الخصائص الفيزوحرارية لمواد البناء الطينية المستخدمة في مباني مدينة شبام التاريخية وأثرها على توفير مرافق الراحة في تلك المباني

The thermos-physical characteristics of clay used in Shibam buildings and its impact on comfort facilities in them

مشعل أحمد شيبان [1]

محمد عبدالله السقاف [2]

(١) استاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة والبترول - جامعة حضرموت

(٢) استاذ دكتور بقسم الهندسة المعمارية والتخطيط البيئي - كلية الهندسة والبترول - جامعة حضرموت

2003
١٤٢٤
جامعة الأندلس
للعلوم والتقنية
Alandalus University For Science & Technology

(AUST)

ISSN : 2410-7727

الخصائص الفيزوحرارية لمواد البناء الطينية المستخدمة في مباني مدينة شبام التاريخية وأثرها على توفير مرافق الراحة في تلك المباني

الملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة الخواص الفيزيوحرارية لمواد البناء المستخدمة في بيوت مدينة شبام التاريخية وكذا التغير في خواص هذه المواد عند اختلاف الظروف المناخية للتجربة وتم التركيز على متوسط الكثافة لمواد البناء، السعة الحرارية معامل التوصيل لدرجة الحرارة (a) ومعامل التوصيل في الحالة الجافة والرطبة.

وتبين هذه الدراسة إلى انه بفضل الخصائص الفيزوحرارية الممتازة لمادة الطين ينبغي أن تستخدم أنظمة تكييف الهواء التبخيرية لتوفير مرافق الراحة في المباني الطينية في بعض أشهر السنة وليس لكل أشهر السنة، ولم يلاحظ هبوط مهم في قوة تحمل الطين بين حالتي الجفاف والرطوبة.

ABSTRACT :

The objective of this study is to know the thermos-physical properties of the building materials used in the historic city of Shibam, as well as the change in these properties of these materials under different climatic conditions. This study emphasized on the average density of building materials, thermal capacity, temperature conductivity (a) under two cases: dry and wet.

This study shows that due to the excellent thermos-physical properties of clay, evaporative air conditioning systems should be used only to provide comfort facilities in mud buildings in some months of the year and not for all months of the year. There was no significant decrease in the strength of the clay between dry and humid conditions.

ISSN : 2410-7727

المقدمة:

تعد العمارة الطينية من أبرز الموروثات الثقافية والتراثية والأثرية في وادي حضرموت فهي إلى جانب معالم أخرى أعطت المنطقة أهمية تاريخية كبيرة أظهرت قدراتها وخصائصها البيئية. في العقود الخمسة الماضية ظهر بنسب بسيطة في وادي حضرموت نمط عمراني حديث وغريب على البيئة المحلية ذات الطبيعة الصحراوية متأثراً بالتطور العمراني في بعض المدن اليمنية وكذلك دول الجوار باحثين عن التطور من ناحية وعن المتانة وسرعة البناء والتنفيذ دون التنبه إلى ما يترتب عن مشكلات بيئية واقتصادية كبيرة.

ولعل مدينة شبام – التي تعتبر من المدن التاريخية الواقعة تحت حماية المنظمة الدولية- أحد نماذج العمارة الطينية في وادي حضرموت حيث أنها تقع في إطار المناخ الاستوائي الحار الجاف ولهذا فإن طقسها شديد التقلب ما بين فترتي الصباح والمساء مما يؤدي الى التذبذب الشديد في مدى الحرارة والرطوبة النسبية خلال اليوم وهذا بدوره يشير إلى التأكيد على اهمية استخدام مادة الطين ذات الصفات الفيزوحرارية الممتازة التي تتناسب مع مناخ المنطقة وعدم استخدام المواد الحديثة في البناء (كالخرسانة) لما لها من سلبيات عند توفير مرافق الراحة.

إن توفير مرافق الراحة المناسب لعمل الانسان يعد شرطاً ضرورياً ومهماً ويمكن القول أن مرافق الراحة يمكن الحصول عليه عن طريق استخدام أجهزة التكييف في المناطق الحارة وهذا الامر بالطبع يتطلب وجود طاقة لايستهان بها لعمل تلك الأجهزة، ويمكننا أيضاً الحصول عليه عن طريق استخدام معالجات معمارية وبيئية معينة وفي حالة المباني الطينية فإن مواصفات هذه المادة أصلاً تساعد على صياغة مرافق الراحة من غير استخدام أنظمة التكييف لما لهذه المادة من صفات حرارية خاصة تجعلنا نعتمد على مرافق الراحة الطبيعي ونستخدم الطاقة لأغراض التكييف فقط في الأشهر الحارة.

