التكيف البيئى لمواد البـــناء

د/ ايناس حمدى - د/ رمضان عبد المقصود
قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة الأسكندرية

ملخص البحث

استعمل الأنسان منذ بدء الخليقة المواد والوسائل المختلفة لتوفير الظروف الملائمة لحياته فى السكن والاقامة فى معزل عن تأثير الأجواء الحارة أو الباردة المحيطة به. فقد كانت أسقف القش المستعملة فى أكواخ القبائل الاستوائية والتجمعات البدائية وكذلك الطوب المصنوع من الطين المجفف والمخلوط بالقش أنماطا قديمة من المواد المستعملة فى عزل البيوت والأكواخ حراريا.

وينبغى للمهندس المعمارى عند تناول موضوع التكيف البيئى لمواد البناء أن يصل إلى إختيار المواد المناسبة مع مراعاة عاملين هامين حتى يمكنه إستغلال الخصائص الحرارية لمواد الإنشاء أحسن إستغلال ويعطى أحسن أداء للمبنى وهما

أولاً: مراعاة المناخ السائد

ويتمثل ذلك فى مراعاة العوامل الخارجية (كالأشعة الشمسية والحرارة) وتأثيرها على مواد الإنشاء المختلفة بإختلاف الموقع المستعملة فيه.

ثانياً: مراعاة الأسس العامة للعوامل التصميمية المعمارية للمبنى

وتتمثل فى توجيه المبنى - تهوية المبنى - محيط المبنى - تصميم النوافذ الزجاجية والأبواب. وتلعب هذه العوامل دوراً رئيسياً من حيث إختيار مواد البناء وذلك بمراعاة خصائصها الحرارية.

مقدمـــــــة

لقد أدرك الأنسان بفطرته أن الأكواخ المصنوعة من الخشب والنباتات الجافة والقصب توفر له نوعا من الراحة السكنية يتقى بها قسوة الجو الخارجى. كما عرف فى بعض أنواع الأحجار السميكة مواد تمتاز بصعوبة تسخينها، الأمر الذى دعى الانسان الأول لأستعمال الكهوف الحجرية ليجـد فيها مأوى يتقى فيه شدة الحر. وكذلك لجأ سكان حوض البحر الأبيض المتوسط الى بنـاء بيوتهم من حجارة سميكة تضفى عليها أجواء باردة ومريحة طيلة ساعات النهار فى فصل الصيف.

وقد عرف الانسان أيضا منذ القدم وبالفطرة ما نعرفه بـ " الانتشارية الحرارية* " بمفهومنا العصرى حينما أدرك بأن الصخور التى يضعها حاجزا أمام النار التى يوقدها تبقى ساخنة لمدة طويلة من الوقت بعد انطفاء النار وتمنحه الراحة وتشع دفئا حول المكان. أما بالنسبة للألوان فقد أدرك الناس منذ القدم أن ألوان السطوح البيضاء والزاهية تقلل من تأثير أشعة الشمس على الجدران الخارجية للمبانى مما جعل السكان فى الأردن وفلسطين وغيرها من بلدان المنطقة العربية يستعملون الحجر الجيرى الأبيض فى تشييد أبنيتهم. كما دعى سكان المناطق المجاورة الأخرى الى طلاء بيوتهم من الخارج باللون الأبيض، كما هو الحال فى اليونان وأسبانيا وشمال أفريقيا وغيرها. وقد لجأ الناس فى كثير من بقـاع الأرض منذ قرون والـى عهـد قريب الـى استعمـال المـواد الطبيعية العـازلة للحرارة كالأخشاب والنباتات ومشتقاتها. أما صناعة المواد العازلة للحرارة فقد ظهرت فى أوائل هذا القرن حين

* الأنتشارية الحرارية Thermal Diffusivity

تقاس هذه الخاصية أو يتم حسابها للمواد التى تتكون منها طبقات العناصر الانشائية وتدل على المعدل الزمنى الذى يتم فيه انتشار درجات الحرارة من السطح المعرض للحرارة الى السطح المقابل وسرعة تشتت الحرارة المختزنة بعد زوال تعرض السطوح للحرارة وبتعبير آخر فان هذه الخاصية تبين مدى استجابة درجة حرارة نقطة ما داخل المادة لتغير درجة الحرارة على سطحها الخارجى فكلما زادت قيم الانتشارية الحرارية للمادة كلما زادت حساسية تأثر سطحها الداخلى وبالتالى درجة الحرارة الداخلية أمام تقلبات درجة حرارة السطح الخارجى.

بدأت عمليات عزل المبانى والمنشآت حراريا تنفذ بطريقة منظمة ومدروسة بهدف الحد من فقدان الحرارة أو كسبها الى جانب تحقيق الراحة السكنية داخل المبانى وقد كان الصوف الصخرى والصوف المعدنى المصنوع من خبث البراكين من أوائل المواد العازلة للحرارة المنتجة صناعياً، حيث أخذت صناعة هذه المواد تتزايد تدريجيا النصف الأول من القرن العشرين. وقد أستخدمت الأصواف الصخرية فى أغراض العزل الحرارى فى مجال الصناعة والبناء.

