كودة العزل الحراري

وضعت من قبل

الجمعية العلمية الملكية

وكز بحوث البناء

لصالح مجلس البناء الوطني الأردني

إعداد

المهندس خضر عكلوي

الفريق العامل على إعداد

كودات البناء الوطني الأردني

الدكتور داود جبجي

المهندس خضر عكلوي

المهندس حسن عكور

المهندس فارس الداود

المهندس كامل مجدي صالح

المهندس محمود الشيشاني

المهندس مقدر عكروش

المهندس عبد المنعم النهار

الفريق المشارك في إعداد

كودات البناء الوطني الأردني

الدكتور وليد الريمـاوي

المهندس حاتم غنيم

المهندس غسان غانم

المهندس محمد عجور

الدكتور سميح قاقيش

المهندس أكرم عباسي

الدكتور أسامه ماضي

الدكتور رزق شعبان

المهندسة شادية بركات

الدكتور فيصل الصياغ

المهندس أكرم أبو حمدان

تحرير لغوي

الدكتور هشام غصيب

- صادرة وفق أحكام البناء الوطني الاردني رقم 31 لسنة 1989

- قرار مجلس البناء الوطني الاردني رقم 2 لسنة 1990

- قرار مجلس الوزراء الموقر رقم 832 لسنة 1990

- نشرت في عدد الجريدة الرسمية رقم 3692 لسنة 1990

- نافذة المفعول اعتبارا من تاريخ 15/6/1990

المملكة الأردنية الهاشمية

وزارة الأشغال العامة والإسكان

مجلس البناء الوطنـي

الأردنـــي

1- وزير الأشغال العامة والإسكان	رئيسا
2- وزير الشؤون البلدية والقروية والبيئــة	نائبا للرئيس
3- وزير الطاقة والثروة	عضوا

اللجنة الفنية لكودات

البناء الوطني الأردنـي

1- أمين عام وزارة الأشغال العامة المهندس رشدان الرشـدان	رئيسا
2- أمين عام وزارة الشؤون البلدية والقروية والبيئـة المهندس عوض التـل	نائبا للرئيس
3- مدير عام دائرة المواصفات	عضوا

المعدنية		والمقاييـــس	
		المهندس حسان السعودي	
4- أمين عمان الكبرى	عضوا	4-مدير وكز بحوث البناء في الجمعية العلمية الملكيـة	عضوا
		الدكتور سيف الدين معاذ	
5- رئيس الجمعية العلمية الملكية	عضوا	5- ممثل وزارة الأشغال العامة والإسكـــان	عضوا
		المهندس هيثم مريـش	
6- مدير عام مؤسسة الإسكان	عضوا	6- ممثل سلطة الميـاه	عضوا
		المهندس ايمن توفيق حدادين	
7- عميد كلية الهندسة في الجامعة الأردنيـة	عضوا	7- ممثل سلطة الكهربـاء	عضوا
		المهندس عادل مرعي	
8- نقيب المهندسـين	عضوا	8- ممثل القوات المسلحـة الأردنيـــة	عضوا
		المهندس أسامة مدانـات	
9- نقيب المقاولـين	عضوا	9- ممثل مديرية الدفاع المدني	عضوا
		المهندس عدنان عنابي	
<u>اللجنة الفرعية المتخصصـة</u>		10- الدكتور فاروق يغمور	عضوا
1- المهندس أحمد الكيلاني		11- الدكتور أسامه العناني	عضوا
2- المهندس أدهم سبع العيش		12- الدكتور فوزي الريـان	عضوا
3- المهندس فيصل أبو مغلي		13- المهندس أحمد الكيلاني	عضوا

مقدمـة

نظرا لصدور قانون البناء الوطني الأردني رقم 31 لسنة 1989 الذي ينص على إصدار كودات للبناء الوطني الأردني لتشكل في مجموعها القواعد والشروط والمتطلبات الفنية المتعلقة بأعمال الاعمار ، ولتنظم أعمال تصميم المباني وتنفيذها ولتمكن المختصين من أداء أعمالهم على أكمل وجه، فقد شكل مجلس للبناء الوطني الأردني بموجب أحكام القانون المذكور وأنيطت به مهمة وضع الأسس والمبادئ الخاصة بكودات البناء الوطني الأردني وتحديد مجال كل منها .

كما شكلت بموجب القانون ذاته ، لجنة فنية لكودات البناء الوطني الأردني لتكون ذراعا فنيا متخصصا للمجلس وتقدم له التوصيات والتنسيبات المتعلقة باعداد الكودات أو تعديلها أو تطويرها .

إن الهيكلية المكونة لمجلس البناء الوطني الأردني وللجنة الفنية لكودات البناء الوطني الأردني مبينة في مطلع هذه الكودة ، لتكون إضافة لفرق العمل والأعداد والمراجعة ، مرجعا يمكن الاستنارة به عند الحاجة .

إن مجلس البناء الوطني الأردني إذ يضع هذه الكودة بين أيدي المعنيين والمهتمين ليتقدم بالشكر لكل من عمل وقدم جهده وخبرته لاخراج هذه الكودة ويرجو منهم جميعا الالتزام بها لإقامة منشأ آمن بكلفة اقتصادية مقبولة .

وزير الأشغال العامة والإسكان

رئيس مجلس البناء الوطني الأردني

عبد الرؤوف الروابده

المحتويات

الباب الأول : عام

1/1 مقدمة ..... (7)

2 /1 المجال ..... (7)

1/3 الرموز .... (8)

1/4 تعريفات..... ..... (11)

الباب الثاني: المتطلبات التصميمية

2/1 تصنيف المباني والمنشآت ..... (14)

2/2 السقوف والأرضيات .... (14)

2/3 الأبواب والنوافذ ..... (15)

2/4 الجدران ..... (15)

الباب الثالث : العوازل الحرارية

3/1 عام ..... (18)

3/2 العوازل الحرارية المتوفرة عالميا ..... (19)

3/3 المواصفات القياسية للعوازل الحرارية..... (20)

3/4 العوازل الحرارية الأكثر شيوعا في الأردن ..... (21)

3/4/1 الخرسانة الخفيفة

3/4/2 الألياف المعدنية

3/4/3 اللدائن الرغوية

3/5 اختيار العازل المناسب ..... (30)

الباب الرابع : مبادئ التصميم الحراري

4/1 عام..... (33)

4/1/1 الهدف

4/1/2 مبادئ التصميم

4/1/3 توزيع الطبقات وعلاقته بالخزن الحراري

4/2 حساب الانتقالية الحرارية للعناصر ..... (39)

4/2/1 عام

4/2/2 حساب الانتقالية الحرارية للعناصر المتعددة الطبقات

4/2/3 حساب الانتقالية الحرارية للعناصر اللامتجانسة التركيب

4/3 تعيين المقاومات الحرارية ..... (42)

4/3/1 المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية للعناصر

4/3/2 المقاومة الحرارية للسطوح الداخلية للعناصر

4/3/3 المقاومة الحرارية للمواد

4/3/4 المقاومة الحرارية للتجويفات الهوائية

الباب الخامس : الرطوبة الداخلية في المباني

5/1 عام ..... (54)

5/2 انتقال الرطوبة بوساطة الهواء ..... (54)

5/3 انتقال الرطوبة من خلال الجدران والسقوف ..... (58)

5/4 المقاومية البخارية ..... (58)

5/5 نفاذية المواد المغلفة للجهة الباردة للعزل ..... (61)

الباب السادس حواجز بخار الماء

6/1 عام ..... (62)

6/2 المواد ..... (62)

6/2/1 الأغشية

6/2/2 المعجونات ومواد التغطية

6/3 الموضع المفضل لحاجز بخار الماء ..... (64)

6/4 أسس اختيار حواجز بخار الماء..... (65)

الباب السابع : التدفق الحراري الدوري

7/1 عام ..... (67)

7/2 التخلف الزمني ومعامل النقص..... (67)

7/3 السعة الحرارية النوعية للمواد ..... (68)

الباب الثامن : التقطع الحراري والاستهلاك الأمثل للطاقة

8/1 عام ..... (70)

8/2 القصور الحراري للمباني ..... (70)

8/3 نسب تخفيض الطاقة الحرارية ..... (71)

8/3/1 فترة اشغال المبنى

8/3/2 فترة تشغيل أجهزة التوبيد الحراري

8/3/3 مثال

ملحق أ : معلومات مناخية عن الأردن ..... (73)

ملحق ب : المصطلحات الفنية ..... (82)

المصادر ..... (90)

المراجع ..... (92)

وحدات النظام

معاملات التحويل

الاسس المتبعة

الجداول

جدول رقم (1) : الانتقالية الحرارية القصوى للسقوف والأرضيات المكشوفة..... (14)

جدول رقم (2) : قيم الانتقالية الحرارية للأبواب والنوافذ ..... (16)

جدول رقم (3) : الانتقالية الحرارية القصوى للجدران ..... (17)

جدول رقم (4) : أنواع العوازل الحرارية..... (19)

جدول رقم (5) : المواصفات القياسية للعوازل الحرارية ..... (20)

جدول رقم (6) : خواص الخرسانة العازلة الخفيفة الوزن ..... (22)

جدول رقم (7) : خواص الألياف الزجاجية ..... (25)

جدول رقم (8) : خواص الصوف الصخري .... (26)

جدول رقم (9) : خواص البوليستيرين الممدد ..... (28)

جدول رقم (10) : خواص البوليستيرين المبثوق ..... (31)

جدول رقم (11) : خواص ألواح البولورثين الجاسئة ..... (32)

جدول رقم (12) : خواص رغوة البولورثين المنفذة بالرش أو الحقن..... (32)

جدول رقم (13) : المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية للعناصر ..... (44)

جدول رقم (14) : المقاومة الحرارية للسطوح الداخلية للعناصر ..... (45)

جدول رقم (15) : الموصلية الحرارية للمواد ..... (47)

جدول رقم (16) : المقاومة الحرارية للتجويفات غير المهواة ..... (53)

جدول رقم (17) : العلاقة بين درجات الحرارة وضغط بخار الماء المشبع ..... (57)

جدول رقم (18) : المقاومية البخارية للمواد .... (59)

جدول رقم (19) : مقاومة تثقب أغشية حواجز بخار الماء ..... (62)

جدول رقم (20) : العلاقة بين خواص أغشية حواجز بخار الماء واستعمالاتها ..... (63)

جدول رقم (21) : أسس اختيار حواجز بخار الماء ..... (65)

جدول رقم (22) : المقاومة البخارية لحواجز بخار الماء ..... (66)

جدول رقم (23) : السعة الحرارية النوعية للمواد ..... (68)

جدول رقم (24) : نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة أشغال المبنى ..... (71)

جدول رقم (25) : نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة تشغيل أجهزة التوويد الحراري .... (72)

جدول رقم (أ1) : درجات حرارة المنطقة الأولى ..... (75)

جدول رقم (أ2) : درجات حرارة المنطقة الثانية ..... (75)

جدول رقم (أ3) : درجات حرارة المنطقة الثالثة ..... (76)

جدول رقم (أ4) : درجات حرارة المنطقة الرابعة ..... (76)

جدول رقم (أ5) : المتوسط الشهري للرطوبة النسبية ..... (77)

جدول رقم (أ6) : قيم الرطوبة النسبية التصميمية ..... (77)

الأشكال

شكل رقم (1) : مقطع في جدار ..... (41)

شكل رقم (2) : مقطع في عقدة 0..... (41)

شكل رقم (3) : الرسم البياني لمقياس الرطوبة ..... (56)

شكل رقم (4) : انتقال الموجات الحرارية من خلال العناصر .....(69)

شكل رقم (أ1) : وردة الريح السنوية لمطار عمان .....(78)

شكل رقم (أ2) : وردة الريح السنوية لمطار القدس .....(79)

شكل رقم (أ3) : وردة الريح السنوية لمطار أريحا .....(80)

شكل رقم (أ4) : وردة الريح السنوية لمطار الجفور .....(81)

جدول المحتويات
الباب الثاني

الباب الأول

عام

1/1 مقدمة

شهد الأردن في الآونة الأخيرة نهضة عمرانية لم يسبق لها مثيل . ونتيجة لذلك فقد ازدادت أعداد المباني والمنشآت التي قامت وتقام سنويا بشكل كبير رافقتها زيادة ملحوظة في استهلاك الوقود من أجل توليد الطاقة الحرارية . لأجل ذلك ، ولمنع الهدر في الاقتصاد الوطني ، بات من الضروري العمل على تطوير أساليب البناء للاستفادة القصوى من الطاقة الحرارية عن طريق تحسين الخواص الحرارية للعناصر الإنشائية بالإضافة إلى تحسين أداء الأبواب والنوافذ للتقليل ما أمكن من تسرب الطاقة الحرارية من خلالها .

