَّة بمنطقة القصيم، وبالتَّالي فقد أعطت المظلَّة بولي كلوريد الفينيل الهرميَّة أفضل نتائج للرَّاحة الحراريَّة بالشُّهور (سبتمبر، يونيو، يوليو، اغسطس) على التَّرتيب -شكل (٤) -، وتأتي المظلَّة بولي كلوريد الفينيل المسطَّحة في المرتبة الثَّانية، تليها المظلَّة القماش القطن، وأخيراً تأتي المظلَّة من مادة البولي ايثيلين.

جدول (٨) قيمة مؤشِّر توم العام بعد طرح ما يتمُّ تخفيضه بحسب نوع المظلَّة بالتوقيت من ٧ص حتى ٣م

الشّهر	قيمة مؤشِّر توم العام	قيمة مؤشِّر توم بعد طرح مقدار ما يتمُّ تخفيضه بحسب نوع المظلَّة			
		مظلة بولي ايثلين	مظلة P.V.C	مظلة قماش قطن	مظلة P.V.C الهرمية
يونيو	24.8	24.3	24.0	24.1	23.4
يوليو	25.4	24.9	24.6	24.7	24.0
أغسطس	25.6	25.1	24.8	24.9	24.2
سبتمبر	24.2	23.7	23.4	23.5	22.8

المصدر: من حسابات الباحثين بناءً على بيانات الرَّصد الميدانيِّ.

شكل (٤) قيمة مؤشِّر توم العام بعد طرح مقدار ما يتمُّ تخفيضه بحسب نوع المظلَّة



النتائج :

توصَّل الباحثان من خلال دراستهما إلى العديد من النَّتائج المهمَّة في التَّصميم المناخيِّ والبيئيِّ للمباني، وذلك لجعلها أكثر توازناً من ناحية الحرارة الدَّاخلية، ولعلَّ استخدام المظلَّات في الدِّراسة الحاليَّة بالتَّجربة والقياس والرَّصد والتَّحليل قد أعطى العديد من النَّتائج القيِّمة لتقييم أداء المظلَّات في توفير راحة منَّاخيَّة داخل المباني، ومن أهم هذه النَّتائج ما يلي :

- بلغ المعدَّل السَّنويُّ لمتوسِّطات درجة الحرارة اليوميَّة ٢٥,٢ ْس كمتوسطٍ عامٍّ للسَّنة ككل، ويُعدُّ فصل الصَّيف من أعلى الفصول حرارةً بمنطقة الدِّراسة ممَّا يتوافق مع أهداف عمل المظلَّات خلال هذا الفصل بشكلٍ أساسيٍّ، ويمكننا ترتيب الفصول من الأعلى إلى الأدنى بالنِّسبة لمتوسطات درجة الحرارة اليوميَّة (الصَّيف، الخريف، الرَّبيع، الشِّتاء) بواقع درجة حرارةٍ بلغت (٣٥ ، ٢٦,٥ ، ٢٥,٢ ، ١٣,٨ ْس)؛ حيث تتراوح معدَّلات فصل الصَّيف بين (٣٤,٢ - ٣٥,٦ ْس) لشهري يونيو وأغسطس على التَّرتيب، ويعدُّ شهر أغسطس الأعلى بالنِّسبة لدرجة الحرارة على الإطلاق سواءً لمتوسطات درجة الحرارة اليوميَّة أو العظمى أو الصُّغرى.