استخدام أنظمة التكييف الهوائي في غرف المنازل القديمة والأثرية في مدينة شبام اصبح أمراً ملحاً وضرورياً في الكثير من الأوقات وذلك لغرض توفير أجواء اصطناعية

ISSN : 2410-7727

مريحة داخل هذه الفضاءات لتلبية احتياجات ساكنيها من جهة والسواح والاجانب ومختلف زوار المدينة من جهة أخرى إلا أن تنفيذ تلك الضرورة يجب أن يتزامن والمحافظة على الهوية الأثرية والتاريخية وإطالة عمر الجدران والسقوف والارضيات للمنزل الطيني الأثري القديم، ولتحقيق ذلك يتطلب منا الكثير من الدراسات النظرية والتطبيقية والتي من خلالها يمكن ان نتعرف على مدى إمكانية تحمل البناء الإنشائي وصفاته التركيبية، الكيميائية منها والفيزيائية للظروف المناخية والاصطناعية الخاصة بمرافق الراحة والتي نحصل عليها من أنظمة تكييف الهواء واثر الرطوبة الممتصة لاسيما وانه لا توجد هناك اية دراسات جادة سابقة تناقش هذه المسألة.

مشكلة البحث:

دراسة الخواص الفيزيوحرارية لمواد البناء الطينية لمباني مدينة شبام التاريخية ومحاولة توفير مرافق الراحة الطبيعية لأشهر أكثر وكذا محولة استخدام أنظمة التكييف المناسبة لأشهر أقل مع الأخذ بالاعتبار الاثار الجانبية لهذه الانظمة على معامل المتانة عند الانضغاط عند استخدام تلك الأنظمة.

الهدف من البحث:

الاستغلال الأمثل للخصائص الفيزوحرارية لمواد البناء الطينية الايجابية في توفير مرافق الراحة، وكذا المحافظة على التصاميم التركيبية لجدران وواجهات هذه المباني عند استخدام أنظمة تكييف الهواء (التبخيرية) لتوفير مرافق الراحة.

منهجية البحث :

اعتمد البحث على:

١) دراسة البيئة الايكولوجية لمدينة شبام.
٢) المناخ وسلوك الاشعاع الشمسي في مدينة شبام.
٣) الخصائص الفيزيوحرارية لمواد البناء المستخدمة في مدينة شبام.
٤) الراحة الحرارية ومتطلباتها في المدينة.

ISSN : 2410-7727

مدينة شبام :

مدينة شبام إحدى مدن وادي حضرموت المتميزة وتقع وسط الوادي حيث يضيق في هذه المنطقة ، ولقد بنيت مدينة شبام الحالية على أنقاض مدينة شبام القديمة، هذا مما يعطيها مظهر البناء على قاعدة تعلو مستوى المنطقة المحيطة أنظر شكل رقم(١)، (٢)، ترتفع بحوالي ٦٠٠ – ٧٠٠م عن مستوى سطح البحر وتمتاز بالانخفاض في نسبة الرطوبة وارتفاع درجة الحرارة بشكل ملحوظ في ساعات الإشراق [٥].

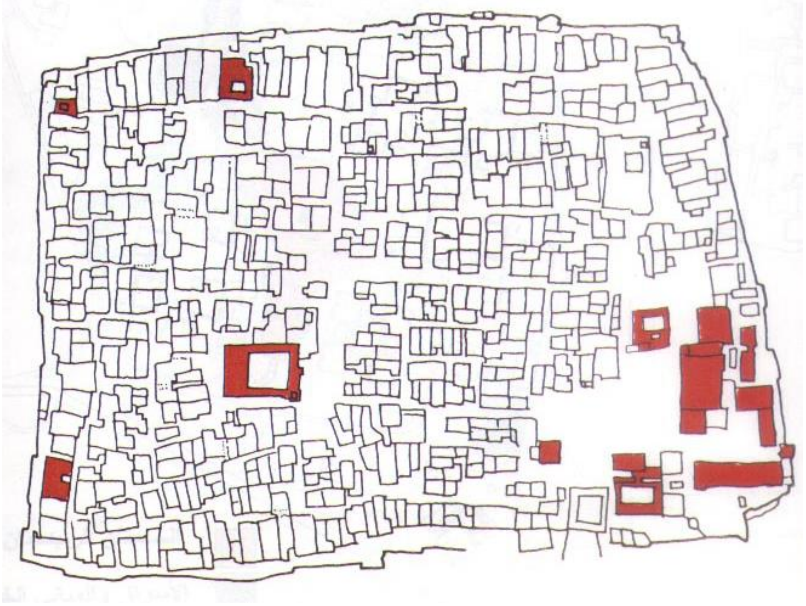
وهي محاطة بسور من الطابوق (الطوب) الطيني بارتفاع ٥ – ٩م ، والذي يقطعه من الجهة الجنوبية المدخل الوحيد للمدينة والذي يربط المدينة بالشارع الرئيسي المار بالوادي . شيد هذا السور لأسباب دفاعية كما هو الحال في تصاميم المباني داخل المدينة حيث التجاور والممرات الضيقة والمباني ذات المدخل الواحد في الغالب . أبعاد مدينة شبام الحالية ٣٣٢م جنوبا ٢٩٥م شمالاً، ٢٣٠م شرقا وغربا، مدينة شبام كانت تحتل مساحة اكبر إلى أن دمرت السيول والفيضانات أجزاء من المدينة خصوصا في السنوات ١٢٩٨ – ١٥٣٢ – ١٥٦٢م [٢].