(١) مبدأ انتقال الحرارة فى المواد:

تنتقل الحرارة فى المواد تبعا لقوانين فيزيائية معروفة بتأثير فرق درجات الحرارة وذلك من الجزء الاعلى حرارة الى الادنى حرارة وذلك حسب نفس القانون الطبيعى الذى يتم على أساسه سريان الماء من مستوى مرتفع الى آخر منخفض. ويستمر التدفق الحرارى من الجزء (أو السطح) الحار الى البارد الى أن يحدث توازن حرارى بينهما. ولا يوجد عمليا أية وسيلة لوقف انتقال الحرارة كليا وبشكل تام بين الاجسام ذات درجات الحرارة المختلفة وانما يمكن الحد والتقليل من انتقالها بوسائل وطرق متعددة. وتعتبر التطبيقات والوسائل المتبقية للحد والتخفيض من أنتقال الحرارة خلال العناصر الأنشائية من الوظائف الأساسية لتكنولوجيا العزل الحرارى فى المبانى.

ويتم الانتقال الحرارى فى المواد بشكل عام وفى العناصر والمواد الانشائية بشكل خاص بثلاثة طرق مختلفة: [١]

(أ) انتقال الحرارة بالتوصيل (Conduction):

تنتقل الحرارة خلال اجزاء المادة بواسطة جزيئاتها بدون أن يحدث تغيير أو انتقال لموضع الجزئيات من مكانها حيث يتم سريان الحرارة بالتوصيل بين هذه الجزئيات كما هو الحال على سبيل المثال فى المواد الصلبة المتجانسة التركيب. ويحدث هذا النوع أيضا من الانتقال الحرارى فى الوسائل والغازات غير المتحركة. وتتعلق كمية الحرارة المنتقلة. بالتوصيل خلال الجزئيات وسرعة انتقالها بمدى مقدرة المادة على توصيل الحرارة أو مايسمى " بالموصلية الحرارية "Thermal Conductivity*" وتختلف المواد فى خاصية توصيلها للحرارة حيث تزداد قيم الموصلية الحرارية للمادة كلما زادت كثافتها وتجانس تركيب جزيئاتها. فهى عالية جدا فى الفلزات والمواد الانشائية الثقيلة كالحجارة الطبيعية والخرسانة الثقيلة، بينما تقل بشكل ملموس فى المواد الخفيفة كأنواع الخرسانة الخفيفة المسامية وفى اللدائن وباقى أنواع المواد العازلة للحرارة. ويعود السبب فى انخفاض الموصلية الحرارية للمواد الخفيفة الى احتواء هذه المواد على كمية من الهواء أو الغازات فى تركيبها حيث تتصف الغازات جميعها ومن ضمنها الهواء بقلة موصليتها للحرارة مقارنة بغيرها من المواد الصلبة والسائلة مما يؤثر بالتالى على انخفاض الموصلية الحرارية للمادة.

ويعبر عادة فى التطبيقات العملية عن مدى مقدرة المادة على عزل الحرارة بقيمة " المقاومة الحرارية لها "Thermal Resistance" والتى تعنى مقاومة التوصيل الحرارى لطبقة بسمك معين من المادة الانشائية.

(ب) انتقال الحرارة بالحمل (Convection):

يتم انتقال الحرارة بالحمل فى الغازات والسوائل المتحركة حيث تحمل جزئيات هذه الغازات والسوائل الحرارة خلال حركتها من المكان الحار الى المكان البارد. فتوزيع الحرارة مثلا فى أرجاء غرفة مدفأة فى الشتاء يتم بواسطة حركة الهواء المحيط بمصدر الحرارة حيث ترتفع جزئيات الهواء الملامسة للمدفأة الى الأعلى بسبب تمددها وخفة وزنها ليحل محلها هواء بارد يجرى تسخينه ثانية متحركا الى أعلى ناقلا معه الحرارة خلال جزئياته وهكذا .. كذلك يتم انتقال جزء من الحرارة بهذه الطريقة من الهواء الداخلى للغرفة الدافئة الى الجدران الباردة المحيطة كما يتم فقدان جزء من الحرارة بالحمل بواسطة الهواء المنتقل خلال فتحات وشقوق الأبنية الى الجو الخارجى البارد ومع أن الموصلية الحرارية للهواء منخفضة جدا الا أن انتقال الحرارة فى الهواء يتم فى الواقع العملى بالحمل وليس بالتوصيل وذلك بسبب حركة الهواء الدائمة. أما توصيل الحرارة فى الهواء فلا يمكن تصوره الا فى الخلايا المغلقة المتناهية فى الصغر والتى تحتوى عليها المواد العازلة للحرارة فى تركيبها.

* الموصلية الحرارية (Thermal Conductivity) : هى مقدار التيار الحرارى (بالواط) المار باتجاه عمودى على سطح مادة مساحتها مترا مربعا واحدا وسماكتها مترا واحدا بعامل تأثير فرق درجة حرارة مئوية واحدة بين سطحيها.