- يتَّضح من متوسطات الرُّطوبة النِّسبيَّة خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٤م) أنَّ فصول الصَّيف هي الأقلُّ رطوبةً مقارنةً ببقيَّة الفصول على الإطلاق، وقد سجَّل شهر يونيو أقلَّ نسبة رطوبةٍ مقارنةً ببقيَّة الأشهر والتي بلغت ١٣,٣٪، بينما سجَّل شهر يناير أعلى نسبة رطوبة والبالغة ٥٦٪، وذلك نظراً لتوفُّر مصادر البخر من الأمطار، إضافةً إلى قلَّة الإشعاع الشَّمسيِّ السَّاقط، الأمر الذي يتيح فرصةً أكبر لبقاء بخار الماء في الهواء، إذ من المعروف أنَّ العلاقة عكسيَّةٌ بين الرُّطوبة النِّسبية ودرجة الحرارة.
- بلغ المعدَّل السَّنويُّ للرَّاحة الحراريَّة في القصيم ٢١.١ أي راحةٌ نسبيَّةٌ (أي أنَّ أقلَّ من نصف السُّكان يشعرون بالرَّاحة)، وذلك بالنِّسبة للمتوسِّط السَّنوي للرَّاحة الحراريّة اليوميَّة. بينما يختلف الأمر عند تناول الفصول أو الشُّهور، ويعدُّ **فصل الصَّيف** أكثر فصول العام التي يشعر خلالها سكان منطقة القصيم بانزعاجٍ متوسِّطٍ (أي أنَّ أكثر من نصف السُّكان يشعرون بعدم الرَّاحة المناخيَّة).
- يبدأ الأداء الحراريُّ للغرف في التَّجربتين في زيادة درجة حرارته الدَّاخلية بعد السَّاعة ٦ ص وبداية السَّاعة ٧ ص وحتَّى السَّاعة ٤ م، وذلك نتيجةً لارتفاع قرص الشَّمس في السَّماء، وزيادة الكسب الحراريِّ لموادِّ غلاف المبنى، وانتقال الحرارة عبر أجزاء الغرف إلى الدَّاخل، بينما تبدأ درجات الحرارة الخارجيَّة بالانخفاض بعد السَّاعة ٤ م مع ثبات أو زيادة الحرارة الدَّاخليَّة وحتَّى نهاية توقيت الدِّراسة في السَّاعة ٦ م، ومن المؤكَّد أن درجة الحرارة الدَّاخلية في الغرف -خلال التَّجربة الحاليَّة - تكون أعلى من درجة الحرارة الخارجيَّة أثناء اللَّيل لأنَّ السَّاعات الأولى من الرَّصد كانت درجات الحرارة الدَّاخلية فيها أعلى من درجات الحرارة الخارجيَّة، وهذا دليلٌ على مدى حدوث التَّخزين الحراريِّ للمباني أثناء اللَّيل، وأهميَّة التَّهوية والنَّوافذ واتجاهاتها.
- بناءً على تحليل نتائج الرَّصد خلال التَّجربة الثَّانية تبين أنَّ المظلَّة الهرميَّة قد أعطت نتائج أفضل في شهر أغسطس عنها في سبتمبر، ويتَّضح ذلك من خلال الفروق بين درجة الحرارة الداخلية بالغرفة المظلَّلة مقارنةً مع الغرفة الغير مظلَّلة.

- تمثِّل السَّاعات (٩ص، ١٠ص) أعلى فارقٍ بين درجة الحرارة الخارجيَّة ودرجة الحرارة الدَّاخليَّة بغرف التَّجربتين، حيث بلغ أعلى فارقٍ حراريٍّ في التَّجربة الأولى لصالح المظلَّات (قماش قطن، بولي كلوريد الفينيل، بولي ايثيلين، بدون مظلة) بفارقٍ حراريٍّ سالبٍ حيث بلغت قيمته (١٣,٣، ١٣، ١٢,٥، ١٢ سْ) على التَّرتيب في السَّاعة ٩ ص، بينما -في التجربة الثانية - بلغ أعلى فارقٍ حراريٍّ سالبٍ لصالح الغرفة المظللة بالشكل الهرمي البالغ (١٥,٩ س) مقابل فارق لصالح الغرفة غير المظللة بلغ (١٢,٣ س) الساعة التاسعة صباحاً.
- ترتفع الفروق الحراريَّة خلال السَّاعات من ٧ص وحتَّى ٤م بالموجب، بينما في السَّاعة ٦ص والسَّاعات (٥م، ٦م) بالسَّالب.
- تصنَّف المظلَّات المُستخدمة في التَّجربتين من حيث الكفاءة في تخفيض متوسِّطات درجات الحرارة داخل المباني، مقارنةً بدرجة الحرارة الخارجيَّة من الأعلى إلى الأدنى على التَّرتيب، وهي: (الغرفة بمظلة بولي كلوريد الفينيل الهرميَّة، الغرفة بمظلَّة بولي كلوريد الفينيل، الغرفة بمظلَّة قماش قطن، الغرفة بمظلَّة بولي ايثيلين)، بواقع متوسِّطات درجة حرارة داخليَّةٍ بلغت (٣٥,٩، ٣٧,١، ٣٧,٤، ٣٧,٦ سْ) على الترتيب في السَّاعات من ٦ص وحتَّى ٦م، وبلغت (35.3، 36.3، 36.5، 36.7 سْ) على نفس الترتيب في التَّوقيت من ٧ص حتى ٤م.
- يمكن ترتيب المظلَّات من حيث فروق درجة الحرارة الدَّاخليَّة في الغرفة المظلَّلة وغير المظلَّلة في التجربتين تنازلياً بحسب طبيعة المظلَّة المستخدمة على الترتيب (الغرفة بمظلَّة بولي كلوريد الفينيل الهرمية، الغرفة بمظلَّة بولي كلوريد الفينيل المسطَّحة، الغرفة بمظلَّة قماش قطن، الغرفة بمظلَّة بولي ايثيلين) بواقع متوسِّطات فروق درجة حرارةٍ داخليَّةٍ بلغت (-٢,٢، -١,٤، -١,١، ٠,٩ سْ) على الترتيب في السَّاعات من ٦ص حتى ٦م، وبلغت (-2.6، -1.5، -1.3، -1 سْ) على نفس التَّرتيب بالنِّسبة للتَّوقيت من ٧ص حتى ٤م.