وتهدف هذه الكودة إلى تعريف المهندس المصمم بمبادئ التصميم الحراري الأمثل للمباني ، وطرق حساب الخواص الحرارية للعناصر الإنشائية المختلفة ، مع تحديد المتطلبات الحرارية الدنيا والقصوى لهذه العناصر حتى يتمكن المهندس من اختيار الأفضل دائما .

ومع أن تحسين خواص العناصر الإنشائية الحرارية منها وغير الحرارية يتطلب كثيرا من الجهد والمال ، إلا أنه عند مقارنة زيادة التكلفة الأولية بما يتم توفيره على مدى العمر التشغيلي للمبنى يتضح أن هذا التحسين يخفض الكلفة النهائية للمبنى إضافة إلى ما يشعر به شاغلو هذه المباني من راحة أثناء استخدامهم المبنى للأغراض التي أنشئ من أجلها .

1/2 المجال

تشمل هذه الكودة ثمانية أبواب تتناول معظم المعلومات التي يحتاجها المهندس المصمم للقيام بأعمال التصميم الحراري للمباني والمنشآت . وفي الباب الأول يتم تعريف المصمم برموز المصطلحات التي

استخدمت في هذه الكودة ، بالإضافة إلى تقديم بعض التعريفات الهامة . ويتناول الباب الثاني المتطلبات التصميمية من حيث الانتقالية الحرارية للجدران والسقوف والأرضيات ، بينما يتناول الباب الثالث العوازل الحرارية من حيث أنواعها

وخواصها ومواصفاتها القياسية

وتتناول الأبواب الرابع والخامس والسادس كل ما يتعلق بمبادئ التصميم الحراري والرطوبة الداخلية في المباني وحواجز بخار الماء بينما يتناول البابان السابع والثامن كلا من السريان الحراري اللوري والتقطع الحراري والاستهلاك الأمثل للطاقة .

1/3 الرموز

A = المساحة (متر مربع) (Area)

A_o = المساحة الصافية للفتحة (متر مربع) (Clear Opening Area)

A_w = المساحة الصافية للجدار (متر مربع) (Clear Wall Area)

AH = الرطوبة المطلقة (غرام / كيلو غرام) (Absolute Humidity)

C = المواصلة الحرارية (واط / متر مربع . °س) (Thermal Conductance)

C_o = المواصلة الحرارية للتجويف (واط / متر مربع . ° س) (Cavity Thermal Conductance)

c = السعة الحرارية النوعية (جول / كغ . ° س) (Specific Heat Capacity)

DBT = درجة حرارة البصيلة الجافة (°س) (Dry Bulb Temperature)

d = السماكة (متر) (Thickness)

E = الانبعاثية (Emissivity)

f = المواصلة الحرارية السطحية (واط / متر مربع . °س) (Surface Thermal Conductance)

K = الموصلية الحرارية (واط / متر . °س) (Thermal conductivity)

$\frac{1}{K}$ = المقاومية الحرارية (متر . °س / واط) (Thermal Resistivity)

P

= منافذه بخار الماء (غرام / ميغانيوتن . ثانية)
(Water Vapour Permeance)

Q = كمية الحرارة (جول) (Heat Quantity)

q = كثافة معدل التدفق الحراري (واط / متر مربع)
(Density of heat Flow Rate)

R = المقاومة الحرارية (متر مربع . °س / واط)
(Thermal Resistance)

R_a = المقاومة الحرارية الكلية (متر مربع . °س /واط)
(Air to Air Thermal Resistance)

R_c = المقاومة الحرارية للتجويف (متر مربع . °س / واط)
(Cavity Thermal Resistance)

R_s = المقاومة الحرارية السطحية (متر مربع . °س / واط)
(Surface Thermal Resistance)

R_{si} = المقاومة الحرارية للسطح الداخلي (متر مربع . °س / واط)
(Inside Surface Thermal Resistance)

R_{so} = المقاومة الحرارية للسطح الخارجي (متر مربع . °س / واط)
(Outside Surface Thermal Resistance)

RH = الرطوبة النسبية (بالمائة) (Relative Humidity)

R = المقاومة البخارية (ميغانيوتن . ثانية / غرام)
(Vapour Resistance)

t = درجة الحرارة (°س) (Temperature)

t_{si} = درجة حرارة السطح الداخلي (°س)
(Inside Surface Temperature)

t_{so} = درجة حرارة السطح الخارجي (°س)
(Outside Surface Temperature)

U = الانتقالية الحرارية (واط / متر مربع . °س)
(Thermal Transmittance)

U_o = الانتقالية الحرارية للفتحات الإنشائية كالأبواب والنوافذ (واط / متر مربع . °س)
(Opening Thermal Transmittance)

U_w = الانتقالية الحرارية للجدار (واط / متر مربع . °س)

(Overall Thermal Transmittance)

μ = معامل النقص (Decrement Factor)

WBT = درجة حرارة البصيلة الرطبة (°س) (Wet Bulb Temperature)

ρ = الكثافة (كغ / متر مكعب) (Density)

Φ = التخلف الزمني (ساعة) (Time Lag)

δ = نفاذية بخار الماء (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)
(Water Vapour Permeability)

$\frac{1}{\delta}$ = المقاومية البخارية (ميغانيوتن . ثانية / غرام . متر)
(Vapour Resistivity)

1/4 تعريفات

1/4/1 الموصلية الحرارية (K) (Thermal Conductivity):

هي التيار الحراري (بالواط) المار عموديا من خلال وحدة مساحة من سطح وسط مادي سماكته وحدة طول ، وذلك بفعل فرق في درجة الحرارة بين سطحيه مقداره درجة مئوية واحدة ، ووحدة قياسها (واط / متر . ° س)

1/4/2 المقاومية الحرارية $\left(\frac{1}{k}\right)$ (Thermal Resistivity):

هي معكوس الموصلية الحرارية ، ووحدة قياسها (متر . ° س/ واط)

1/4/3 المواصلة الحرارية (C) (Thermal Conductance):

هي التيار الحراري (بالواط) المار عموديا من خلال وحدة مساحة من سطح وسط مادي ، وذلك بفعل فرق في درجة الحرارة بين سطحيه مقداره درجة مئوية واحدة، ووحدة قياسها (واط / متر مربع. ° س)، وتحسب المواصلة الحرارية عن طريق قسمة الموصلية الحرارية على سماكة المادة $\left(C = \frac{K}{d}\right)$.

1/4/4 المقاومة الحرارية (R) (Thermal Resistance):

هي معكوس المواصلة الحرارية $\left(R = \frac{1}{C}\right)$ ، ووحـدة قياسهـا

(متر مربع . ° س / واط) .

1/4/5 المواصلة الحرارية السطحية (f) (Surface Thermal Conductance)

هي التيار الحراري (بالواط) المار عموديا بين سطح الوسط والهواء الملامس له أو بالعكس ، وذلك من خلال وحدة مساحة وبفعل فرق في درجة الحرارة بين سطح الوسط والهواء مقداره درجة مئوية واحدة ، ووحدة قياسها (واط / متر مربع . ° س)

1/4/6 المقاومة الحرارية السطحية (R_s) (Surface Thermal Resistance) :

هي معكوس المواصلة الحرارية السطحية $\left(R_s = \frac{1}{f}\right)$ ، ووحدة قياسها (متر مربع . ° س / واط) .

1/4/7 المواصلة الحرارية للتجويفات (C_c) (Cavity Thermal Conductance) :

هي التيار الحراري (بالواط) المار عموديا من خلال وحدة مساحة من التجويف بفعل فرق في درجة الحرارة بين سطحيه مقداره درجة مئوية واحدة ، ووحدة قياسها (واط / متر مربع . °س) .

1/4/8 المقاومة الحرارية للتجويفات (R_c) (Cavity Thermal Resistance):

هي معكوس المواصلة الحرارية للتجويفات $\left(R_c = \frac{1}{C_c}\right)$ ، ووحدة قياسها (متر مربع . ° س / واط).

1/4/9 الانتقالية الحرارية (U) (Thermal Transmittance) :

هي التيار الحراري (بالواط) المار عموديا من خلال وحدة مساحة من سطح وسط مكون من طبقة واحدة أو عدة طبقات بفعل فرق في درجة الحرارة بين الهواء الداخلي والهواء الخارجي مقداره درجة مئوية واحدة ، ووحدة قياسها (واط / متر مربع . ° س) .

هذا ، وتعرف الانتقالية الحرارية كذلك بأنها المواصلة الحرارية الكلية (من الهواء إلى الهواء) .

1/4/10 المقاومة الحرارية الكلية (R_a) (Air to Air Thermal Resistance):

هي مجموع المقاومات الحرارية (من الهواء إلى الهواء) . وهي معكوس الانتقالية الحرارية $\left(R_a = \frac{1}{U}\right)$، ووحدة قياسها (متر مربع . ° س / واط) .

1/4/11 الانبعاثية (E) (Emissivity):

هي النسبة بين كمية الإشعاع الحراري الصادرة عن وحدة مساحة من سطح المادة وكمية الإشعاع الحراري الصادرة عن وحدة مساحة من سطح مشع تام (Full Emitter) (جسم أسود) عند درجة الحرارة ذاتها .

وعليه فإن إنبعاثية الجسم الأسود تساوي واحدا $(E = 1)$.

1/4/12 منافذة بخار الماء (P) (Water Vapour Permeance) :

هي كمية بخار الماء المار عموديا في الثانية الواحدة عبر وحدة مساحة من سطح وسط مادي بفعل فرق في الضغط بين سطحية مقدره (نيوتن / متر مربع) . ووحدة قياسها (غرام / ميغانيوتن . ثانية) .

1/4/13 المقاومة البخارية (R_v) (Vapour Resistance) :

هي معكوس منافذه بخار الماء $\left(R_v = \frac{1}{P}\right)$ ، ووحدة قياسها (ميغا نيوتن . ثانية / غرام) .

1/4/14 نفاذية بخار الماء (δ) (Water Vapour Permeability):

هي كمية بخار الماء (بالغرام) المارة عموديا في الثانية الواحدة عبر وحدة مساحة من سطح وسط مادي سماكته وحدة طول واحدة ، وذلك بفعل فرق في الضغط بين سطحية مقدره (نيوتن / متر مربع) ، ووحدة قياسها (غرام .متر/ ميغا نيوتن .ثانية).

1/4/15 المقاومية البخارية $\left(\frac{1}{\delta}\right)$ (Vapour Resistivity):

هي معكوس نفاذية بخار الماء ، ووحدة قياسها (ميغانيوتن . ثانية / غرام . متر) .

الباب الثاني

المتطلبات التصميمية

2/1 تصنيف المباني والمنشآت

وفق أغراض هذه الكودة ، تصنف المباني والمنشآت إلى ما يلي :-

فئة أولى : هي جميع المباني أو المنشآت أو أية أجزاء منها أو أية وحدات سكنية فيها مساحتها تساوي (100) متر مربع أو أكثر وتستخدم لأغراض الأشغال البشري . أو تلك المباني أو المنشآت أو أية أجزاء منها أو أية وحدات سكنية فيها تقل مساحتها عن (100)متر مربع ومزودة بتدفئة وتكرية و / أو تكييف هواء .

فئة ثانية : هي جميع المباني أو المنشآت أو الوحدات السكنية المستخدمة لأغراض الأشغال البشري والتي مساحتها تقل عن (100)متر مربع وغير مزودة بتدفئة وتكرية و / أو تكييف هواء .