(جـ) انتقال الحرارة بالاشعاع (Radiation):

الاشعاع الحرارى له من الناحية الفيزيائية نفس خواص الاشعاع الضوئى وهو شكل من أشكال الأشعة الكهرومغناطيسية التى تنتقل بسرعة الضوء وبخلاف الاشكال الأخرى من انتقال الحرارة لا تحتاج الحرارة المتنقلة بالاشعاع بالضرورة الى وسط مادى تنتقل فيه حيث يمكن أن يحدث الانتقال فى الفراغ. فكافة المواد تعطى جزءا من الحرارة المختزنة فيها على شكل أشعاع حيث تزداد كمية الحرارة التى يشعها الجسم كلما زادت درجة حرارته. وتتحول الطاقة الكامنة فى الأشعة حين اصطدامها بجسم ما الى حرارة كما يحدث فى الاشعاع الحرارى الصادر عن الشمس والساقط على جدران وأسقف الأبنية خلال ساعات النهار. مما يؤدى الى تسخينها. وبنفس الطريقة يجرى تدفئة جدران الغرفة بواسطة الحرارة الاشعاعية الصادرة عن المدفأة وكذلك تدفئة الناس الجالسين حول المدفأة كما أن جزءا لا يستهان به من الحرارة يتم فقدانه من السطوح الخارجية للمبنى المدفأ الى الجو الخارجى بواسطة الاشعاع وتخضع عملية انتقال الحرارة بالاشعاع الى قوانين رياضية تختلف تماما عن القوانين التى تحكم انتقال الحرارة بالتوصيل أو بالحمل. وتعتبر طبيعة المادة المشعة وكذلك السطوح الماصة للأشعاع من أهم العوامل المؤثرة فى انتقال الحرارة الاشعاعية بين الأجسام.

(٢) الخصائص الحرارية لمواد البناء :

سبق إيضاح طرق انتقال الحرارة داخل المواد بطرق ثلاث هى التوصيل والحمل والاشعاع ولأجل التعرف على مبدأ انتقال الحرارة بأى من هذه الطرق لابد أولا من التعرف على الخصائص الحرارية للمواد وعلى كيفية تحديد المقاومات الحرارية للأجسام والتى تعتبر اساس التصميم الحرارى للمبانى.

الموصلية الحرارية للمواد

الرقم	المادة	الكثافة (كج/م^3)	الموصلية الحرارية (و/(م.°س))
١	*الصخور (أحجار البناء)*		
	أ) الصخور الكلسية والرملية:		
	• الرخام	٢٦٠٠	٢,٩٠
	• الحجر القاسى	٢٥٠٠	٢,٢٠
	• الحجر الراسخ	٢٢٥٠	١,٧٠
	• الحجر المتوسط الرسوخ	٢٠٠٠	١,٤٠
	• الحجر الرخو	١٧٥٠	١,٠٥
	ب) الصخور البركانية (المسامية)	١٦٠٠	٠,٥٣
	جـ) الصخور المتحولة:		
	• الجرانيت	٢٨٠٠	٣,٥٠
	• البازلت	٢٨٠٠	٣,٥٠
٢	*الرمل والركام الناعم*	١٨٠٠	٠,٧٠
٣	*الطـــوب*		
	أ) الطوب الخرسانى:		
	• المصمت	١٩٠٠	١,٢٠
	• المفرغ	١٦٠٠	١,٠٠
		١٤٠٠	٠,٩٠
		١٢٠٠	٠,٧٧
		١٠٠٠	٠,٦٥
	• المفرغ للعقدات	١٤٠٠	٠,٩٥