منع ارتفاع المدينة عن الأراضي المحيطة من الانتشار والتوسع الأفقي لها ، كذلك فإن إحاطتها من اتجاهات الشمال والشرق والغرب ببساتين أشجار النخيل والحقول يعمل على التلطيف الجزئي لطقس المدينة وان كان يؤثر سلبا بعض الشي على شدة الإشعاع الكلي الساقط على المدينة. لهذا اضطر سكان شبام للبناء المتقارب والعالي الذي يصل إلى ٨ طوابق، والتخلي عن فكرة الفناء الداخلي للاقتصاد بالمساحة خلافاً لما هو مألوف بالعمارة العربية وأصبح لمدينة شبام طابعها المعماري الفريد بين المدن العربية.

يعتمد تخطيط وتصميم مدن محافظة حضرموت عامة على الوظيفة بالإضافة إلى الظروف البيئية والمناخية وقد تطلب هذا ضوابط في تخطيط شوارع ضيقة ومظللة وتحديد مواد البناء وتصميم الطوابق والغرف المختلفة داخل البناية الواحدة وكذلك اختلاف وطبيعة الفتحات المستعملة في البناية. وهذا ما يلاحظ في مدينة شبام حيث التنسيق العالي على المستويين التخطيطي والتصميمي وتقارب المباني من بعضها لخلق

ISSN : 2410-7727

الأزقة الضيقة والمظللة والشبابيك الكثيرة للتهوية دون كشف خصوصية المباني المقابلة.



شكل رقم (١) يوضح الموقع العام لمدينة شبام التاريخية والفراغات الرئيسية بها.

شكل رقم(٢) الشكل الحالي لمدينة شبام في وادي حضرموت

ISSN : 2410-7727

البيئة الايكولوجية لمدينة شبام :

وهي تضم :

- الظروف الجغرافية
- الظروف المناخية
- الظروف البيولوجية

الظروف الجغرافية :

يقع وادي حضرموت و(مدينة شبام) في الإقليم المداري الحار الجاف وهو ما يعرف بالإقليم الصحراوي [٦]. ويقع الوادي في الجزء الشرقي للجمهورية اليمنية مجاوراً للربع الخالي بين خطي عرض (١٥ – ١٧) وخطي طول (٤٨- ١٥ ٤٩) درجة وتبلغ مساحة الاقليم (١٢٦٠٠٠ كم٢)، ويشكل حوالي (٧٨٪) من مساحة محافظة حضرموت والتي تبلغ مساحتها (١٦١٠٠٠ كم٢) بما يساوي (٢٨ ٪) من إجمالي مساحة الجمهورية اليمنية[٦].

الظروف المناخية:

إن من أهم عناصر المناخ التي يحتاج المعماري إلى دراستها هي الإشعاع الشمسي (الذي هو إشعاع كهرومغناطيسي ينبعث من الشمس بتفاوت طول الموجه فيه على سطح الأرض) – الحرارة – الضغط الجوي – الرياح – الرطوبة والمطر المتساقط.

يعتبر الإشعاع الشمسي (مصدر الحرارة الرئيسي للأرض) من أهم عناصر المناخ التي لها تأثير على مدينة شبام وعلى كافة المناطق والمخلوقات بالعالم كما أن لها تأثيرا كبيراً على عناصر المناخ الأخرى، وتتراوح كمية الإشعاع الشمسي في الطبقات العليا للغلاف الجوي مابين ١.٨٠ :٢.٠٠ سعر/ سنتيمتر مربع. دقيقة، ويفقد الإشعاع جزء من طاقته بالامتصاص والانكسار والانعكاس مع اختراقه للغلاف الجوي في مكان ما على دوران الأرض حول محورها ودورانها حول الشمس (الممثلة بحركة الشمس الظاهرية عبر السماء) كما يتوقف على نقاء الهواء من الأتربة وثاني أكسيد الكربون والماء.