2/2 السقوف والأرضيات

2/2/1 يجب أن لا تزيد قيمة الانتقالية الحرارية لأي جزء من أجزاء السقف العلوي (الأخير) أو الأرضيات المكشوفة للهواء الخارجي في أي مبنى أو منشأ عما هو مبين في الجدول رقم (1) التالي :-

جدول رقم (1)

الانتقالية الحرارية القصوى للسقوف والأرضيات المكشوفة

صنف المبنى حسب المادة (2/1)	الانتقالية الحرارية (U - Value)
فئة أولى	1.0
فئة ثانية	2.7

ويمكن تحقيق الانتقالية الحرارية لسقوف مباني الفئة الثانية دون استخدام عازل حراري باستعمال سقوف من طوب مفرغ للعقدات سماكة (180) ملمتر ذات غطاء خرساني سماكته (70) ملمتر ومزودة بمدة ميلان من خرسانة عادية سماكتها لا تقل عن (30) ملمتر ومغطاة بطبقة مانعة للترطيب من زفت وخيش أو من خلطة زفتيه (اسفلتيه) مع ضرورة قصارة بطن السقف بقصارة إسمنتية لا تقل سماكتها عن (20) ملمتر .

2/2/2 يجب أن تزود بعازل حراري جميع الأرضيات و / أو السقوف التي تتوسط أي جزئين في مبنى واحد يزود كل منهما بطاقة حرارية من مصدر منفصل عن الآخر .

2/2/3 يجب أن تزود بعازل حراري جميع الأرضيات التي تقع فوق تسويات أو أجزاء غير مدفأة من المبنى .

2/2/4 يجب أن تزود جميع الأرضيات الملامسة للتربة بطبقة مانعة للرطوبة حسب متطلبات " كودة مواد البناء واستعمالاتها في صناعة البناء " من كودات البناء الوطني الأردني .

3/ 2 الأبواب و النوافذ

لحساب قيم الانتقالية الحرارية للجدران الخارجية يراعى أخذ القيم الواردة في الجدول رقم (2) للانتقالية الحرارية للأبواب والنوافذ .

2/4 الجدران

2/4/1 يجب أن لا تزيد قيمة الانتقالية الحرارية للجدران ، بما في ذلك الأبواب والنوافذ وأية فتحات أو أجزاء أخرى ، عما هو مبين في الجدول رقم (3) وذلك عند حسابها طبقا للمعادلة التالية :

$$U = \frac{\sum (A_w U_w + A_o U_o)}{\sum (A_w + A_o)}$$

جدول رقم (2)

قيم الانتقالية الحرارية للأبواب والنوافذ

نوع المادة المكونة للأبواب وأطر النوافذ		الأبواب*	النوافـذ **					
			زجاج مفرد			زجاج مزدوج		
			شديدة التعرض	معتدلة التعرض	محمية	شديدة التعرض	معتدلة التعرض	محمية
خشب		3.5	5.0	4.3	3.8	2.7	2.5	2.3
معدن	ألومنيوم	*7.0	6.7	5.6	5.0	3.5	3.2	3.0
	فولاذ	*5.8						
مبلمر كلوريد الفينيل (PVC)		–	5.0	4.3	3.8	2.7	2.5	2.3

* الأبواب المعدنية هي تلك التي لا تزيد فيها نسبة الفتحات الزجاجية عن (30) بالمائة من كامل مساحتها.

** هذه القيم هي للنوافذ المطابقة للمواصفات القياسية الأردنية المعتمدة .

حيث :

U = الانتقالية الحرارية للجدران ،

U_w = الانتقالية الحرارية للأجزاء المصمتة من الجدران ،

U_o = الانتقالية الحرارية للفتحات (كالأبواب والنوافذ) والأجزاء الأخرى ،

A_w = المساحة الصافية للجدران ،

A_o = المساحة الصافية للفتحات والأجزاء الأخرى .

جدول رقم (3)

الانتقالية الحرارية القصوى للجدران

صنف المبنى حسب المادة (2/1)	الانتقالية الحرارية (U – Value)
فئة أولى	1.8
فئة ثانية	2.7

ويمكن تحقيق الانتقالية الحرارية لجدران مباني الفئة الثانية دون استخدام عازل حراري باستعمال جدران من طوب خرساني مفوغ لا تقل سماكته عن (200) ملمتر مع قصارة إسمنتية لا تقل سماكتها عن (20) ملمتر لكل من الوجهين الداخلي والخارجي بشرط ألا تزيد نسبة الفتحات الإنشائية (الأبواب والنوافذ الألمنيوم أو الحديد) عن (14) بالمائة من مجمل مساحة الجدران بالنسبة للمباني المحمية من عوامل التجوية وعن (9) بالمائة من مجمل مساحة الجدران بالنسبة للمباني المعتدلة التعرض لعوامل التجوية (راجع البند الفرعي 4/1/2ج من هذه الكودة) .

2/4/2 يجب أن لاتزيد الانتقالية الحرارية للجدران التي تتوسط أي جزئين في مبنى واحد يزود كل منهما بطاقة حرارية من مصدر منفصل عن الآخر ، او الجدران التي تفصل ما بين جزء مدفأ وجزء غير مدفأ من المبنى، عما هو مبين في الجدول رقم (3) ، وذلك عند حسابها طبقا لما ورد في البند السابق (2/4/1) .

جدول المحتويات الباب الثاني الباب الرابع

الباب الثالث

العوازل الحرارية

3/1 عام

تنتقل الحرارة صيفا من خارج المبنى إلى داخله ، وينعكس هذا الاتجاه شتاء ، وذلك نتيجة للفرق في درجات الحرارة بين الداخل والخارج . أما كمية الحرارة المنتقلة فتعتمد على عوامل عدة ، أهمها الفرق بين درجات الحرارة الداخلية والخارجية ، وسماكة العناصر البنائية كالجدران والسقوف والأرضيات ، ومساحتها ، وطبيعة المواد التي تتكون منها .

وتعتبر الخرسانة العادية والطوب الخرساني المصمت وأحجار البناء (على سبيل المثال لا الحصر) مواد جيدة التوصيل الحراري ، فيما يعتبر الخشب مثلا من المواد الرديئة التوصيل الحراري ، لأنه يسمح لجزء صغير من الحرارة بالانتقال من خلاله . ويكمن سبب ذلك في ما تحتويه المادة من هواء أو غازات ساكنة محبوسة داخلها ، فالمواد التي تحتوي على نسبة عالية من الفراغات أو الفجوات المليئة بالهواء أو الغازات الساكنة تكون رديئة التوصيل الحراري والعكس صحيح .

بناء على ما سبق فإن المواد التي تحتوي عادة على ما يقارب من (95) بالمائة من حجمها هواء تعتبر مواد جيدة العزل الحراري (رديئة التوصيل الحراري) وهي ما يمكن تسميتها بالعوازل الحرارية .

أما في الجدران أو السقوف أو الأرضيات المجوفة فتكون طبقة الهواء عازلة ذات خواص عزلية إذا تمت مراعاة ألا تزيد سماكتها عن حد معين وأن يكون الهواء فيها ساكنا قدر الإمكان . راجع البند (4/3/4) .

تستخدم العوازل الحرارية في العالم لأغراض عزل الأبنية والمنشآت بشكل واسع ومنذ أمد طويل وعليه فقد تطورت صناعة العوازل بشكل ملحوظ كما تعددت أشكالها وأنواعها بشكل كبير . إلا أن استخدام هذه العوازل في الأردن لا زال قليلا ، وعليه فسوف يكتفي بالاشاره إلى أنواع العوازل المتوفرة عالميا بينما يتناول الشرح أنواع العوازل الأكثر استخداما وتوفرا والأنسب نوعا وسعرا في الأردن .

3/2 العوازل الحرارية المتوفرة عالميا

يبين الجدول رقم (4) أنواع العوازل الحرارية المتوفرة عالميا حيث تم تقسيمها إلى ستة أنواع مختلفة حسب جساءتها .

جدول رقم (4)

أنواع العوازل الحرارية

النوع	الوصف	مثال
جاسئة	ألواح وقطع صلبة	ألواح الألياف المعدنية ، ألواح البوليستيرين ، ألواح الفليـن ، ألواح سيليكات الكالسيوم .
شبه جاسئة	عوازل مرنة تأخذ شكل الجسم المراد عزله عند تطبيقها	لفائف الألياف المعدنية المتدنية الكثافة ، البوليورثين المرن .
لينة	عوازل سائبة وجافة تحضر بخلطها بالماء	سيليكات الكالسيوم والمغنيسيوم والتربة الخفيفة .
سائبة	عوازل على شكل حبيبات أو مسحوق أو على شكل قطن منفوش	برلايت ، فيرميكيولايت ، أصواف معدنية .
منفذة بالرش	عوازل ليفية أو حبيبية تخلط عند التنفيذ مع واحد أو اكثر من المركبات الكيميائية وتنفذ بالرش .	ألياف معدنية ، ألياف السيراميك ، رغوة البوليورثين .
رغوية	عوازل من مواد كيميائية سابقة الخلط تطبق في الموقع	بوليورثين ، يوريا فورمالديهايد .

المواصفات القياسية للعوازل الحرارية

تكون خواص العوازل الحرارية مطابقة لاحد المواصفات القياسية المبينة في الجدول رقم (5) أدناه :-

جدول رقم (5)

المواصفات القياسية للعوازل الحرارية

العوازل الحرارية	المواصفات القياسية	
	BS	ASTM
المواد الجاسئة وشبه الجاسئة :		
- ألواح الألياف المعدنية	5803	C-612 C-665 C-726
- رغوة البوليستيرين	3837	C-578
- اليورثين الخلوي	4841	C-591
- الألواح الليفية	1142	C-208
- رغوة الفينول	3927	-
- ألواح البرلايت	-	C-728
- كتل الزجاج الخلوي	-	C-552
- ألواح الفلين	-	C-640
- الأغشية شبه المرنة	-	C-534
المواد السائلة :		
- الفيرميكيولايت	-	C-516
- البرلايت	-	C-549
- الألياف المعدنية	-	C-764
- الألياف الخلوية	-	C-739
الرغويات والمواد المنفذة بالرش :		
- رغوة اليورثين الخلوي	4841	C-591
- يوريا فورمالديهايد	5617	-

3/4 العوازل الحرارية الأكثر شيوعا في الأردن

3/4/1 الخرسانة الخفيفة (Light weight concrete):

تقسم الخرسانة الخفيفة المستخدمة لأغراض العزل الحراري وحسب مكوناتها إلى نوعين هما:-

* الخرسانة الإكامية : وهي الخرسانة المصنوعة من الإكام الخفيف الوزن مع الأسمنت والماء .
* الخرسانة الرغوية : وهي الخرسانة المصنوعة من خليط من الإسمنت والماء والمواد الرغوية الكيميائية .

ويبين الجدول رقم (6) الخواص الواجب توفرها في الخرسانة الخفيفة المستخدمة لأغراض العزل الحراري .

جدول رقم (6)

خواص الخرسانة العازلة الخفيفة الوزن

المـادة	: خرسانة خفيفة الوزن .
الوصـف	: بلاطة خرسانية مسامية قاسية وقصفة .
المقاومية الحرارية عنـد (40) مْس ، (متر . مْس / واط)	: تتراوح ما بين (0.84) و (7.1).
الكثافة ، (كغ / م3)	: تتراوح ما بين (400) و (1600) .
نفاذية بخار الماء (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)	: تتراوح ما بين (0.02)و (0.04) .
امتصاص الماء ، (بالمائة بالحجم)	: لغاية (30).
المقاومة المميزة بالضغط ، (ن / ملم 2)	: تتراوح ما بين (0.5) و (20.0) ، وتزيد عن ذلك في حالة المعالجة بالبخار .
ثبات المقاسـات	: عالية الانكماش عند استخدام الرغوة الكيميائية ، ومتوسطة الانكماش

عند استخدام إلكام الخفيف ، ومنخفضة الانكماش عند معالجته بالبخار .

تأثير عوامل التجوية : لا تتأثر .

الاحتـراق : غير قابلة للاحتراق .