الرقم	المادة	الكثافة (كج/م^3)	الموصلية الحرارية (د/(م.°س))
٤	*الخرسانة العادية والمسلحة*	٣٣٠٠	١,٧٥
	ا) خرسانة الركام العادى الوزن	٢٠٠٠	١,٢٠
	ب) خرسانة الركام الطبيعى الخفيف الوزن	١٨٠٠	١,٠٠
		١٦٠٠	٠,٨٧
		١٤٠٠	٠,٧٢
		١٢٠٠	٠,٦٠
		١٠٠٠	٠,٤٧
	جـ) الخرسانة الرغوية	١٦٠٠	٠,٦٨
		١٤٠٠	٠,٦١
		١٢٠٠	٠,٥٢
		١٠٠٠	٠,٤٢
		٩٠٠	٠,٣٦
		٨٠٠	٠,٣٠
		٧٠٠	٠,٢٢
		٦٠٠	٠,١٩
		٥٠٠	٠,١٦
		٤٠٠	٠,١٤
٥	*الأرضيات*		
	أ) البلاط:		
	• الموزاييك (التيراترو)	٢٤٥٠	١,٦٠
	• الأسمنتى	٢١٠٠	١,١٠
	• السيراميك	٢٠٠٠	١,٢٠
	ب) مبلمر كلوريد الفينيل (PVC)	١٥٠٠	٠,٢٣
	جـ) المطاط	—	٠,٤٠
	د) رصفة الدبش	٢٠٠٠	١,٥٠
٦	*البياض*		
	أ) الأسمنتى	٢٠٠٠	١,٢٠
	ب) الأسمنتى الجيرى	١٨٠٠	٠,٨٥
	جـ) الجبسى	١٤٠٠	٠,٧٠
	د) الجبسى الخالى من الركام الناعم	١٢٠٠	٠,٤٠
٧	*الخشب*		
	أ) الخشب الطبيعى:		
	• البلوط	٨٠٠	٠,٢١
	• الصنوبر	٦٠٠	٠,١٤
	• الزان	٨٠٠	٠,١٧
	• الماهوجونى	٧٠٠	٠,١٦
	ب) الألواح الخشبية:		
	• الليفية القاسية	١٠٠٠	٠,١٧
	• الليفية الطرية	٣٠٠	٠,٠٦
	• الرقائقية	٧٠٠	٠,١٤
	• الحبيبية	٨٠٠	٠,١٥
٨	*ألواح الإسبستس الأسمنتى*	٢٠٠٠	٠,٥٨
		١٦٠٠	٠,٤٠
٩	*الطبقات المانعة الرطوبة*		
	أ) الزفت والبتيومين	١٢٠٠	٠,١٨
		١١٠٠	٠,١٧
	ب) الخلطة الزفتية (الأسفلتية)	٢٣٠٠	١,١٠
		٢٠٠٠	٠,٧٠
١٠	*ألواح الزجاج*	٢٥٠٠	١,٠٥
	أ) الشفاف العادى	٢٢٥٠	١,١٠
	ب) المقاوم للحرارة		

وهـــى:

(أ) الموصلية الحرارية Thermal Conductivity [٢]

وقد سبق تعريفها وتتغير قيمة الموصلية الحرارية لأى مادة بتغير كثافتها ودرجة حرارتها ورطوبتها وغالبا ما تكون علاقة الموصلية الحرارية بالكثافة علاقة طردية فتزداد الموصلية بازدياد الكثافة وتنقص بنقصانها.

أما من حيث درجات الحرارة والرطوبة فتكون علاقة الموصلية الحرارية لهما علاقة طردية دائما فتزداد بازدياد درجات الحرارة والرطوبة وتنقص بنقصانهما.

وعليه يجب دائما تحديد قيم الموصلية الحرارية للمواد على اساس وضعها التشغيلى من حيث كثافتها الفعلية ودرجة الحرارة التشغيلية السائدة. وفى المبانى تعتبر درجة الحرارة التشغيلية (٢٤) درجة مئوية.

والجداول التالية تبين الموصلية الحرارية لبعض أنواع المواد المستعملة فى صناعة البناء بدلالة كثافتها عند درجة حرارة تعادل ٢٤ درجة مئوية.[٢]

(ب) المواصلة الحرارية Thermal conductance [٣]

نظرا الى أن العناصر الانشائية فى المبانى تتكون من مواد محددة السماكة وحيث أن خاصية الموصلية الحرارية هى لسماكه متر واحد فلابد من التعرف على خاصية الانتقال الحرارى للمادة ذات السماكه المحددة.

وقد اصطلح على هذه الخاصية بالمواصلة الحرارية وتعرف المواصلة الحرارية بأنها مقدار التيار الحرارى (بالواط) المار عموديا خلال وحدة مساحة (متر مربع) من سطح وسط مادى. وذلك بفعل فرق درجة الحرارة بين سطحيه مقداره درجة مئوية واحدة.

وبذلك يمكن حساب مقدار المواصلة الحرارية للمواد بدلالة موصليتها الحرارية وسماكتها.

(جـ) المقاومة الحرارية Thermal Resistivity

كما ان للمواد خاصية نقل الحرارة فان لها خاصية معاكسه الا وهى منع نقل الحرارة وتعرف المقاومية الحرارية على انها معكوس المواصلة الحرارية.

(د) المقاومة الحرارية للسطوح

كما ان للمواد الصلبة مقاومة حرارية. كذلك الحال لطبقة الهواء الملامس لسطح المادة ويعتمد مقدارها على المتغيرات التالية:

- انبعاثية سطح المادة.
- تعرض السطح للعوامل الجوية.
- اتجاه التدفق الحرارى.

ولاغراض تحديد المقاومة الحرارية السطحية قسمت المواد حسب انبعاثيتها الى مواد عالية الانبعاثية (نوع أ) ومواد منخفضة الابنعاثية نوع (ب) كما يلى:

نوع (أ): وهى المواد المعدنية أو ذات السطوح اللامعة (البراقة) مثل الواح الصاج والالمونيوم وماشابهها.

نوع (ب): وهى المواد الانشائيـة بشكل عام مثل الطوب بأنواعه وأحجار البناء والرخام والخرسانة والخشب والزجاج.