– أعطت كافَّة أنواع المظلّات نتائج فعَّالة في تحقيق الرَّاحة المناخيّة داخل غرف التَّجربة بمعدَّلاتٍ أقل من معدَّلات الرَّاحة الحراريَّة العامَّة بمنطقة القصيم خلال شهور الدِّراسة، حيث يوضِّح العمود الشَّفاف بخلفيَّة كلِّ شهرٍ مؤشِّر توم للرَّاحة الحراريَّة المعدّل بحسب شهور الدِّراسة الحاليَّة بمنطقة القصيم، وبالتَّالي فقد أعطت المظلَّة بولي كلوريد الفينيل الهرميَّة أفضل نتائج للرَّاحة الحراريَّة في شهور (سبتمبر، يونيو، يوليو، أغسطس) على التَّرتيب، بينما تأتي مظلَّة بولي كلوريد الفينيل المسطَّحة في المرتبة الثَّانية، وتليها المظلَّة القماش القطن، وأخيراً تأتي المظلَّة من مادة البولي ايثيلين.

الخاتمة

لقد تبيَّن من خلال هذا البحث أهميَّة العزل الحراريِّ للغلاف الخارجيِّ للمبنى بواسطة المظلَّات، و يمكن الاعتماد على المظلَّات من نوع قماش بولي كلوريد الفينيل الهرميَّة الشَّكل في عمل المظلَّات على أسطح المباني القائمة بالفعل، والتي تحتاج إلى المعالجة المناخيَّة، وقد أعطت نتائج جيِّدة في توفير الرَّاحة الحراريَّة لسكان المباني، ومن الضروريِّ بمكانٍ إدخال تصميماتٍ جديدةٍ للمظلَّات الأوتوماتيكيَّة القابلة للحركة لتُساير الحركة اليوميَّة للشَّمس، إضافةً إلى ضرورة إجراء تعديلٍ كهربائيٍّ على صناعة المظلَّات من خلال إغلاقها في فصل الشِّتاء لتوفير الرَّاحة الحراريَّة، وتوفير الطَّاقة بغرض التَّدفئة.

قائمة المصادر والمراجع

[١] الحصري (علي)، ديوان اقتراح القريح واجتراح الجريح، تحقيق محمد المرزوقي والحبلاني ابن الحاج يحي، الشركة التونسية للتوزيع، ط ٢، تونس، ديسمبر ١٩٧٤.

[٢] ثابت (أحمد)، المُناخ وأثرة على راحة وصحة الإنسان في الضفة الغربية وقطاع غزة، فلسطين (دراسة في المُناخ التطبيقي)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، الجامعة الإسلامية، غزة، ٢٠١٠.

[٣] الجخيدب (مساعد)، أحجام المراكز العمرانية وامتداد أقاليمها الوظيفية بمنطقة القصيم، منشورات البحث العلمي في جامعة الامام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض السعودية، ٢٠٠٢.

[٤] حسان (وليد)، الحرارة في مجمع القاهرة الحضري دراسة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠١٣.