ISSN : 2410-7727

الظروف البيولوجية:

يؤثر المناخ على جميع الكائنات في المدينة ويحدث فقدان للحرارة من جسم الإنسان مما يؤثر على قدرته الإنتاجية التي تهبط بمعدل يقارب ٤٠ :٥٠٪ بالإضافة إلى حدوث إبهار للأعين ، ويتأقلم الإنسان مع البيئة المناخية بواسطة تغيرات لا إرادية في الجهاز الدوري والعصبي بكافة الوسائل الطبيعية الكامنة فيه إلا أن طبيعة سطحه الخارجي لا تحميه تماماً من الجو المحيط فيستكمل حمايته بالملابس وبتحديد حيز يلجا إليها ويسعى لتهيئتها لملائمة احتياجاته الفسيولوجية والسيكولوجية لكي يعيش ويعمل [٤].

المناخ وسلوك الإشعاع الشمسي في مدينة شبام :

الموقع المناخي لمنطقة الدراسة [مدينة شبام] ضمن مدن وادي حضرموت وهى منطقة متجانسة طبوغرافيا وتمتد بطول حوالي ١٠٠كم تقريبا من الشرق إلى الغرب ويتراوح عرضها بين ٣ – ٦ كم تقريبا وتحصر منطقة الوادي بين حافات الهضبة المنتظمة الارتفاع والممتدة بصورة مستمرة إلى شماله وجنوبه، وقد تم رصد وتحليل البيانات المناخية لمنطقة وسطية وهى مدينة سيئون التي تقع في الوسط وتمثل منطقة الدراسة والتي تقع على دائرة عرض (56' 15°) و دائرة طول (56' 48°) و ترتفع عن سطح البحر (600m).

درجات حرارة الهواء :

يبين جدول رقم(١) درجات حرارة الهواء خلال السنة حيث تبلغ القيم العظمى للحرارة خلال شهر مايو الى شهر أغسطس من كل عام وتبلغ الحد الأدنى للدرجات في أشهر يناير وفبراير من كل عام. ويلاحظ وجود فروقات كبيرة بين أشهر السنة كما في المعادلات أدناه:

Abs. Max. (Jul) - Abs. Min. (Jan) = 37.4 °C .....(1)

Avg.temp (Jul) – Avg.temp .(Jan) = 13.2 °C .....(2)

ويلاحظ أن انخفاض درجات الحرارة أحيانا إلى(6.8°C) في شهر يناير وارتفاعها إلى (44°C) في شهر يوليو. إن هذه الصفة التي تميز الإقليم الحار الجاف تتسبب في عبء بيئي كبير جدا على الإنسان و البيئة المناخية المصغرة.

ISSN : 2410-7727

جدول رقم (١) درجات حرارة الهواء خلال السنة لمنطقة الدراسة

Months	Avg. Max. Temp. (°C)	Avg. Min. Temp. (°C)	Avg. Temp. (°C)	Abs. Max. Temp. (°C)	Abs. Min. Temp. (°C)
Jan.	28.7	12.4	22.5	31.7	6.8
Feb.	30.9	13.1	22	33.2	8.3
Mar	35.1	19.5	27.3	37.5	17.7
Apr	35.9	24.3	30.1	38.8	18.7
May	41.1	27.8	34.4	42.6	22.5
Jun	42.4	25.6	34	44	22.8
Jul	43	28.5	35.7	44.2	26.2
Aug	42.6	26.7	34.6	44	23.5
Sep	38.7	20.4	29.6	40.8	18.2
Oct	35.9	15.4	25.7	37.2	13.7
Nov	31.5	12.8	22.2	33	10.2
Dec	30.2	13.3	21.8	33.3	9.4
Mean	36.3	20.0	28.3	38.4	16.5

وللدخول في تفاصيل البيئة المناخية تم إعداد التفاصيل اليومية لدرجات الحرارة على مستوى كل شهر من أشهر السنة كما في الجدول رقم (٢) [٩].