(هـ) الانتشارية الحرارية Thermal Diffusivity

وسبق تعريفها وتبرز أهمية هذه الخاصية بالنسبة للمهندس المصمم فى اختيار المادة المناسبة للظروف الانشائية المحيطة. ففى المناطق الحارة يلزم من أجل توفير الراحة والوقاية الحرارية داخل المبنى فى فصل الصيف أن تكون العناصر الانشائية ذات انتشارية حرارية منخفضة. هذا يعنى بأن تأثيرات الحرارة الخارجية بما فيها حرارة الاشعاع سيجرى اخمادها بفعالية من قبل المواد المكونة للجدران والسقف لأن درجات الحرارة ستحتاج الى فترة زمنية طويلة للانتشار والوصول الى جو المبنى الداخلى مما يحافظ على استقرار حرارى داخل المبنى. أما الحرارة المختزنة فيتم تبديدها الى الخارج خلال ساعات الليل حيث تنخفض درجة حرارة الجو الخارجى بشكل ملموس.

(و) المقاومة الحرارية للتجويفات الهوائية : [٢]

وتعرف التجويفات الهوائية على أنها الفراغات الهوائية المتروكة بين أى جسمين متوازيين. ومثال ذلك الفراغات الهوائية فى الجدران المزدوجة وغيرها.

وتقسم التجويفات الهوائية الى تجويفات مهواه وتجويفات غير مهواه. وتعرف التجويفات المهواه بأنها تلك التى يكون للهواء الموجود فيها اتصالا مباشرا مع الهواء خارج التجويف، سواء أكان داخل المبنى أم خارجه، مما يجعله حر الحركة والانتقال، ويتم ذلك بعمل فتحات خاصة ضمن الاجسام الجاسئة خصيصا لتهوية هذه التجويفات ومنع حدوث الرطوبة فيها.

أما التجويفات غير المهواه فهى تلك التى لا يكون للهواء المحبوس داخلها أى اتصال مع الهواء الخارجى ولا يمكنه التحرك والانتقال

الا ضمن الحيز المحدد له.

ويمكن كذلك أن يكون التجويف الهوائى ضيقا كما فى الجدران المزدوجة بحيث لا يتجاوز عرضه (١٠٠) ملميتر، كما يمكن أن يكون متسعا كما هو الحال فى التجويفات الهوائية الموجودة بين السقوف المعلقة وسقوف المبانى.

وتنتقل الحرارة فى هذه التجويفات بالتوصيل والحمل خلال الهواء، وبالاشعاع بين السطحين المتقابلين للتجويف الهوائى. وعليه فان انبعاثية السطوح الداخلية للتجويفات وعرض التجويف واتجاهه تؤثر مجتمعة على معدل انتقال الحرارة خلال التجويف بشكل ملموس.

وتتزايد معدلات تهوية التجويفات المهواه نتيجة لفرق درجة الحرارة بين الهواء الخارجى وهواء التجويف، ويزداد هذا الفرق بازدياد المقاومة الحرارية للمادة المحيطة بالتجويف. ونظرا الى أن تهوية التجويف تقلل من مقاومته الحرارية، فانه ينصح دوما بعدم استعمال تجويفات مهواة، مع ضرورة اتخاذ الاحتياطات اللازمة لعدم تعرض التجويفات غير المهواة للرطوبة.

(٣) اختزان الحرارة فى المواد وأهميته فى البناء [١]

من الخواص الفيزيائية للمواد صفة اختزان الحرارة المنتقلة اليها والاحتفاظ بها بكميات مختلفة وكذلك فقدان هذه الحرارة المختزنة اذا لامست مواد أخرى اقل حرارة. وتتعلق كمية الطاقة الحرارية المختزنة فى المادة بكثافتها وسعتها الحرارية وحجمها وفرق درجات الحرارة المؤثرة عليها. ان ثبات جو البيت الداخلى والمحافظة على فروقات ضئيلة فى درجات الحرارة فى الغرف خلال ساعات النهار يرجع الى قدرة المادة المكونة لاجزاء البناء المحيطة كالجدران والأسقف على اختزان الحرارة وكون هذه الاجزاء ذات كثافة عالية. لذا فانه من المهم جدا فى تصميم الابنية، مراعاة خاصية اختزان الحرارة للمواد المستعملة فى بناء الجدران الخارجية والأسقف واختيار المواد المناسبة فى تركيبة هذه الأجزاء للحصول على الحد الأقصى من الوقاية الحرارية.

توصيـــات:

مما سبق يتضح ان معرفة الخصائص الحرارية لمواد الانشاء مهمة للمهندس المعمارى بحيث تمكنه من تصميم البناء على أسس فيزيائية سليمة كما أن ذلك يوفر على صاحب المبنى كثيرا من المشاكل الفيزيائية التى قد تنجم بعد اتمام عملية البناء فى حالة التطبيق غير المدروس لهذه المواد فى عملية الانشاء مما يعد وفرا فى أعمال الصيانة.

هذا وينبغى للمهندس المعمارى ان يصل بهذه النتيجة الى اختيار المواد المناسبة مع مراعاة عاملين هامين حتى يمكنه استغلال الخصائص الحرارية لمواد الانشاء أحسن استغلال ويعطى أحسن اداء للمبنى وهما:

أولا : مراعاة المناخ السائد.