أقصى درجة حرارة تشغيلية ، (°س) : (500)

ملاحظات عامـة : -

3/4/2 الألياف المعدنية [Mineral fibers (Wools)] :

(أ) الصناعة :

تصنع الألياف المعدنية بغزل مصهور الزجاج أو الصخور أو خبث المعادن حتى يصبح أليافا شبيهة بألياف القطن . وتشكل هذه الألياف إما بإضافة مواد عضوية لاصقة في حال صنع الألواح الجاسئة وشبه الجاسئة ، أو أن تبقى دون معالجة وتخاط على شكل فرشات عازلة .

ويمكن التحكم صناعيا بالكثافة و السماكة للألواح والفرشات المصنوعة من الألياف المعدنية من أجل الحصول على ألواح ذات كثافات مختلفة وذات مقاومة جيدة للكسر بالضغط واستخدامها في الأبنية .

(ب) الأشكال المتوفرة :

(1) ألواح الألياف المعدنية :

تكون ألواح الألياف المعدنية إما جاسئة أو شبه جاسئة ، وقوية التماسك . وتستخدم لعزل الجدران والسقوف في الأبنية والمنشآت .

(2) الفرشات :

وهي نسيج من الألياف المعدنية على هيئة فرشات مسطحة متماسكة الألياف وقابلة للانثناء . وتستخدم

لأغراض العزل الحراري في الأبنية الخشبية والحظائر الحديدية .

(3) اللفائف اللبادية :

وهي نسيج من الألياف المعدنية على هيئة لفائف مسطحة ومقواة قليلا بإضافة مادة لاصقة رابطة . وتستخدم اللفائف اللبادية لأغراض العزل الحراري في الأبنية والمنشآت الحديدية والخشبية . وهي تستخدم فوق السقوف المعلقة (Suspended Ceiling) وخلف ألواح الجبس في العزل الحراري الداخلي .

(4) الألياف السائبة :

وهي ألياف معدنية منسوجة ومشكلة بغير انتظام للاستخدام في الأماكن ذات المقاسات المتفاوتة .

(5) مغلفات المواسير :

وهي نسيج من الألياف المعدنية المقواة بإضافة مادة لاصقة رابطة . وتصنع على شكل اسطوانات مجوفة ومشروحة من جانب واحد على طول القطعة . وتتوفر مغلفات المواسير بأقطار وأطوال مختلفة حسب الحاجة .

(ج) الخواص :

يبين الجدول رقم (7) خواص الألياف المعدنية المصنوعة من مصهور الزجاج [الألياف الزجاجية (Fiber glass)]، بينما يبين الجدول رقم (8) خواص الألياف المعدنية المصنوعة من مصهور الصخور [الصوف الصخري (Rock wool)] .

جدول رقم (7)

خواص الألياف الزجاجية

المـادة	: الألياف المعدنية – الألياف الزجاجية .
الوصـف	: ألواح جاسئة أو فوشات أو لفائف .
المقاومية الحرارية عند (40) مْس (متر . مْس / واط)	: تتراوح ما بين (16) و (32) .
الكثافة ، (كغ / م3)	: تتراوح ما بين (10) و (150) .
نفاذية بخار الماء ، (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)	: (0.19)
امتصاص الماء ، (بالمائة بالحجم)	: عالي
مقاومة الكسر بالضغط ، (ن / ملم 2)	: تتراوح ما بين (0.00) و (0.05) عند انضغاط يعادل (10) بالمائة .
ثبات المقاسـات	: ثابتة
تأثير عوامل التجوية	: قد تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية .
الاحتـراق	: – الألياف المعدنية ذات المواد اللاصقة الراتنجية تكون قابلة للاحتراق . – الألياف تنصهر عند درجات حرارة عالية .
أقصى درجة حرارة تشغيلية ، (مْس)	: (130)
ملاحظات عامـة	: – يمكن تصفيحها من أحد الوجهين أو كليهما بمواد تصفيح مختلفة حسب الحاجة . – لا تتفاعل كيمائيا أو كهربائيا . – مضادة للقوارض والطفيليات .

جدول رقم (8)

خواص الصوف الصخري

المـادة	: الألياف المعدنية – الصوف الصخري .
الوصـف	: ألواح أو فرشات نسيجيـة .
المقاومية الحرارية عند (40) °س ، (متر . °س / واط).	تتراوح ما بين (20) و (28) .
الكثافة ، (كغم / م3)	: * تتراوح ما بين (100) و (200) للألواح الجاسئة . * تتراوح ما بين (30) و (130) للفرشات العازلة .
نفاذية بخار الماء ، (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)	: (0.19)
امتصاص الرطوبة (بالمائة بالوزن)	: 2 +
مقاومة الكسر بالضغط ، (ن / ملم 2)	: تتراوح ما بين (0.00) و (0.2) عند انضغاط يعادل (10) بالمائة .
ثبات المقاسـات	: –
تأثير عوامل التجوية	: قد تتأثر المادة الرابطة بالأشعة فوق البنفسجية .
الاحتـراق	: المواد اللاصقة الراتنجية قابلة للاحتراق
أقصى درجة حرارة تشغيلية ، (°س)	: تعتمد على نوع المادة اللاصقة الرابطة وتتراوح ما بين (370) و (800).
ملاحظـات عامـة	: – يمكن تصفيحها من أحد الوجهين أو كليهما بمواد تصفيح مختلفة حسب الحاجة . – لا تتفاعل كيمائيا أو كهربائيا . – مضادة للقوارض والطفيليات .

+ تعبر خاصية امتصاص الرطوبة عن إمكانية المادة على امتصاص الرطوبة من الجو المحيط بها ، وهذه تختلف عن خاصية امتصاص الماء التي تعبر عن إمكانية المادة على امتصاص الماء عند غمرها فيه .

3/4/3 اللدائن الرغوية :

(أ) البوليستيرين الممدد (Expanded Polystyrene) :

(1) الصناعة :

تجري قولبة البوليستيرين عن طريق تسخين المادة الأساس بالبخار، لتتمدد داخل قوالب خاصة ، مكونة مكعبات جاسئة يمكن قصها للحصول على ألواح جاسئة بسماكات مختلفة .

وتتراوح كثافة المادة من (15) إلى (35) كغ / م3 ، ويمكن التحكم صناعيا بالكثافة.

(2) الأشكال المتوفرة :

يتوفر البوليستيرين على شكل ألواح جاسئة مختلفة السماكات والكثافات .

(3) الخواص :

يبين الجدول رقم (9) خواص البوليستيرين الممدد المستخدم في العزل الحراري في الأبنية .

(ب) البوليستيرين المبثوق (Extruded Polystyrene) :

يختلف البوليستيرين المبثوق عن نظيره الممدد في طريقة الصنع ، حيث تستعمل طريقة البثق للحصول عليه . وتمتاز هذه الطريقة بأنها تؤدي إلى تكون في الألواح المبثوقة فراغات هوائية مغلقة تماما أكثر من مثيلتها الممدة مما يجعل قدرة الألواح المبثوقة على مقاومة الانتقال الحراري أعلى من الألواح الممددة . وتساعد عملية البثق ايضا على تخفيض نفاذية بخار الماء وزيادة مقاومة الكسر بالضغط .

ويبين الجدول رقم (10) خواص البوليستيرين المبثوق المستخدم في العزل الحراري .

جدول رقم (9)

خواص البوليستيرين الممدد

المـادة	: بوليستيرين ممدد .
الوصـف	: ألواح جاسئة بيضاء اللون .
المقاومية الحرارية عند (40) مْس ، (متر . مْس / واط)	: تتراوح ما بين (25) و (33) .
الكثافة ، (كغ / م3)	: تتراوح ما بين (15) و (35) .
نفاذية بخار الماء ، (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)	: تتراوح ما بين (0.002) و (0.006) .
امتصاص الماء ، (بالمائة بالحجم)	: يتراوح ما بين (2) و (5) .
مقاومة الكسر بالضغط ، (ن / ملم 2)	: (0.1) عند انضغاط يعادل (10) بالمائة لكثافة (20) كغ / م3 . (0.2) عند انضغاط يعادل (10) بالمائة لكثافـة (30) كغ / م3 .
ثبات المقاسـات	: ثابت
تأثير عوامل التجوية	: يتأثر بالأشعة فوق البنفسجية ويتآكل عند تعرضه فترة طويلة للدرجات حرارة أعلى من أقصى درجة حرارة تشغيلية .
الاحـتراق	: قابل للاحتراق ويولد دخانا ساما ، ويمكن الحصول على نوعيات ذاتية الإخماد .
أقصى درجة حرارة تشغيلية ، (مْس)	: (75)
ملاحظات عامـة	- يذوب في بعض المذيبات العضوية التي توجد عادة في المواد اللاصقة أو الدهانات . - يمكن أن تهاجمه القوارض والحشرات . - يجب طلاؤه بمادة زفتيه واقية قبل تركيبه .

جدول رقم (10)

خواص البوليستيرين المبثوق

المـادة	: بوليستيرين مبثوق .
الوصـف	: ألواح جاسئة .
المقاومية الحرارية عند (40) °س ، (متر . °س / واط)	: تتراوح ما بين (28) و (36) .
الكثافة ، (كغ / م3)	: تتراوح ما بين (25) و (40) .
نفاذية بخار الماء ، (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)	تتراوح ما بين (0.00058) و (0.00087) .
امتصاص الماء ، (بالمائة بالحجم)	: حد أعلى (0.3) .
مقاومة الكسر بالضغط ، (ن / ملم 2)	: لا تقل عن (0.2) .
ثبات المقاسات	: ثابت
تأثير عوامل التجوية	: يتأثر بالأشعة فوق البنفسجية ويتآكل عند تعرضه فترة طويلة لدرجات حرارة أعلى من أقصى درجة حرارة تشغيلية.
الاحتراق	: قابل للاحتراق ويولد دخانا ساما ، ويمكن الحصول على نوعيات ذاتية الإخماد .
أقصى درجة حرارة تشغيلية ، (°س)	: (75)
ملاحظات عامـة	– ينوب في بعض المذيبات العضوية التي توجد عادة في المواد اللاصقة أو الدهانات . – يمكن أن تهاجمه القوارض أو الحشرات . – يجب طلاؤه بمادة زفتيه واقية قبل تركيبه .

(ج) البوليورثين الرغوي (Foamed polyurethane) :

(1) الصناعة :

ينتج البوليورثين الرغوي عن تفاعل كيميائي للمواد الأساس عند خلطها مع بعضها البعض بنسب معينة . ويمكن الحصول على كثافات مختلفة حسب الطلب .

(2) الأشكال المتوفرة :

* الألواح الجاسئة :

تستخدم ألواح البوليورثين الرغوي الجاسئة في عزل العناصر البنائية

* الرغوة :

يمكن خلط المواد الأساس في موقع العمل لتكوين رغوة البوليورثين. ثم توضع هذه الرغوة في الأماكن المخصصة لها حيث تتصلب وتتحول إلى طبقة جاسئة بعد أن تجف.

(3) الخواص :

يبين الجدول رقم (11) خواص ألواح البوليورثين الرغوي بينما الجدول رقم (12) خواص رغوة البوليورثين المنفذ في موقع العمل بالرش أو الحقن .

3/5 اختيار العازل المناسب

تعتمد عملية اختيار العازل المناسب على عوامل عدة هي :-

* الكلفة النهائية المترتبة على استخدام العازل للحصول على العزل الحراري المطلوب .
* طبيعة أشغال المبنى .
* ملاءمة المادة العازلة لنوعية الإنشاء .
* توفر المادة العازلة وسهولة الحصول عليها .
* توفر المهارات المطلوبة لتنفيذ المادة العازلة .
* العمر التشغيلي لمادة العزل .
* خواص المادة العازلة ومدى تأثيرها على البيئة والصحة .
* قدرتها على مقاومة الاحتراق .