جدول رقم(٢) يوضح درجات حرارة الهواء بالتقدير المئوي لكل من أشهر السنة تفصيل يوم مناخي لمنطقة الدراسة

21:00	18:00	15:00	12:00	09:00	06:00	03:00	00:00	الساعة / الاشهر
17.40	22.90	26.60	24.60	18.20	2.60	9.60	14.60	Jan.
24.90	30.60	35.00	30.30	23.00	12.80	14.40	21.20	Feb.
24.40	29.60	31.00	28.00	22.60	16.00	20.00	21.20	Mar
26.10	33.00	38.00	36.00	30.60	24.60	27.00	26.80	Apr
31.60	37.80	41.40	40.00	33.00	23.60	24.70	30.60	May
33.70	39.20	40.80	38.60	34.00	26.60	28.20	31.10	Jun
33.00	32.80	42.60	39.40	31.60	30.00	29.70	29.20	Jul
26.40	26.40	38.60	39.40	33.60	26.80	29.00	25.60	Aug
32.00	36.40	39.20	37.80	30.60	25.00	28.60	31.60	Sep
29.60	31.20	34.40	33.60	28.40	15.80	17.40	25.80	Oct
22.80	27.80	31.40	30.70	26.00	15.00	17.60	19.60	Nov
16.60	20.30	25.10	22.80	19.60	8.80	10.60	13.40	Dec

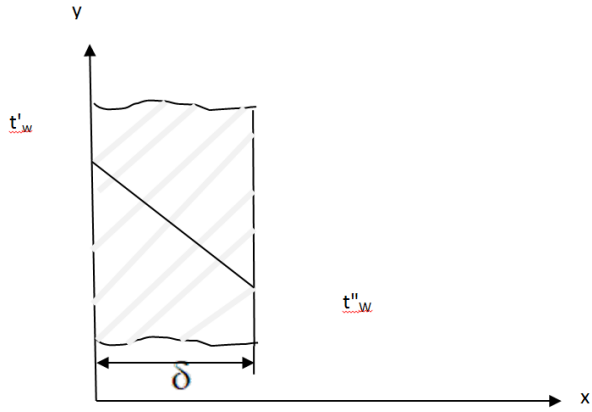
ISSN : 2410-7727

الخصائص الحرارية:

والمقصود منها قدرة المادة على العزل الحراري وعادة ما تقاس بمعامل التوصيل الحراري فكلما قل معامل التوصيل الحراري كلما دل ذلك على زيادة مقاومة المادة للانتقال الحراري فالمقاومة الحرارية تتناسب تناسبا عكسياً مع معامل التوصيل الحراري، وان انتقال الحرارة خلال المادة العازلة يتم عادة بواسطة جميع وسائل الانتقال المختلفة (التوصيل والحمل والإشعاع).

الموصلية الحرارية عبر جدار مستوي أحادي الطبقة:

إن المعادلة التفاضلية للموصلية الحرارية تمكننا من تعيين درجة الحرارة المتغيرة بالنسبة للزمن والإحداثيات في أي نقطة في المجال الحراري.



شكل رقم (٣) يوضح الموصلية الحرارية عبر جدار مستوي أحادي الطبقة

لدراسة انتقال الحرارة عبر جدار مستو أحادي الطبقة بمعلومية طوله وعرضه، نفترض بأن سماكة الجدار ثابتة في جميع أقسامه ونفترض كذلك ان درجتي الحرارة السطحية t'_W, t''_W ثابتتان أي انهما عبارة عن سطحين لثبات درجة الحرارة، وأن درجة الحرارة تتغير في الاتجاه العمودي على سطح الجدار الذي سنعتبره محور x في الوقت ذاته، وأن الموصلية الحرارية y ثابتة في الجدار كله. وبمعرفة التدفق الحراري النوعي يمكننا أن نحسب كمية الحرارة الكلية التي تنتقل عبر سطح الجدار (A)، خلال الزمن (T)

ISSN : 2410-7727

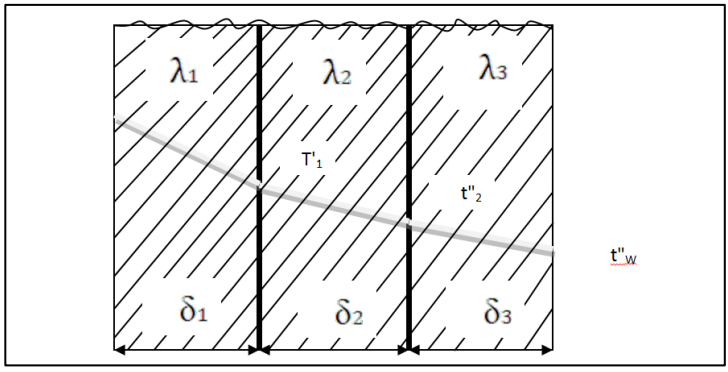
أي أن:

$$Q=(\delta/\ \lambda)\ A(t'_W - t''_W)\ T$$

حيث: $(\delta/\ \lambda)$ التوصيل الحراري

وحيث ان أن كمية الحرارة المنقولة بالموصلية الحرارية عبر جدار مستو تتناسب طرديا مع معامل الموصلية الحرارية للجدار (λ) ومساحة سطحه A والفترة الزمنية T، ومع الفرق بين بين درجتي جدار السطحين الخارجيين للجدار ($t'_W - t''_W$) وعكساً مع سمكه [١١].