ثانيا : مراعاة الأسس العامة للعوامل التصميمية المعمارية للمبنى.

أولا : مراعاة المناخ السائد:

ان وقوع المبنى على قمة جبلية أو على سطح جبلى أو على شاطئ البحر مواجه للرياح والامطار أو واقع تحت تأثير اشعة الشمس يؤثر تأثيرا كبيرا على اختيار مواد البناء المناسبة طبقا لخواصها الحرارية - كما سبق -

وبصفة عامة عند دراسة قوة تحمل أو متانة مادة ما فهناك نقطتين يجب وضعها فى الاعتبار :

- ان العوامل الخارجية (مثل الأشعة الشمسية والحرارة) لايمكن قياس ومعرفة تأثيرها بصورة مجردة فكل عامل يختلف تأثيره عند التفاعل مع المواد المعرضة له. فمثلا معظم المواد البلاستيكية تكون مقاومة للفطريات وتأثير الحشرات فى نفس الوقت تضعف أمام تأثير الأشعة الفوق بنفسجية بينما نجد أن الخشب معرض للضرر من كلاهما.
- تأثير أحد العوامل الخارجية يكون محكوم دائما بوجود أو غياب العوامل الأخرى. فمثلا زيادة درجة الحرارة عشرة درجات مئوية يضاعف معدل أى تفاعل كيميائى. مثال آخر التأثير الضار للفطريات على مواد البناء يمكن أن يظهر ويأخذ دوره فى حالة وجود الرطوبة فقط. [٥].

وتختلف درجة وسرعة التلف والتدهور فى حالة المادة تبعا لطبيعة العامل المسبب لها. فالخسارة الناتجة من عملية الأكسدة والصدأ والتآكل يلاحظ أنها خسارة مستمرة ومسيطرة من البداية. أما التعرض للأشعاع الحرارى والرطوبة فنجد أن رد فعل المادة هنا يعتمد على كثافة التعرض وعندما تصل الى حد معين يحدث تغير نوعى فى مواصفات المادة. فى حالة بعض العوامل الخارجية

الأخرى مثل الامطار فتعدد التعرض لها وعدد المرات هو الذى يحدد درجة التلف والخسارة.

والأشعاع الحرارى يمكن أن يؤثر من خلال المادة نفسها وتأثير الأشعاع الحرارى يختلف فى المادة الواحدة باختلاف الموقع المستعملة فيه ومثال ذلك

(أ) تأثير الأشعاع الحرارى هو أحد المسببات التى تؤدى الى ظهور الشروخ الغير انشائية فى الخرسانة المسلحة وذلك كما يلى:

* شروخ الأنكماش اللدن:

وتحدث نتيجة التبخر السريع للماء من سطح الخرسانة لذلك لابد أن تستمر الخرسانة مبللة لفترة بعد صبها [٦] وهى لدنة أثناء تصلدها وهذا التبخر السريع يتوقف على عوامل كثيرة أهمها درجة الحرارة وسرعة الريح كما أن جفاف الريح وأشعة الشمس المباشرة تجعل معدل التبخر أعلى من معدل طفو الماء على سطح الخرسانة.

وشروخ الأنكماش اللدن عادة ما تكون قصيرة وسطحية وتظهر فى أتجاهين عكسيين فى آن واحد فى حالة عناصر المنشآت سابقة التجهيز التى تصنع فى أماكن مغلقة وتعالج جيدا فلا يخشى من خطورة شروخ الأنكماش اللدن لصغرها. [٧]

* الشروخ الناتجة من فروق الأجهاد الحرارية: (Differential Thermal Strains)

وتظهر فى خرسانة المنشآت سابقة التجهيز حيث يساعد اسلوب الأنشاء على التأثير باختلاف درجة الحرارة حيث يولد الارتفاع المفاجىء فى درجة الحرارة سلسلة من الشروخ. فاذا كانت الطبقة الخارجية للوحات السابقة التجهيز قليلة السمك (٣ سم مثلا) فحدوث التهشيم يكون أكثر احتمالا. [٧]

وتحدث الشروخ أيضا اذا حدث اختلاف كبير فى درجة الحرارة بين وجهى بلاطة أو كمرة وهذا التأثير نادر الحدوث فى المنشآت السكنية ولكن قد يحدث فى منشآت معينة مثل حوائط الخزانات عندما يكون السائل المخزون داخل الخزان ساخنا جدا أو باردا جدا.

كما تحدث اجهادات بالمنشآت نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين أجزائه المختلفة فمثلا اذا تعرضت اطراف الواجهة لاشعة الشمس المباشرة فانها تؤثر على تمدد الخرسانة بينما تقلل درجة حرارة باقى المنشآ المنخفضة ذلك التأثير فينتج عن ذلك ظهور شروخ قطرية من الزوايا فى أرضيات المنشآت الطويلة وتقلل هذه الشروخ من متانة المنشآ.