جدول رقم (11)

خواص ألواح البوليورثين الجاسئة

المـادة	: ألواح البوليورثين الجاسئة .
الوصـف	: ألواح جاسئة بنية مصفرة اللون .
المقاومية الحرارية عند (40) ° س ، (متر . ° س / واط)	: تتراوح ما بين (31) و (50) .
الكثافة ، (كغ / م3)	تتراوح ما بين (25) و (64) .
نفاذية بخار الماء ، (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)	: تتراوح ما بين (0.0016) و (0.0073) .
امتصاص الماء ، (بالمائة بالحجم)	: (4) حدا أعلى .
مقاومة الكسر بالضغط ، (ن ، ملم 2)	: تتراوح ما بين (0.1) و(0.3) عند انضغاط يعادل (10) بالمائة .
ثبات المقاسـات	: يتراوح الانكماش ما بين (2) بالمائة إلى (4) بالمائة .
تأثير عوامل التجوية	: تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية ويجب حمايتها من التعرض لأشعة الشمس مباشرة بعد التطبيق .
الاحتـراق	: قابلة للاحتراق وتولد دخانا كثيفا ساما ، ويمكن الحصول على نوعيات ذاتية الإخماد .
أقصى درجة حرارة تشغيلية ، (° س)	: (100)
ملاحظات عامـة	: - تذوب في بعض المذيبات العضوية التي توجد عادة في المواد اللاصقة والدهانات . - تتفاعل كيميائيا .

جدول رقم (12)

خواص رغوة البوليورثين المنفذة بالرش أو الحقن

المـادة	: رغوة البوليورثين المنفذة بالرش أو الحقن .
الوصـف	: مادتا أساس عند حقنهما معا داخل تجويف أو رشهما معا على سطح يتفاعلان ليكونان رغوة تتصلب فيما بعد لتكون طبقة جاسئة .
المقاومية الحرارية عند (40) ° س ، (متر . ° س / واط)	: تتراوح ما بين (27) و (42) .
الكثافة ، (كغ / م3)	: تتراوح ما بين (15) و (40) .
نفاذية بخار الماء ، (غرام . متر / ميغانيوتن . ثانية)	: تتراوح ما بين (0.003) و (0.006) .
امتصاص الماء ، (بالمائة بالحجم)	: (10)
مقاومة الكسر بالضغط ، (ن ، ملم 2)	: تتراوح ما بين (0.05) و (0.20) عند انضغاط يعادل (10) بالمائة.
ثبات المقاسـات	: يصل الانكماش إلى نسبة (5) بالمائة بوصفها حدا أعلى .
تأثير عوامل التجوية	: تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية ويجب حمايتها من التعرض لأشعة الشمس مباشرة بعد التطبيق .
الاحتـراق	: قابلة للاحتراق وتولد دخانا كثيفا ساما ، ويمكن الحصول على نوعيات ذاتية الإخماد .
أقصى درجة حرارة تشغيلية ، (° س)	: (100)
ملاحظات عامـة	: - تذوب في بعض المذيبات العضوية التي توجد عادة في المواد اللاصقة والدهانات . - تتفاعل كيميائيا .

جدول المحتويات الباب الثالث الباب الخامس

الباب الرابع

مبادئ تصميم العزل الحراري

4/1 عام

1/1/4 الهدف :

يهدف التصميم الحراري للمباني إلى تخفيض الانتقال الحراري في أجزاء المبنى ، سواء كان الانتقال من داخل البناء إلى خارجه كما هو الحال في فصل الشتاء ، أو كان الانتقال من خارج البناء إلى داخله كما هو الحال في فصل الصيف .

كما يهدف التصميم الحراري إلى تأمين أجواء صحية مريحة للسكن ، وحماية أجزاء البناء من تأثيرات البيئة الخارجية ، كالرياح وأشعة الشمس والمطر والثلج ، وتوفير الطاقة صيفا وشتاء، وتخفيض كلفة الصيانة الدورية الناتجة عن الإجهاد الحراري للمباني ، بالإضافة إلى تخفيض الكلفة الرأسمالية لأجهزة التدفئة والتبريد وتمديداتها .

4/1/2 مبادئ التصميم :

(أ) **الظروف الجوية :**

(1) تؤدي الظروف الجوية الخارجية والداخلية دورا هاما في عمليات التصميم الحراري . ولهذا فإنه يجب تحديد المتطلبات اللازم توفرها داخل المبنى والظروف الجوية الخارجية السائدة قبل البدء بعمليات التصميم .

(2) بالرجوع إلى الملحق " أ " من هذه الكودة فإنه يمكن التعرف على التقسيمات المناخية للأردن والاختلاف في الظروف الجوية فيما بينها ، بالإضافة إلى تغيرها الموسمي على مدار السنة .

(3) لتحقيق المتطلبات الجوية الداخلية يراعى تحديد ما يلي :-

* داخل المبنى

- درجات الحرارة التصميمية الداخلية .
- محتوى الرطوبة الداخلي .

* خلاج المبنى

- درجات الحرارة التصميمية الخارجية .
- الرطوبة النسبية الدنيا والقصوى .
- سرعة الرياح التصميمية واتجاهها.
- كثافة الأشعة الشمسية وزاوية سقوطها.

(ب) فئات وأنواع الأبنية والمنشآت :

وفق أغراض هذه الكودة ، ولأجل حساب الحمل الحراري للأبنية والمنشآت ، قسمت المباني والمنشآت حسب مساحتها وتزويدها بالأجهزة الحرارية إلى فئتين أولى وثانية [راجع المادة (2/1) من هذه الكودة] . كما تم تقسيمها حسب قصورها الحراري إلى ثلاثة أنواع خفيفة ومتوسطة وثقيلة [راجع المادة (8/2) من هذا الكود] . تم كذلك تقسيمها حسب درجة تعرضها إلى عوامل التجوية إلى ثلاث درجات محمية ومعتدلة التعرض وشديدة التعرض [راجع البند الفرعي اللاحق (4/1/2ح) من هذه الكودة] .

(ج) الاتجاه الجغرافي وشكل المبنى وموقعه :

(1) الاتجاه الجغرافي :

تؤثر الرياح تأثيرا كبيرا على المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية للعناصر البنائية المواجهة لها . وتتناسب شدة تأثر السطوح بالرياح مع شدة الرياح ذاتها ، فكلما زادت سرعة الريح انخفضت قيمة المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية المواجهة لها . هذا بالإضافة إلى زيادة إمكانية نفاذ الهواء ، بفعل الرياح الشديدة إلى داخل المبنى من خلال الأبواب والنوافذ المواجهة للرياح.

ومن جهة أخرى ، تعتبر أشعة الشمس المباشرة مصدرا حراريا إضافيا يمكن الاستفادة منه في فصل الشتاء .

بذلك نجد أن الاتجاه الجغرافي للمبنى يؤدي دورا مهما في عمليات فقد الحرارة وكسبها . وعليه يجب مراعاة ما يلي :

- التقليل قدر الإمكان من مساحات الأبواب والنوافذ والواجهات المعرضة للرياح السائدة مع ضرورة تزويدها بواقيات كالأباجورات والستائر .
- زيادة مساحات الواجهات الزجاجية المواجهة للشمس (الجنوبية الشرقية والجنوبية والجنوبية الغربية) للاستفادة من حرارة أشعتها شتاء .

- اتخاذ التدابير اللازمة لمنع دخول أشعة الشمس إلى داخل المباني صيفا ، في مقدمتها وضع المظلات الواقية بصورة تضمن عدم دخول أشعة الشمس إلى داخل المبنى في فصل الصيف ، وتضمن دخولها إليه في فصل الشتاء .

وتقسم المباني من حيث درجة تعرضها لعوامل التجوية إلى ثلاثة أقسام وكما يلي :-

محميـة : وتشمل الطابقين الأولين فوق مستوى سطح الأرض في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن .

معتدلة التعرض : وتشمل الطوابق الثالث والرابع والخامس في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن ، وتشمل كذلك الطوابق الأول والثاني والثالث في بناية تقع في المناطق المحيطة بالمدن .

شديدة التعرض : وتشمل الطوابق السادس وما يعلوه في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن ، وتشمل الطوابق الرابع وما يعلوه في بناية تقع في المناطق المحيطة بالمدن . وتشمل كذلك المباني الموجودة على الشواطئ وعلى جوانب المرتفعات .

(2) شكل المبنى وموقعه :

إضافة إلى الظروف الجوية السائدة ، فإن هنالك عدة عوامل أخرى يجب أخذها بعين الاعتبار عند إجراء عمليات التصميم ، وهي :

- اختلاف موقع المبنى أو المنشأ : إن وقوع المبنى أو المنشأ على قمة مرتفعة يعرضه للرياح والأمطار وأشعة الشمس أكثر بكثير مما لو كان واقعا في واد منخفض في المنطقة ذاتها أو حتى على سفح المرتفع . كما أن وقوع المبنى أو المنشأ على السفح المواجه للرياح السائدة (windward side) يعرضه إلى تأثيرها أكثر من وقوعه على السفح المعاكس (Leeward side).

- موضع المبنى أو المنشأ من المباني المجاورة : إن وقوع المبنى أو المنشأ ضمن مجمع سكني كثيف يخفف كثيرا من تأثير شدة الرياح والأمطار وأشعة الشمس عليه .
- لرتفاع المبنى أو المنشأ : إن زيادة لرتفاع المبنى أو المنشأ عن باقي المباني المجاورة والمحيطة به يجعله عرضه لمواجهة الرياح والأمطار المباشرة أكثر مما لو كان متساويا في الارتفاع معها.

وبشكل عام ، فكلما كان المبنى أو المنشأ أكثر تعرضا لعوامل التجوية الخارجية ، تطلب تعرضه اهتماما أكبر في عمليات التصميم من حيث الشكل المعماري ونسبة الفتحات والواجهات الزجاجية واتجاهاتها ونوعية المواد المستخدمة في الجدران والسقوف والأرضيات وسماكاتها وترتيب طبقاتها .

هذا ، ويراعى عند حساب الانتقالية الحرارية أن تعتبر درجة تعرض الجدران المواجهة للرياح السائدة أعلى من نظيراتها لباقي جدران المبنى وذلك عند تعيين المقاومة الحرارية لسطوحها الخارجية حسب البند (4/ 3/1) من هذا الباب.

(د) الانتقالية الحرارية لعناصر البناء (U-Value):

تعتمد الانتقالية الحرارية للعناصر البنائية على عدة عوامل ، منها خواص المادة أو المواد التي تتكون منها العناصر ، وسماكاتها وتعرض سطوحها لعوامل التجوية .

ومن المعروف أن زيادة قيمة الانتقالية الحرارية (نقصان قيمة المقاومة الحرارية) تعني زيادة في قابلية العنصر لنقل

الحرارة ، ومن ثم زيادة في كمية الحرارة الداخلية المفقودة شتاء والمكتسبة صيفا ، والتي ينتج عنها زيادة في استهلاك الطاقة اللازمة للتدفئة شتاء والتبريد صيفا .

وعليه ، فإنه يفضل دوما أن تكون العناصر الخارجية للمباني منخفضة الانتقالية الحرارية (مرتفعة المقاومة الحرارية) ضمن الحدود التي تسمح بها هذه الكودة .

وتبين المادة الثانية من هذا الباب (المادة 4/ 2) كيفية حساب الانتقالية الحرارية للعناصر البنائية المختلفة .

1/3/4 توزيع الطبقات وعلاقته بالخزن الحراري :

(أ) اختزان الحرارة :

إن قدرة المادة أو العنصر على اختزان الحرارة تتناسب طرديا مع كثافتها ، وسعتها الحرارية النوعية ، وسماكتها ، فكلما زادت كثافة المادة التي يتكون منها العنصر وزادت سعتها الحرارية النوعية وسماكتها ، زادت قدرتها على اختزان الحرارة ، ومن ثم زادت كمية الحرارة اللازم اكتسابها لرفع درجة حرارتها درجة مئوية واحدة . والعكس صحيح .

(ب) توزيع الطبقات :

(1) في الحالات التي يتم فيها وضع طبقة ثقيلة جيدة الاختزان الحراري إلى الداخل مع وضع طبقة خفيفة عازلة للحرارة إلى الخارج ، فإن الطبقة الداخلية تقوم بامتصاص الحرارة الداخلية أثناء عمليات تدفئة المبنى واختزانها والاحتفاظ بها لحين الحاجة ، بينما تقوم الطبقة الخارجية (العازلة للحرارة) بإعاقة انتقال الحرارة المخزنة إلى الخارج والحيلولة دون فقدها السريع .