[٥] الحمدي (ناصر) والعباسي (غازي)، التنبؤ عن أثر التكسيات الخارجية على الأداء الحراري للمباني في الرياض، مجلة الملك سعود العمارة والتخطيط، المجلد ٢١، العدد ٢، ص ص ٥٣ -٧٦، ٢٠٠٩.

[٦] الحمدي (ناصر) والعنقري (عبد الرحمن) أثر مادة الخلية الهوائية للحرارة في الحوائط الخارجية على الأداء الحراري للمباني في الرياض، مجلة الملك سعود العمارة والتخطيط، المجلد ٢٢، العدد ١، ص ص ١ -١٤، ٢٠١٠.

[٧] الحمدي (ناصر)، أثر زراعة النخيل في أسطح المباني المطمورة بالتربة على الأداء الحراري الداخلي في مدينة الرياض، مجلة جامعة الملك سعود العمارة والتخطيط، المجلد، ١٢، ص ص ٨٣ -١١٣، ٢٠٠٠.

[٨] الفهداوي (نهي)، المواءمة المناخية واعتبارات التخطيط العمراني في مدينة هيت، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للبنات، قسم الجغرافيا، جامعة الأنبار، العراق، ٢٠٢١.

[٩] مختار (محمد)، تطبيق قرينة ثوم الحرارية على راحة الإنسان في مدينة الإحساء بالمملكة العربية السعودية، المجلة العلمية لجامعة الإمام المهدي، العدد ١٠، ص ص ٢٤٥ -٢٦٣، ٢٠١٧.

[١٠] المركز السعودي لكفاءة الطاقة، ترشيد استهلاك الكهرباء، المشروع الريادي لتدقيق الطاقة، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٨.

[١١] الناحل، (غازي)، التغيرات في درجات الحرارة واتجاهاتها في المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القصيم، كلية اللغة العربية والدراسات الاجتماعية، قسم الجغرافيا، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٦.

[١٢] وزارة الاقتصاد والتخطيط، أطلس السكان والمساكن، الهيئة العامة للإحصاء، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٠.

[١٣] الياسري، (أوراس)، استخدام معايير الراحة المناخية: دراسة تطبيقية على محافظة نينوى، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة بغداد، العراق، ٢٠٠٣.

[14] Abdel-Ghany, M. Al-Helal, I. & Shady, M. (2013). Human Thermal Comfort and Heat Stress in an Outdoor Urban Arid

Environment: A Case Study, Advances in Meteorolog**.** https://doi.org/10.1155/2013/693541.

[15] Brown, R. (2010). Design with Microclimate: The Secret to Comfortable Outdoor Space, Island Press.

[16] Dasari, H. Desamsetti, S. Langodan, S. Viswanadhapalli, Y. & Hoteit, I. (2021). Analysis of outdoor thermal discomfort over the Kingdom of Saudi Arabia. GeoHealth, 5, e2020GH000370. https://doi.org/10.1029/2020GH000370.

[17] Iwaro, J. & Mwasha, A. (2013). The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using integrated performance model. International Journal Sustainable Built Environment, 2(2), 153–171.

[18] Li, l., Chan, P., Wang, D., Tan, M. (2015). Rapid urbanization effect on local climate: intercomparison of climate trends in Shenzhen and Hong Kong, 1968−2013. Climate Research, 63, 145–155.

[19] Setaih, K. Hamza, N. & Townshed, T. (3013). Assessment of outdoor thermal comfort in urban microclimate in hot arid areas. 13th conference of international building performance simulation association, Chambery, France, August 26-28, p 3153- 3160.

References

[1] Thabatu, 'Ahmadu, 2011, almunakh wa'athrat ealaa rahat wasihat al'iinsan fi aldifat algharbiat waqitae ghazati, filastin (dirasat fi almunakh altatbiqii), risalat majistir ghayr manshurtin, kuliyat aladab, qism aljughrafia, aljamieat al'iislamiati, ghaza.

[2] aljakhidba, musaeidu, 2002, 'ahjam almarakiz aleumraniat waimtidad 'aqalimiha alwazifiat bimintaqat alqasim, manshurat albahth aleilmii fi jamieat alamam muhamad bin sueud al'iislamiati, alriyad alsaeudia

[3] Hasan, Walid, 2013, alhararat fi majmae alqahirat alhadarii dirasatan biaistikhdam alaistishear ean bued wanuzam almaelumat aljughrafiati, risalat dukturah ghayr manshurtin, kuliyat aladab, qism aljughrafia, jamieat eayn shams, alqahira.