الموصلية الحرارية عبر جدار مستوي كثير الطبقات :



شكل رقم (٤) يوضح الموصلية الحرارية عبر جدار مستوي كثير الطبقات

ندرس جدار ثلاثي الطبقات سمك طبقاته$\delta1$ ،$\delta2$، $\delta3$، وموصليتها الحرارية بالترتيب $\lambda1$، $\lambda2$، $\lambda3$، ودرجتي حرارة السطحين الجانبيين هما (t'_W, t''_W) وأن درجتي الحرارة بين الطبقات هما $t'ta$,$t''ta$ ، وعلى ذلك نحسب التدفق الحراري لكل طبقة:

$$Q=\frac{\lambda1}{\delta1}\ A(t'_w - t'_{ta})$$

$$Q=\frac{\lambda2}{\delta2}\ A(t'_{ta} - t''_{ta})$$

$$Q=\frac{\lambda3}{\delta3}\ A(t''_{ta} - t''_w)$$

ISSN : 2410-7727

النتائج المخبرية للخصائص الفيزوحرارية لمواد البناء الطينية:

ارتكز منهج البحث على الناحية المخبرية لدراسة عينة من قالب طيني أثري طبيعي منقول من أحد جدران بيوت مدينة شبام ، وتعيين خواصها الفيزوحرارية مخبرياً، ومن ثّم تحليل نتائجها بما يخدم هدف الدراسة حيث يتكون القالب الطيني المنقول من أحد جدران البيوت الأثرية لمدينة شبام التاريخية ذات السبع الطبقات مثل ما هو موضح بالجداول ادناه.

ومن ثم إيجاد الخواص الفيزوحرارية التالية وتحليلها كالتالي :

- إيجاد القيمة المتوسطة لكثافة مادة البناء [٧].
- تحديد الحد النهائي لمتانة مواد البناء لجدران مدينة شبام عند الانضغاط[٧].
- تعيين معامل التوصيل الحراري لمادة التخصيص والتبيض لجدران بيوت مدينة شبام[١].
- تحديد معامل توصيل درجة الحرارة (سرعة التوصل الحراري) لمادة التخصيص[٣].
- تعيين السعة الحرارية لعينة مادة البناء [١].

وقد تم إجراء هذه التحاليل المخبرية في أكاديمية أوديسا الحكومية للبناء والعمارة بجمهورية أوكرانيا ،وتوضح الجداول(٣) (٤) نتائج هذه التحاليل.

جدول رقم(٣) : النتائج المخبرية لمعامل التوصيل الحراري للنموذج الطيني المدروس والمأخوذة من أحد جدران بيوت مدينة شبام

رقم الطبقة من العينة	التركيب النوعي للمادة	معامل التوصيل الحراري في الحالة الجافة λ (w/ m.k)	معامل التوصيل الحراري في الحالة الرطبة λ (w/ m.k)
1,7	طبقة بنائية (تمليط) كلس+ رماد+ رمل	0.512	0.518
2,6	طبقة بنائية (تمليط) طين + قش+ رمل	0.600	0.604
3,5	طبقة بنائية (تمليط) طين + قش مجروش	0.551	0.556
4	القالب الجداري او الطبقة الاساسية: طين + قش مدقوق	0.782	0.788

ISSN : 2410-7727

جدول رقم (٤) : الخواص الفيزوحرارية لمادة البناء والتمليط للقالب الطيني المدروس والمأخوذ من أحد جدران بيوت مدينة شبام التاريخية

رقم الطبقة من العينة	التركيب النوعي للمادة	الكثافة p (Kg / m^3)	السعة الحرارية cp (k.kj/ kg)	معامل التوصيل لدرجة الحرارة a . 10 7 m 2 / s
1,7	طبقة بنائية (تلميط) كلس + رماد + رمل	1303	2.015	1.95
2,6	طبقة بنائية (تمليط) طين + قش + رمل	1592	1.667	2.26
3,5	طبقة بنائة (تمليط) طين + قش مجروش	1446	2.930	1.30
4	القالب الجداري: طين + قش مدقوق	1710	1882	2.43