وقد يحتاج ذلك إلى كميات زائدة من الحرارة لاختزانها إلا أن هذه الحرارة المخزونة تنبعث ثانية في فترات توقف أجهزة التدفئة عن العمل .

أما في فصل الصيف ، فإن الطبقة الخارجية (العازلة للحرارة) تعمل على إعاقة انتقال الحرارة الخارجية

المرتفعة إلى الداخل ، بينما تعمل الطبقة الداخلية منظما للحرارة الداخلية في المبنى عن طريق امتصاص الحرارة المتسربة إلى الداخل من خلال الأبواب والنوافذ ، وخمدها .

(2) في الحالات التي يتم فيها وضع الطبقة الخفيفة العازلة للحرارة إلى الداخل ، فإنها ، ونتيجة لصغر الموصلية الحرارية للعازل ، تعمل على إسراع عملية تدفئة المباني أو تبريدها . وهذا يقلل من استهلاك الطاقة اللازمة لعمليات التدفئة أو التبريد بشرط عدم وجود أساليب أخرى لفقد الحرارة أو اكتسابها مثل الأبواب والنوافذ المنفذة للهواء .

(3) يتضح مما سبق أن على المصمم وضع الطبقة العازلة للحرارة بما يتلاءم وطبيعة المبنى ومتطلباته الحرارية ، حيث أن الإشعاع الشمسي الخارجي أثناء النهار وتغير درجات الحرارة بين الليل والنهار لهما تأثير كبير على مقدار الخزن الحراري وطريقته والإجهادات الحرارية التي تتعرض إليها عناصر المبنى في فصلي الصيف والشتاء .

4/2 حساب الانتقالية الحرارية (U-Value) للعناصر

4/2/1 عام :

في البند (1/4/9) من هذه الكودة عرفت الانتقالية الحرارية ، والتي يرمز إليها بالرمز (U) على أنها التيار الحراري (بالواط) المار عموديا عبر وحدة مساحة من سطح وسط مادي مكون من طبقة واحدة أو عدة طبقات بفعل فرق في درجة الحرارة مقدارها درجة مئوية واحدة بين الهواء الداخلي والهواء الخارجي ، وذكرنا أن وحدة قياسها هي (واط / متر مربع °س) .

وتعتبر معرفة هذه الكمية ضرورية للحكم على نوعية العزل الحراري لأي عنصر بنائي ولحساب الطاقة الحرارية التي يمكن أن تفقد من خلال هذه العناصر ومن ثم حساب مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لتدفئة المبنى أو المنشأ أو تبريده .

4/2/2 حساب الانتقالية الحرارية للعناصر المتعددة الطبقات

تحسب الانتقالية الحرارية للعناصر المتعددة الطبقات بحساب معكوس المجموع العددي للمقاومات الحرارية لطبقات العنصر ، بما في ذلك المقاومة الحرارية للسطح الداخلي والمقاومة الحرارية للسطح الخارجي .

وكمثال على ذلك ، تحسب الانتقالية الحرارية للعنصر المبين في الشكل رقم (1) من المعادلة التالية :

$$U = 1/(R_{si} + R_1 + R_2 + R_C + R_3 + R_4 + R_{so})$$

حيث :

R_{si} = المقاومة الحرارية للسطح الداخلي ،

R_1 = المقاومة الحرارية لطبقة القصارة الداخلية ،

R_2 = المقاومة الحرارية لطبقة الجدار الداخلية ،

R_C = المقاومة الحرارية للتجويف ،

R_3 = المقاومة الحرارية لطبقة الجدار الخارجية ،

R_4 = المقاومة الحرارية لطبقة القصارة الخارجية ،

R_{so} = المقاومة الحرارية للسطح الخارجي .

شكل رقم (١)
مقطع في جدار

2/3/4 حساب الانتقالية الحرارية للعناصر اللامتجانسة التركيب :

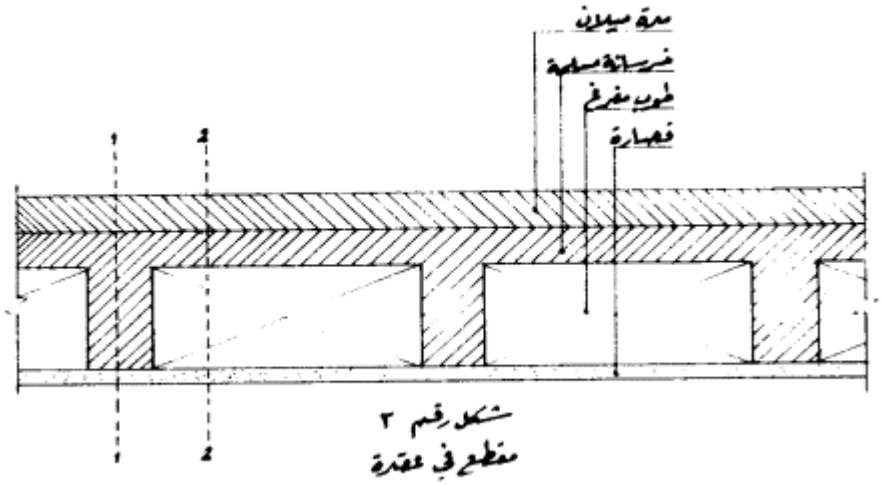
يتم حساب الانتقالية الحرارية للعناصر المكونة من أجزاء لامتجانسة في تركيبها ومن ثم مختلفة الانتقاليات الحرارية (مثل عقدات الطوب المفرغ) وفق العلاقة التالية :-

$$U = U_1 \frac{A_1}{\sum A} + U_2 \frac{A_2}{\sum A} + \ldots + U_i \frac{A_i}{\sum A} + \ldots + U_n \frac{A_n}{\sum A}$$

حيث (Ai) هي مساحة الجزء (i) من العنصر المعني .

وكمثال على ذلك ، تحسب الانتقالية الحرارية للعقدة المبينة في الشكل رقم (2) من المعادلة التالية :-

$$U = U_1 \frac{A_1}{\sum A} + U_2 \frac{A_2}{\sum A}$$



شكل رقم ٢
مقطع في عقدة

حيث :

U_1 = الانتقالية الحرارية لجزء العقدة الذي مقطعه $(1-1)$ ،

A_1 = مساحة الجزء الذي مقطعه $(1-1)$ ،

U_2 = الانتقالية الحرارية لجزء العقدة الذي مقطعه $(2-2)$ ،

A_2 = مساحة الجزء الذي مقطعه $(2-2)$ ،

$\sum A$ = مجموع مساحة جزئي العقدة $(A_1 + A_2)$.

(Thermal Resistances)

4/3 تحديد المقاومات الحرارية

4/3/1 المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية للعناصر (R_{so}) :

تتأثر عملية انتقال الحرارة بين السطح الخارجي للعنصر والهواء الملامس له بدرجة تعرضه للرياح ونوع المادة وشكلها . ويبين الجدول رقم (13) المقاومات الحرارية للسطوح الخارجية تبعا لنوعيتها ودرجة تعرضها للرياح .

وقد تم تقسيم السطوح حسب تعرضها للرياح إلى سطوح محمية وسطوح معتدلة التعرض وسطوح شديدة التعرض ، كما يلي :

محميـة : وتشمل الطابقين الأولين فوق مستوى سطح الأرض في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن .

معتدلة التعرض : وتشمل الطوابق الثالث والرابع والخامس في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن ، وتشمل كذلك الطوابق الأول والثاني والثالث في بناية تقع في المناطق المحيطة بالمدن .

شديدة التعرض : وتشمل الطوابق السادس وما يعلوه في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن ، وتشمل الطوابق الرابع وما يعلوه في بناية تقع في المناطق المحيطة بالمدن . وتشمل كذلك المباني الموجودة على الشواطئ وعلى جوانب المرتفعات .

كما تم تقسيم المواد إلى نوعين وكما يلي :-

نوع أ : وهي المواد البنائية بشكل عام مثل الطوب بأنواعه والأحجار والرخام والخرسانة والقصارة والخشب والزجاج وما شابهها [عالية الانبعاثية ($E = 0.9$)] .

نوع ب : وهي المواد المعدنية أو ذات السطوح اللامعة (البراقة) ، مثل ألواح الصاج والألومنيوم والفولاذ وما شابهها [منخفضة الانبعاثية ($E = 0.2$)] .

جدول رقم (13)

المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية للعناصر

درجة التعرض		سطوح محمية	سطوح معتدلة التعرض	سطوح شديدة التعرض
سرعة الرياح (متر / ثانية)		أقل من 0.5	5.0 – 0.5	أكبر من 5.0
العنصر	نوع المادة " أنظر صفحة (34) ".	المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية		
الجدران	أ	0.08	0.06	0.03
	ب	0.10	0.07	0.03
السقوف	أ	0.07	0.04	0.02
	ب	0.09	0.05	0.02
الأرضيات والأجزاء السفلية المعرضة للهواء	أ	0.09	–	–

4/3/2 المقاومة الحرارية للسطوح الداخلية للعناصر (R_{si}) :

إن التبادل الحراري بين السطح الداخلي لأي عنصر وهواء الغرفة له تأثير ملموس في حساب قيمة الانتقالية الحرارية لذلك العنصر . ويبين الجدول رقم (14) المقاومات الحرارية للسطوح الداخلية لعناصر البناء وذلك بدلالة اتجاه تدفق الحرارة ونوع مادة السطح .

جدول رقم (14)

المقاومة الحرارية للسطوح الداخلية للعناصر

العنصر	اتجاه تدفق الحرارة	نوع المادة . "أنظر صفحة (43)".	المقاومة الحرارية للسطوح الداخلية
الجدران	أفقيا	أ	0.12
		ب	0.31
السقوف والأرضيات	للأعلى	أ	0.10
		ب	0.21
	للأسفل	أ	0.15

ملاحظة : في حال وجود مراوح دفع للهواء داخل المباني تؤثر على السطح الداخلي ، كما في مستودعات التبريد الشديد ، تعتبر قيمة المقاومية الحرارية للسطوح الداخلية مساوية للمقاومة الحرارية للسطوح الخارجية وكما وردت في الجدول رقم (13) .

4/3/3 المقاومة الحرارية للمواد (R) :

تعتبر الموصلية الحرارية (k) (Thermal Conductivity) المقياس الدال على قدرة المادة على العزل . إلا أنه ، ولأغراض الحسابات التصميمية ، تستعمل المقاومية الحرارية (Thermal Resistivity) والتي هي عدديا مقلوب الموصلية .

ويتم حساب المقاومة الحرارية (R) للمواد المتجانسة وشبه المتجانسة بضرب المقاومية الحرارية للمادة في سماكتها أي :-

$$R = \frac{1}{k} \cdot d$$

وتحسب المقاومة الحرارية لمجموعة من المواد المتلاصقة معا بشكل متواز عن طريق حساب المقاومة الحرارية (R) لكل مادة محددة السماكة على حدة ، ثم جمع قيم تلك المقاومات جمعا عدديا .

ويمكن الاسترشاد بالجدول رقم (15) الذي يبين قيم الموصلية الحرارية (K) لبعض المواد بوصفها اقترانا (دالة) لكثافتها عند حالة الجفاف الطبيعي .