[4] Alhamdi, Nasir Waleabaasi, ghazi, 2009, altanabuw ean 'athar altaksiat alkharijiat ealaa al'ada' alhararii lilmabani fi alriyad, majalat almalik sueud aleimarat waltakhtita, almujalad 21, aleadad 2, s s 53-76.

[5] Alhamdi, Nasir Waleunqari, eabd alrahman, 2010, 'athar madat alkhaliat alhawayiyat lilhararat fi alhawayit alkharijiat ealaa al'ada' alhararii lilmabani fi alriyad, majalat almalik sueud aleimarat waltakhtita, almujalad 22, aleadad 1, s s 1-14.

[6] Alhamdi, Nasir, 2000, 'athar ziraeat alnakhil fi 'astuh almabani almatmurat bialturbat ealaa al'ada' alhararii aldaakhilii fi madinat alriyad, majalat jamieat almalik sueud aleimarat waltakhtita, almujalad, 12, s s 83-113.

[7] Alfhidawi, Hahy Hamid, 2021, almua'amat almunakhiat waietibarat altakhtit aleumranii fi madinat hit, risalat majistir ghayr manshurtin, kuliyat altarbiat lilbanati, qism aljighrafia, jamieat al'anbar, aleiraqu.

[8] Mukhtar, Muhamadu, 2017, tatbiq qarinat thawm alhararyat ealaa rahat al'iinsan fi madinat al'iihsa' bialmamlakat alearabiat alsaeudiati, almajalat aleilmiat lijamieat al'iimam almahdii, aleadad 10, s s 245-263.

[9] Almarkaz Alsueudii likafa'at altaaqa (2018) tarshid aistihlak alkahraba'i, almashrue alriyadii litadqiq altaaqati, alriyadi, almamlakat alearabiat alsaeudiati.

[10] Alnaahila, Ghazi bin Majid, 2016, altaghayurat fi darajat alhararat waitijahatuha fi almamlakat alearabiat alsaeudiati, risalat majistir ghayr manshuratin, jamieat alqasimi, kuliyat allughat alearabiat waldirasat alajtimaeiati, qism aljughrafya, almamlakat alearabiat alsaeudiati.

[11] Wizarat Aliaqtisad Waltakhtiti, 2010, 'atlas alsukaan walmasakinu, alhayyat aleamat lil'iihsa'i, alrayadi, almamlakat alearabiat alsaeudiati.

[12] -Alyasri, 'Uwras, 2003, aistikhdam maeayir alraahat almunakhiati: dirasat tatbiqiat ealaa muhafazat ninawaa, risalat majistir ghayr manshurtin, kuliyat aladab, qism aljughrafya, jamieat baghdad, aleiraqu.

[13] Abdel-Ghany, M., Al-Helal, I. & Shady, M. (2013) Human Thermal Comfort and Heat Stress in an Outdoor Urban Arid Environment: A Case Study, Advances in Meteorology, https://doi.org/10.1155/2013/693541

[14] Brown, R. (2010). Design with Microclimate: The Secret to Comfortable Outdoor Space, Island Press.

[15] Dasari, H, Desamsetti, S., Langodan, S., Viswanadhapalli, Y., & Hoteit, I. (2021). Analysis of outdoor thermal discomfort over the Kingdom of Saudi Arabia. GeoHealth, 5, e2020GH000370. https://doi.org/10.1029/2020GH000370

[16] Iwaro, J. & Mwasha, A. (2013). The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using integrated performance model, International Journal Sustainable Built Environment. vol. 2, Issue. 2, pp153–171.

[17] Li, l., Chan, P., Wang, D., Tan, M. (2015). Rapid urbanization effect on local climate: intercomparison of climate trends in Shenzhen and Hong Kong, 1968−2013, Climate Research, Vol. 63, pp 145–155.

[18] Setaih, K. Hamza, N. & Townshed, T. (3013). Assessment of outdoor thermal comfort in urban microclimate in hot arid areas. 13th conference of international building performance simulation association, Chambery, France, August 26-28, pp 3153- 3160.