ب- تأثير المناخ الحار على تصنيع واستخدام الجبس كمادة بناء:

ومنها مشكلة الجفاف الخارجى وتحدث نتيجة لتبخر الماء السريع عند الحائط الذى تم بياضه لعدم توفر القدر الكافى من الماء اللازم لعملية الشك وغالبا ما تحدث هذه الظاهرة اثناء شهور الصيف الحارة خاصة عندما لاتسد فتحات النوافذ والأبواب فتسمح بدخول الرياح الساخنة.

والجفاف الخارجى ينتج سطحا طريا متفتتا ذا مظهر طباشيرى خفيف أما الجفاف الخارجى الجزئى فيسبب ظهور بقع بجوار فتحات النوافذ والأبواب. [٧]

ولعلاج هذه الحالة يجب أن يضاف الماء للأجزاء الجافة خارجيا بواسطة مضخة الرش ويجب ان تكف الأجزاء المتأثرة عن أمتصاص الماء مع ملاحظة عدم زيادة استخدام الماء عن الحد المطلوب وتكرر العملية كل ساعتين حتى يشك البياض ويصبح صلدا متينا. ولتجنب الصعوبات المستمرة يجب أن تغلق الفتحات بواسطة طبقة من النسيج الشبكى لحماية البياض من الرياح الساخنة كما يجب مراجعة سمك طبقة البياض لان الطبقات الرقيقة تؤدى الى جفاف أسرع.

جـ- تأثير المناخ الحار على أعمال البياض:

* مشاكل الشروخ:

ومن اسبابها الصدمات الحرارية فاذا تعرض فجاة حائط رطب الى حرارة أو برودة حدثت فيه شقوق شعرية لاترى بالعين المجردة وحينئذ يجب رفع درجة الحرارة داخل المبنى تدريجيا بحيث تحفظ هذه الدرجة عند حد مناسب حتى يجف البياض وبعد ذلك تخفض درجة الحرارة ثانية تدريجيا.

* مشاكل عملية النهو:

بعض أنواع الضهارة التى تتكون جزئيا من الجبس عرضة لنفس المشاكل السابقة. وعملية النهو باستخدام عجينة الجير قد تظهر بها مجموعة من الشروخ الشعرية التى تبدو على السطح وفى الحالات الردئية يمكن نزع طبقة الطهارة التى تعلو طبقة البطانة بسهولة - وتنتج هذه الشروخ من واحد أو عدة عوامل منها:

- عدم الكفاية فى خلط البياض لتلافى انكماش الجير.
- عدم الكفاية فى التسوية بالمسطرين وقد يصاحب ذلك زيادة فى نسبة الماء. [٥]
- عدم سد الفتحات فى الجو الحار مما يعرض طبقة الضهارة

للرياح الحارة الجافة.

- استعمال الجير حى دون اطفاؤه كلية قبل الاستعمال.
- وضع طبقة الضهارة على طبقة البطانة وهى لا تزال خضراء.

د- تأثير المناخ الحار على أعمال البناء بالطوب والحجر:

عند البناء بالطوب والحجر فى الجو الحار الجاف (عند درجة حرارة ٢٥م أو أكثر، ورطوبة نسبية أقل من ٥٠٪) يجب أن يتم فحص قدرة المونة على الأحتفاظ بالمياة فى الموقع، وعند نقلها فى عربات غير مخصصة بهذا الغرض ولمسافة أكثر من ٥ كم يجب اعادة خلطها فى الموقع مرة أخرى قبل أستعمالها ومن الضروى اضافة مواد ملدنة للمونة لزيادة قدرتها على الأحتفاظ بالمياه، ويجب أن تكون المادة الرابطة هى الأسمنت البورتلاندى والرمل الطبيعى الناعم والركام قطرة يتراوح بين ١,٥ الى ٢,٥ مم. [٨]

وبالنسبة للبناء بالطوب الطفلى فبالإضافة الى غمرة بالماء أو رشة بالمياه من وقت لآخر يراعى ترك المدماك الأخير بدون تغطية بالمونة خلال ترك البناء وقت الراحة ثم يرش بالماء قبل استكمال العمل مرة أخرى. [٦]

ولمنع بخر المياة من المونة قبل أوانها يجب رش الطوب من وقت لآخر وكبديل لذلك يمكن تغطية الطوب من الشمس.

هـ- تأثير المناخ الحار على الزجاج (واجهات خارجية)

تؤثر شمس الشتاء المنخفضة والساطعة على الزجاج بعد ليلة باردة جدا قد تصل درجة الحرارة فيها الى الصفر فنجد أن الزجاج تحدث به شروخ بسبب الضغوط الحرارية. لأن الجزء الاوسط من لوح الزجاج المستعمل فى الفتحات سترتفع درجة حرارته بمعدل اسرع من الأجزاء الجانبية الملاصقة للحوائط والتى ستتأثر ببرودته.

ثانيـــا: مراعاة الأسس العامة للعوامل التصميمية المعمارية للمبنى:

١- توجيه المبانى:

يلعب توجيه المبنى دور رئيسيا من حيث إختيار مواد البناء وذلك بمراعاة خصائصها الحرارية (واجهات جنوبية أو شمالية .....)