جدول رقم (15)

الموصلية الحرارية للمواد

الرقم	المـادة	الكثافة (ρ)	الموصلية الحرارية (K)
1	الصخور (أحجار البناء)		
	أ – الصخور الكلسية والرملية :		
	* الرخام (Marble)	2600 ≤	2.90
	* الحجر القاسي (Hard stone)	2500	2.20
	* الحجر الراسخ (Firm stone)	2250	1.70
	* الحجر المتوسط (Semi – firm stone)	2000	1.40
	الرسوخ		
	* الحجر الرخو (Soft stone)	1750	1.05
		1600	0.53
	ب – الصخور البركانية (المسامية) :		
	ج – الصخور المتحولة :		
	* الجرانيت	2800	3.50
	* البازلت	2800	3.50
	* الأجنايس	2800	3.50
2	الرمل والإكام الناعم	1800	0.70
3	الطوب		

أ – الطوب الخرساني :		
* المصمت	1900	1.20
* المفوغ	1600	1.00
	1400	0.90
	1200	0.77
	1000	0.65
* المفوغ للعقدات	1400	0.95
ب – الطيني المشوي		
* المصمت	2000	1.00
* المفوغ	2000	1.00
	1800	0.80
	1600	0.70
	1400	0.60
	1200	0.52
	1000	0.47

تابع جدول رقم (15)

الرقم	المـادة	الكثافة (ρ)	الموصلية الحرارية (K)
	ج – الرملي الجيري	1800	0.95
	د – الزجاجي	-	0.68
4	الخرسانة العادية والمسلحة		
	أ – خرسانة الركام العادي الوزن	2300	1.75
	ب –خرسانة الركام الطبيعي الخفيف الوزن	2000	1.20
		1800	1.00
		1600	0.87
		1400	0.72
		1200	0.60
		1000	0.47
	ج – الخرسانة الرغوية (Foam concrete)	1600	0.68
		1400	0.61
		1200	0.52
		1000	0.42

	900	0.36
	800	0.30
	700	0.22
	600	0.19
	500	0.16
	400	0.14
5 الأرضيات		
أ – البلاط :		
* الموزاييك (التيرازو)	2450	1.60
* الإسمنتي	2100	1.10
* السيراميك	2000	1.20
ب – مبلمر كلوريد الفينيل (PVC)	1500	0.23

تابع جدول رقم (15)

الرقم المـادة	الكثافة (ρ)	الموصلية الحرارية (K)
ج – اللينوليوم :		
* العادي	1000	0.17
* الفليني	700	0.08
د – المطاط	-	0.40
هـ – رصفه الدبش	2000	1.50
6 القصارة		
أ – الإسمنتية	2000	1.20
ب – الإسمنتية الجيرية	1800	0.85
ج – الجبسية	1400	0.70
د – الجبسية الخالية من الركام الناعم	1200	0.40
7 الملاط (المونة الإسمنتية)	2000	1.40
8 الخشب		

أ – الخشب الطبيعي		
* البلوط (Oak)	800	0.21
* الصنوبر (Pine)	600	0.14
* الزان (Beech)	800	0.17
* الماهوجوني (Mahogany)	700	0.16
* الساج (Teak)	700	0.17
ب – الألواح الخشبية		
* الليفية القاسية (Hard fiberboard)	1000	0.17
* الليفية الطرية. ..(soft fiberboard)	300	0.06
* الرقائقية (Plywood board)	700	0.14
* الحبيبية (Chipboard)	800	0.15

تابع جدول رقم (15)

الرقم	المـادة	الكثافة (ρ)	الموصلية الحرارية (K)
9	ألواح الاسبست الإسمنتي	2000	0.58
		1600	0.40
10	الطبقات المانعة للرطوبة		
	أ – الرفت والبتيومين	1200	0.18
		1100	0.17
	ب – الخلطة الرفتية (الإسفلتية)	2300	1.10
		2000	0.70
	ج – اللباد الرفتي	1100	0.18
11	ألواح الزجاج		
	أ – الشفاف العادي	2500	1.05
	ب- المقاوم للحرارة	2250	1.10
12	المعادن		

أ – الألومنيوم	2800	200
ب – النحاس :		
* الأحمر	8900	250
• الأصفر	8400	130
ج – الحديد السكب (الزهر)	7000	40
د – الفولاذ	7800	60

13 المواد العازلة

أ – اللدائن الرغوية :		
* ألواح البوليستيرين الممدد	30	0.030
	25	0.034
	15	0.037

تابع جدول رقم (15)

الرقم المادة	الكثافة (ρ)	الموصلية الحرارية (K)
* ألواح البوليستيرين المبثوق	≤ 25	0.030
* ألواح البوليورثين		
– حديث الصنع	30	0.020
– بعد مرور سنة ونصف	30	0.027
* البوليورثين المنفذ بالرش	≤ 37	0.030
ب – الألياف المعدنية :		
– ألواح جاسئة	140	0.040
– فوشات	130	0.036
– لفائف لبادية	80	0.038
	50	0.039

– ألياف سائبة	180	0.042
* الصوف الزجاجي		
– ألواح جاسئة	150 – 100	0.060-0.045
– فرشات سائبة	130	0.045
	80	0.035
– فرشات خفيفة الوزن	65	0.032
	50	0.033
	25	0.040
– ألياف سائبة	145	0.042

الرقم المـادة	الكثافة (ρ)	الموصلية الحرارية (K)
ج – ألواح الفلين	500 – 160	0.055-0.045
	160	0.045
	145	0.042
	130	0.040
	110	0.039
د – مواد سائبة :		
* البرلايت المنفوش	100	0.060
* الفيرميكيولايت	100	0.070
* حبيبات الفلين الممدد المطوخ	200	0.050
* حبيبات الطين الممدد	400	0.160
* حبيبات البوليستيرين	15	0.045

4/3/4 المقاومة الحرارية للتجويفات الهوائية (R_c):

تتناسب المقاومة الحرارية للتجويفات الهوائية مع نوع مادة السطوح المحيطة بالتجويف ، وعرض التجويف ، واتجاه تدفق الحرارة من خلاله .

وبشكل عام فإن المقاومة الحرارية للتجويف الهوائي الرأسي تتزايد بزيادة عرض التجويف حتى تصل إلى قيمتها القصوى

عند عرض يعادل (20) ملمترا تقريبا . أما التجويف الهوائي الأفقي فإن مقاومته للتدفق الحراري الهابط أعلى من مقاومته للتدفق الحراري الصاعد .

إن تهوية التجويف تقلل من مقاومته الحرارية . لذلك ينصح دوما بعدم استعمال تجويفات هوائية مهواة . مع مراعاة اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع التجويف الهوائي للترطيب .

يبين الجدول رقم (16) المقاومة الحرارية للتجويفات غير المهواة .

جدول رقم (16)

المقاومة الحرارية للتجويفات غير المهواة

التجويف الهوائي		المقاومة الحرارية للتجويفات الهوائية	
عرض الفراغ (ملم)	نوع المادة . أنظر صفحة (43) "	تدفق حراري أفقي أو صاعد	تدفق حراري هابط
5	أ	0.11	0.11
	ب	0.18	0.18
20 أو أكبر	أ	0.18	0.20
	ب	0.35	1.06

جدول المحتويات الباب الرابع الباب السادس

الباب الخامس

الرطوبة الداخلية في المباني

5/1 عام

أن تكون الرطوبة داخل عنصر البناء يؤثر سلبا على الخواص الفيزيائية لذلك العنصر، وبشكل خاص مقاومته الحرارية . لذا فمن الضروري تحديد إمكانيات تكثف بخار الماء على سطوح العناصر البنائية وفي جوفها .

يتكثف بخار الماء مشكلا ما يسمى الندى ، عند توافق ضغط بخار الماء للهواء المحيط بالسطوح مع ضغط بخار الماء المشبع عند درجة حرارة معينة [وتدعى درجة الحرارة هذه نقطة الندى (Dew Point)]

5/2 انتقال الرطوبة بوساطة الهواء

5/2/1 تعمل الرطوبة الناتجة عن أي مصدر داخل المبنى ، سواء كان ذلك المصدر جهازا أو إنسانا ، على زيادة ضغط بخار ماء الهواء الداخلي . وعلى سبيل المثال لا الحصر فإن كل شاغل لمبنى يساهم بزيادة رطوبة الهواء الداخلي بمعدل (45) غراما من الماء في الساعة الواحدة . وبقسمة هذا الرقم على معدل تغير هواء الغرفة في الساعة الواحدة ، نحصل على مقدار الرطوبة الزائدة التي تضاف إلى مجموع رطوبة الغرفة .

5/2/2 في الأحوال الاعتيادية للاشغالات ، وباعتبار معدل تغير هواء الغرفة يتراوح ما بين (17) و (28) مترا مكعبا في الساعة الواحدة للشخص الواحد تزداد الرطوبة الداخلية بما يعادل (1.7) غرام لكل كيلو غرام واحد من الهواء الجاف . وتعتبر هذه الزيادة مناسبة لمعظم الاشغالات الاعتيادية من اشغالات تجارية وتعليمية ودور رعاية صحية وتجمعات عامة واشغالات صناعية جافة ، بشرط توفر متطلبات

التهوية ، وكما وردت في "كودة التهوية الطبيعية والأصول الصحية" من كودات البناء الوطني الأردني.

إلا أنه ، لصعوبة ضبط معدلات تغير هواء الغرفة ، ينصح باستخدام القيمة (3.4) غرام / كيلو غرام للأغراض

التصميمية . وهي ما تعادل ضغط بخار ماء مقداره (540) نيوتن / متر مربع .

5/2/3 في بعض الأشغال الخاصة ، مثل المطابخ الكبيرة التي قد يتراوح معدل الرطوبة النسبية فيها ما بين (70) و (80) بالمائة عند درجة حرارة داخلية تساوي (18) درجة مئوية ، يكون مناسبا استخدام القيمة (6.8) غرام / كيلو غرام للأغراض التصميمية ، وهي تعادل ضغط بخار ماء مقداره (1080) نيوتن / متر مربع ، إلا إذا كانت هناك أجهزة تحكم في عمليات التهوية تمكن من معرفة جميع ظروف الهواء الداخلي ونسبة رطوبته مع إمكانية تعديلها حسب المطلوب . إذ ذاك يمكن للمصمم استعمال قيم تصميمية أخرى مناسبة للغرض .

5/2/4 يبين الشكل رقم (3) العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة المطلقة وضغط بخار الماء والرطوبة النسبية . وللأغراض التصميمية حسب هذه الكودة تمثل النقط أ ، ب ، ج ، د، ما يلي :

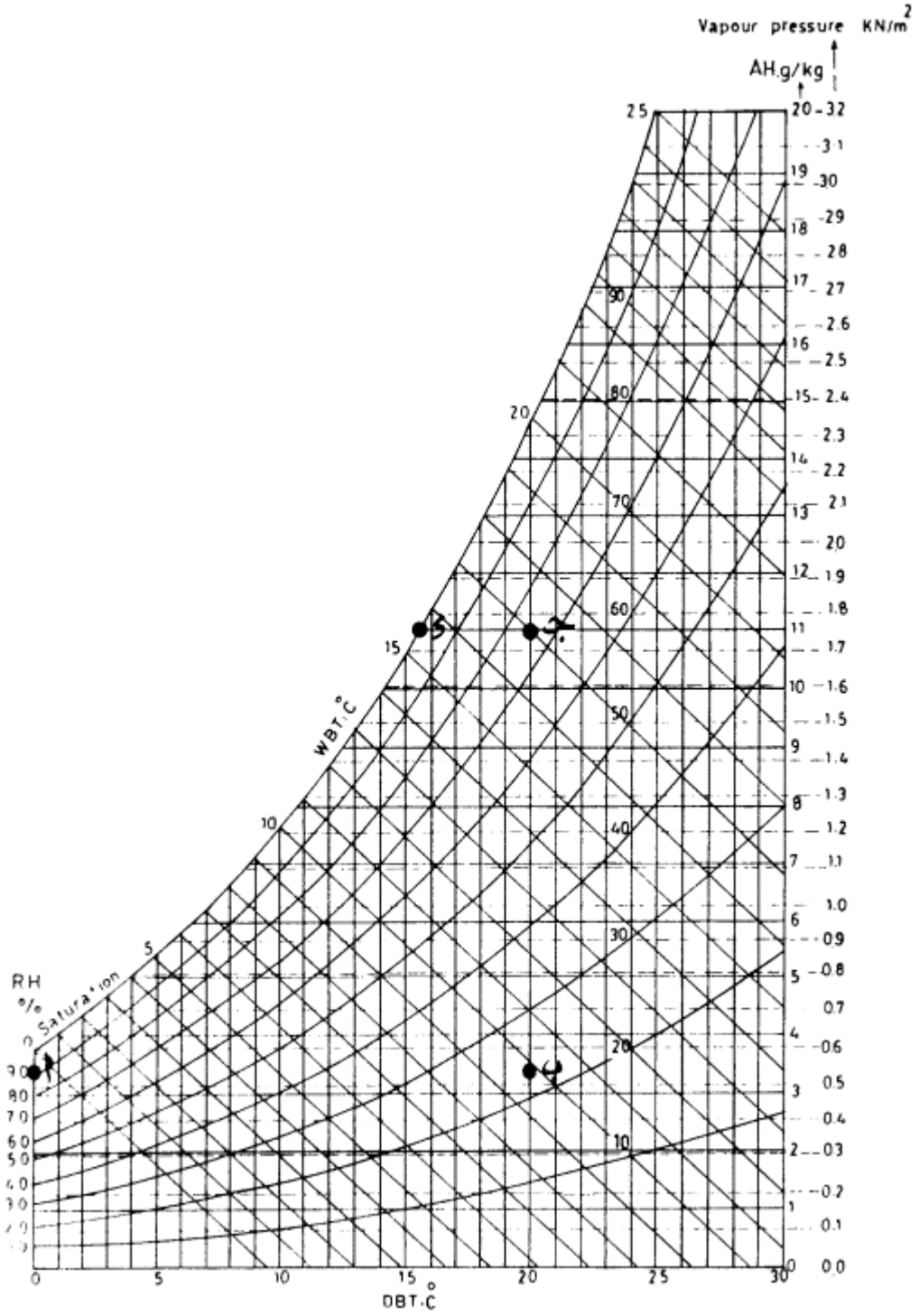
النقطة (أ) تمثل : الهواء الخارجي عند درجة حرارة الصفر المئوي ، ورطوبة نسبية قدرها (90) بالمائة، وضغط بخار ماء يعادل(550) نيوتن / متر مربع ، ورطوبة مطلقة تعادل (3.5) غرام / كيلو غرام من الهواء الجاف .