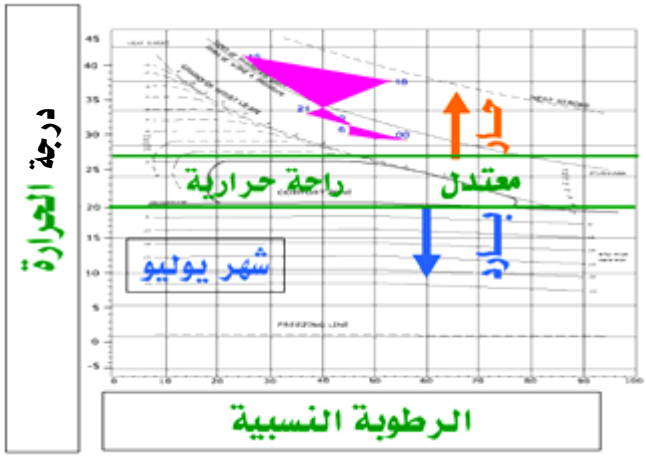
الراحة الحرارية:

مقياس الراحة الحرارية: تمثل الراحة الحرارية حالة التوازن الحراري بين جسم الإنسان والبيئة الخارجية المحيطة به أو البيئة الاصطناعية للفراغ الداخلي المحيط به. وينعكس تحقيق الراحة الحرارية على رفع الكفاءة الإنتاجية للإنسان إلى أقصى مستوياتها وهذا يدل على أن المصطلح (الراحة الحرارية) هو تعريف إنتاجي واقتصادي وليس فسيولوجي فقط[٦].

ومن خلال تحليل البيئة المناخية من خلال مقياس أوليجاي للراحة الحرارية (Olggay Bioclimatic comfort chart) والمبين في الشكل رقم (٥) حيث تتم تغذيته بالمعلومات المناخية لكل شهر وذلك لتقييمه من حيث اقترابه وابتعاده من حيز الراحة الحرارية وحسب الحدود الآتية[١٠]:

Comfort zone: Temp 20 – 26C°
R.H 18 – 78%
Over heated: Temp > 26C° ⟶ cooling required
R.H 18 – 78%
Under heated: Temp < 20C° ⟶ heating required
R.H 18 – 78%

ISSN : 2410-7727



شكل رقم (٥) مقياس أوليجاي للراحة الحرارية [6]

تحليل الراحة الحرارية لأشهر السنة:

تم إيجاز المؤشرات المناخية لكافة أشهر السنة فيما يلي:

أ) ديسمبر – يناير: تعتبر من الأشهر الباردة نسبياً وخاصة في الساعات المتأخرة من الليل وذلك من جراء المناخ الصحراوي الذي يسمح بفقدان الحرارة من المباني والفراغات الحضرية والإقليمية بواسطة الأشعة الحمراء التي تخترق الغلاف الجوي الصافي المحيط بالصحراء بسهولة إلى الكون.

ب) فبراير – مارس: النهار: يكون بحدود الراحة الحرارية. الليل: تحت الراحة الحرارية بقليل ولكن لا يتطلب تدفئة.

ج) أبريل – مايو - يونيو: النهار: يكون فوق نطاق الراحة الحرارية مما يتطلب التداخل بواسطة التبريد التبخيري. الليل: تكون التهوية الطبيعية كافية.

د) يوليو – أغسطس- سبتمبر: النهار: حار جداً وبعيداً عن نطاق الراحة الحرارية. وهذا يتطلب التبريد التبخيري وقد يتطلب التكييف (Air Conditioning) الليل: أيضاً حار وفوق نطاق الراحة الحرارية ومن الممكن الموازنة بين التهوية الطبيعية والتبريد التبخيري.

ISSN : 2410-7727

٥) أكتوبر– نوفمبر: النهار: حار إلى حد ما وفوق نطاق الراحة الحرارية ولكن من الممكن الاكتفاء بالتهوية الطبيعية. الليل: يكون في حيز الراحة الحرارية.

المتطلبات الموسمية للراحة الحرارية: من خلال استقراء نتائج تحليل الراحة الحرارية لأشهر السنة نستخلص بأن مناخ وادي حضرموت هو من النوع الحار الجاف لأغلب أشهر السنة وأن متطلبات التدفئة تكاد أن تكون معدومة بينما متطلبات التبريد تمتد للفترة من شهر أبريل إلى شهر نوفمبر أي بواقع ثمانية أشهر. وعليه فلابد من التركيز على تقليل الحمل الحراري لعموم النسيج الحضري وللعمران والمباني بداية من خلال الحماية من الأشعة الشمسية والتوسع في المساحات المظللة على مستوى عموم النسيج للمدينة. وتخفيض النفاذ الشمسي من الفتحات وسريان الحرارة من القشرة الخارجية. وتطوير طرق التبريد الواطئة الكلفة كالتهوية الطبيعية والتبريد التبخيري[٦].