٢- تهوية المبانى (المحافظة على درجات الحرارة والرطوبة المناسبة):

لقد بينت الأبحاث أن البيئة الفضلى التى يستريح فيها الأنسان تتحدد بدرجات حرارة ورطوبة معينة. وحيث أن الهدف الأساسى للتصميم هو توفير البيئة الداخلية المريحة للانسان، لابد أذن من المحافظة على درجات الحرارة والرطوبة المناسبة. والتحكم فى تهوية المبنى من حيث معدل تغيرها واوقاتها المفضلة.

٣- محيط المبنى:

تفقد الحرارة شتاء أو تكتسب صيفا عن طريق انتقالها خلال الجدران الخارجية المعرضة للعوامل الجوية. وكلما زدات المساحة المعرضة للعوامل الجوية زاد معها الفقد أو الكسب الحراريين. ولأجل حفظ الطاقة لابد من تقليل مساحة الجدران الخارجية الى أدنى قيمة ممكنة.

ولتحقيق هذا الهدف لابد للمصمم أن يختار شكل المبنى بحيث يعيطه أقل مساحة ممكنة للجدران الخارجية لحجم معين. والمبانى الدائرية الشكل تمتاز دائما بأن مساحة جدرانها الخارجية أقل من غيرها من الأشكال الأخرى لحجم محدد، وتليها المبانى المربعة الشكل ومن ثم المبانى المستطيلة.

٤- تصميم النوافذ الزجاجية والأبواب:

تشكل النوافذ والواجهات الزجاجية والأبواب نسبة لايستهان بها من مساحة الجدارن الخارجية للمبانى قد تصل الى أكثر من (٢٠) بالمائة من مجمل المساحة الخارجية لهذه الجدران. وقد درج فى الأونة الأخيرة فى مصر استعمال نوافذ وواجهات زجاجية ذات اطار من مادة الالمنيوم. [٤]

وحيث أن مادة الالمنيوم هى من المواد جيدة التوصيل الحرارى، فإن النوافذ والواجهات الزجاجية ذات أطر الالمنيوم تعتبر منفذا أساسيا لتدفق الحرارة. وبالمثل النوافذ والواجهات الزجاجية ذات الأطر الفولاذية.

وتأتى النوافذ والواجهات الزجاجية ذات الأطر الخشبية فى المرتبة الثانية بعد الالمنيوم والفولاذ فى ارتفاع قيمة انتقاليتها الحرارية.

وبشكل عام، حيث أن الانتقالية الحرارية للنوافذ الزجاجية عالية نوعا ما مقارنة مع الانتقالية الحرارية للجدران المصمته، فان معدل التدفق الحرارى خلالها لوحدة المساحة يكون أعلى من معدل التدفق الحرارى خلال الجدران المصمته.

وهناك عدة أساليب للتغلب على هذه الظاهرة منها استعمال النوافذ ذات الزجاج المزدوج أو استعمال اطر مصممة خصيصا لتقليل

الانتقال الحرارى خلالها عن طريق فصل جزئيها الخارجى والداخلى بمادة ذات موصيلة حرارية منخفضة وغيرها من الاساليب التقنية المتطورة الأخرى.

وبغياب الاساليب التقنية المتطورة يمكن التغلب على ارتفاع معدل التدفق الحرارى بالتوصيل خلال مجمل مساحة الجدران الخارجية بتخفيض نسبة المساحة التى تحتلها النوافذ والواجهات الزجاجية من المساحة الخارجية.

المراجـــــع:

[١] O.H. Koenigsberger, T.G.. Ingersoll, Alan Mayhew and S.V. Szokolay.
Manual of tropical housing and building
Longman group ltd, London, 1974.

[٢] الجمعية العلمية الملكية – مركز بحوث البناء: دليل مواد العزل الحرارى للمبانى أغسطس ١٩٩٠.

[٣] محمد توفيق ابو العلا: هندسة المدن والبيئة. دائرة المكتبات والوثائق الوطنية – عمان – ١٩٨٨.

[٤] الجمعية العلمية الملكية – مركز بحوث البناء: دليل العزل الحرارى فى المبانى يوليو ١٩٨٨.

[٥] فاروق عباس حيدر: الموسوعة الحديثة فى تكنولوجيا تشييد المبانى منشأة المعارف – الأسكندرية – ١٩٨٦.

[٦] صلاح مرسى: المواد فى الأعمار: الخطوط العامة لترشيد اختيار المواد للتكيف البيئى المجلة المعمارية العلمية. كلية الهندسة المعمارية – جامعة بيروت العربية – العدد الرابع. ١٩٨٨.

[٧] عبد اللطيف أبو العطا البقرى: الموسوعة الهندسية لانشاء المبانى والمرافق العامة فى المواصفات دار ماجد للطباعة – القاهرة – الطبعة الرابعة – ١٩٨٨.

[٨] T.M. Stoll and G.I. Evstratov: Building in Hot Climate, MIR Publishers, Moscow, 1987.