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات:

١) تقع مدينة شبام في إطار الحزام ذو الإمكانية العالية للإشعاع الشمسي وتتعدم فيها الغيوم وشحة الأمطار وتتميز بساعات مشرقة كبيرة.

٢) الاعتماد على عامل التهوية الطبيعية بداخل البيوت الأثرية لمدينة شبام فعال في أشهر محددة فقط وأما الأشهر المتبقية فإنه ينبغي استخدام أنظمة التكييف الهوائي (التبخيري) لتوفير مرافق الراحة، بالرغم من توفر نظام جيد لعلاج حالة المناخ والإشعاع الشمسي الساقط على مباني المدينة والذي هيأ لها تصميما بيئياً جيداً أكد على ظهور كميات كبيرة من الإظلال بها عن طريق العروض الضيقة للطرقات والارتفاعات الكبيرة بها.

٣) النتائج المخبرية تؤكد أن قيمة معامل التوصيل الحراري لمواد البناء الطينية للعينة المدروسة تضل ثابتة وحتى عند امتصاصها للرطوبة، والتي يمكن ان تصل الى ٧٠٪، أي انه ليس مرتبطاً بعامل الرطوبة وخصوصاً عند الظروف المناخية الحارة الجافة والتي تعمل عندها جدران بيوت مدينة شبام.

ISSN : 2410-7727

٤) يمكن استنتاج من خلال النتائج المختبرية أن قيم هذا الانحراف في هذه الخواص الفيزوحرارية الهامة تعتبر مقدار غير حرج أو خطير من الناحية الهندسية والتشغيلية على التراكيب الإنشائية للمباني في مدينة شبام.

التوصيات :

١) ضرورة الاستفادة من أسلوب التخطيط البيئي لمباني مدينة شبام في تصميم المجمعات السكنية بوادي حضرموت من المختصين والوحدات المحلية بالمدن.

٢) من الضروري الاهتمام بمراعاة عملية توجيه المباني نحو الجنوب والاستفادة من زوايا سقوط أشعة الشمس لحماية المباني والمواقع السكنية.

٣) الاستمرار باستخدام مكونات الجدار الطيني كما كان يستخدم سابقاً لما له من مميزات فيزيوحرارية متميزة.

ISSN : 2410-7727

المراجع :

١) أيلنسكي، ب . م، (١٩٧٤) الفيزوحراري البنائية، باللغة الروسية، المدرسة العليا موسكو ص ٣١٩.

٢) باهارون، إسماعيل، (١٩٨٤)، العمارة اليمنية في شبام.

٣) تشودنوفسكي، أ . ف، (١٩٦٢)، الخواص الفيزوحرارية للمواد المتشتتة، موسكو، دار الفيزورياضيات للنشر، باللغة الروسية ص ٤٥٦.

٤) حمودة، نجلاء يحيى، (٢٠٠٢)، الإشعاع الشمسي والعمارة في المناطق الصحراوية، ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها، وزارة الاشغال العامة والإسكان، الرياض ـ المملكة العربية السعودية، ص ٤٥٩ ـ ٤٧٤.

٥) حنشور، أحمد إبراهيم، (١٩٩٤)، السمات المميزة للعمارة اليمنية، الهيئة العامة للآثار والمتاحف والمخطوطات، المؤتمر العالمي حول العمارة اليمنية التطور والآفاق، عدن.

٦) شعبان، عوني كامل، والسقاف ، محمد عبدالله، (٢٠٠٥)، مشروع الإعمال الاستشارية لتطوير وادي حضرموت تقرير المرحلة الثانية، جامعة حضرموت.

٧) كريش، ب.ي، (١٩٨٠)، دراسة الأثر التفاضلي للمسامات الكبيرة على الخواص الفيزو حرارية للقوالب الأسمنتية، رسالة دكتوراة، أوديسا، باللغة الروسية. ص١٣٩.

٨) ليكوف، أ.ب، (١٩٧٣)، طرق تعيين معامل الموصل الحراري ودرجة حرارة التوصيل، موسكو، دار الطاقة للنشر، باللغة الروسية ص ٣٣٦.

٩) محطة الأرصاد الجوي، الجداول المناخية المحلية، مطار سيؤن، محافظة حضرموت، الجمهورية اليمنية.

10) AL – sagaf O.H. (1999), Clustening Monthly Avarage Global Insolation for the Detemination of Solar Themal Power plants potential sites, Journal of Science & Technology, University of Science & Technology , Sana'a, Yemen, Vol – 4, NO.1, P32.

11) Tabunshchikov Yu.A , Brodach M.M. , and Shilkin N.V., (2003), Energy– Efficient Buildings, Moscow, ABOK – PRESS,P.200.