النقطة(ب)تمثل : انخفاض الرطوبة النسبية عند رفع درجة حرارة هذا الهواء إلى (20) درجة مئوية داخل المبنى .

النقطة(ج)تمثل : تأثير زيادة الرطوبة المطلقة للهواء الداخلي بمقدار (7.5) غرام / كيلو غرام من الهواء الجاف على الرطوبة النسبية وضغط بخار الماء .

النقطة(د)تمثل : نقطة الندى (Dew point) التي سوف يتم عندها تكثف بخار الماء .

كما يبين الجدول رقم (17) العلاقة بين درجات الحرارة وضغط بخار الماء المشبع .



شكل رقم (3)

الرسم البياني لمقياس الرطوبة

جدول رقم (17)

العلاقة بين درجات الحرارة وضغط بخار الماء المشبع

ضغط بخار الماء المشبع (ن / م2)

درجة الحرارة (°س)	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
30	4244	4269	4294	4319	4344	4369	4394	4419	4445	4469
29	4006	4030	4053	4077	4101	4124	4148	4172	4196	4219
28	3781	3803	3826	3848	3871	3894	3916	3939	3961	3984
27	3566	3588	3609	3631	3652	3674	3695	3717	3793	3759
26	3362	3382	3403	3423	3443	3463	3484	3504	3525	3544
25	3169	3188	3208	3227	3246	3266	3284	3304	3324	3343
24	2985	3003	3021	3040	3059	3077	3095	3114	3132	3151
23	2810	2827	2845	2863	2880	2897	2915	2932	2950	2968
22	2645	2661	2678	2695	2711	2727	2744	2761	2777	2794
21	2487	2504	2518	2535	2551	2566	2582	2598	2613	2629
20	2340	2354	2369	2384	2399	2413	2428	2443	2457	2473
19	2197	2212	2227	2241	2254	2268	2283	2297	2310	2324
18	2065	2079	2091	2105	2119	2132	2145	2158	2172	2185
17	1937	1950	1963	1976	1988	2001	2014	2027	2039	2052
16	1818	1830	1841	1854	1866	1878	1889	1901	1914	1926
15	1706	1717	1729	1739	1750	1762	1773	1784	1795	1806
14	1599	1610	1621	1631	1642	1653	1663	1674	1684	1695
13	1498	1508	1518	1528	1538	1548	1559	1569	1578	1588
12	1403	1413	1422	1431	1441	1451	1460	1470	1479	1488
11	1312	1321	1330	1340	1349	1358	1367	1375	1385	1394
10	1228	1237	1245	1254	1262	1270	1279	1287	1296	1304
9	1148	1156	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1218
8	1073	1081	1088	1096	1103	1110	1117	1125	1133	1140
7	1002	1008	1016	1023	1030	1038	1045	1052	1059	1066
6	935	942	949	955	961	968	975	982	988	995
5	872	878	884	890	896	902	907	913	919	925
4	813	819	825	831	837	843	849	854	861	866
3	759	765	770	776	781	787	793	798	803	808
2	705	710	716	721	727	732	737	743	748	753
1	657	662	667	672	677	682	687	691	696	700
0	611	616	621	626	630	635	640	645	648	653

5/3 انتقال الرطوبة من خلال الجدران والسقوف

5/3/1 من المعروف أن هناك فرقا دائما بين درجات الحرارة وضغوط بخار الماء الداخلية والأخرى الخارجية لأي مبنى . وتتناسب معدلات تناقص درجات الحرارة على مدى سماكة أي عنصر بنائي مع المقاومات الحرارية لطبقات العنصر ، بينما تتناسب معدلات تناقص ضغط بخار الماء مع نفاذية هذه الطبقات لبخار الماء .

5/3/2 لتحديد إمكانية تكثف بخار الماء داخل العنصر البنائي ، والذي يؤثر على كفاءة المادة العازلة داخل العنصر عند حدوثه ، فلا بد من تحديد معدلات تناقص درجات الحرارة وضغط بخار الماء من خلال العنصر .

في حالة انخفاض درجات حرارة طبقات العنصر إلى ما دون درجات حرارة تكون الندى ، يحدث تكثف لبخار الماء عند مروره من خلال طبقات ذلك العنصر . وهذا أمر غير مرغوب فيه ، ويجب تحاشيه .

5/4 المقاومية البخارية $\left(\frac{1}{\delta}\right)$ (Vapour Resistivity)

لأغراض هذه الكودة تؤخذ قيم المقاومية البخارية لبعض المواد حسب ما هو مبين في الجدول رقم (18) التالي :

جدول رقم (18)

المقاومية البخارية للمواد

الرقم	المـادة	المقاومية البخاريـة (ميغانيوتن . ثانية / غرام. متر)
1	الصخور الكلسية والرملية (أحجار البناء)	80 – 135
2	الطوب :	
	* الخرساني المصمت	54 – 80
	* الخرساني المفرغ	27 – 54
	* الطيني المشوي المصمت والمفرغ	27 – 54
	* الرملي الجيري	80 – 135
	* الزجاجي	800

3	الخرسانة :	
	* خرسانة الإكام العادي والخفيف الوزن	380 – 800
	* الخرسانة الرغوية	27 – 54
4	الأرضيات والجدران :	
	* بلاط السيراميك	540 – 1620
	* اللينوليوم	2700
	* المطـاط	4300
5	القصلرة	
	* الإسمنتية	80 – 190
	* الجبسية	54
6	الخشب :	
	* الأخشاب الطبيعية	200
	* الألواح الليفية القاسية	380
	* الألواح الليفية الطرية	27
	* ألواح الخشب الرقائقي (المعاكس)	270 – 540

تابع جدول رقم (18)

الرقم	المـادة	المقاومية البخلرية (ميغانيوتن . ثانية / غرام. متر)
7	* ألواح الاسبست الإسمنتي	100 – 270
8	* الطبقات المانعة للترطيب :	
	* الزفت والبتيومين بسماكة (20) ملمتر	10000
	* اللباد الزفتي	7000 – 16000
9	المواد العازلة :	

أ – اللدائن الرغوية :	
* ألواح البوليستيرين كثافة (30) كغ / م3	200 – 540
* ألواح البوليستيرين كثافة (25) كغ / م3	160 – 380
* ألواح البوليستيرين كثافة (15) كغ / م3	100 – 270
* البوليورثين	160 – 540
ب – الألياف المعدنية والنباتية	5.4
ج – ألواح الفلين	27 – 160

* عند عدم معرفة القيمة الحقيقية للمقاومية البخارية للمادة ، تؤخذ القيم الدنيا المحددة في الجدول . وللحصول على المقاومة البخارية (R_V) يتم ضرب المقاومية البخارية في سماكة المادة (بالمتر) .

$$R_V = \frac{1}{\delta} \cdot d$$

5/5 نفاذية المواد المغلفة للجهة الباردة للعزل

يكون عادة ضغط بخار الماء في الجهة الساخنة من أي عنصر إنشائي أعلى منه في الجهة الباردة . وعليه يكون اتجاه تدفق بخار الماء من منطقة الضغط العالي إلى منطقة الضغط المنخفض ، أي من الجهة الساخنة إلى الجهة الباردة .

ولما كان تكثف بخار الماء يؤثر على كفاءة المادة العازلة ، فإنه من المستحسن اتخاذ الإجراءات الكفيلة بعدم تكثفه وتسهيل عملية خروجه ما أمكن في حالة دخوله إلى جسم العنصر .

وينصح بأن تكون المادة التي تغلف المادة العازلة من الجهة الباردة (أي الجهة الخارجية في فصل الشتاء) ذات نفاذية عالية ، لتسمح لبخار الماء بالمرور من خلالها بسرعة ، والخروج إلى السطح ، قبل أن يتكثف داخل جسم المادة العازلة ، فيتلف خصائصها الحرارية .

ووفق أغراض هذه الكودة ، يجب أن لا تزيد كمية البخار المتكثف والمتبقي داخل جسم العنصر البنائي عن (1.0) كيلو غرام / المتر المربع ، بشرط ألا يحدث التكثف داخل تجويف هوائي أو مادة عازلة عالية الامتصاص للماء ، حيث يجب عندها ألا تزيد كمية البخار المتكثف المتبقي عن (0.5) كيلو غرام / المتر المربع .

وتحدد كمية البخار المتكثف المتبقي (W) من المعادلة التالية :

$$W = 0.005\left[\frac{P_i - P_s}{\sum R_{vi}} - \frac{P_s - P_o}{\sum R_{vo}}\right] \cdots Kg/m^2$$

حيث :

P_i = ضغط بخار الماء في الداخل ،

P_s = الضغط المشبع عند الطرف البارد العازل الحراري ،

P_o = ضغط بخار الماء في الخارج ،

R_{vi} = مجموع المقاومات البخارية للطبقات الداخلية بما فيها طبقة العازل الحراري ،

R_{vo} = مجموع المقاومات البخارية للطبقات الخارجية .

الباب السادس

حواجز بخار الماء

6/1 عام

أثبتت الخبرة أن دخول المياه إلى مواد العزل تؤثر على كفاءة أدائها . لذا يجب دوما اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث ذلك . ويمكن استعمال حواجز بخار الماء لحماية مواد العزل من تسرب المياه إليها ، وخاصة تلك العوازل التي تعمل دون نقطة الندى .

6/2 المواد

6/2/1 الأغشية :

(أ) يجب أن تكون حواجز بخار الماء ذات مقاومة جيدة للماء ، ومنخفضة النفاذية لبخار الماء ، ومقاومة للتثقب والتآكل والتمزق والحريق والتعفن والشد والاهتراء .

(ب) تعتبر أغشية حواجز بخار الماء مقاومة للتثقب (Puncture) بالمعادلات المبينة تاليا إذا ما حققت الشروط المبينة في الجدول رقم (19) التالي ، وذلك عند فحصها حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM –D 781) :

جدول رقم (19)

مقاومة تثقب أغشية حواجز بخار الماء

المقاومة للتثقب	الحد الأدنى للنتائج
منخفضة	15 وحدة
متوسطة	25 وحدة
عالية	50 وحدة

(ج) تعتبر أغشية حواجز بخار الماء معتدلة المقاومة للشد إذا كانت مقاومتها لا تقل عن (3.5) كيلونيوتن / ملمتر ، وذلك عند فحصها حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM-D 828) .

(د) يبين الجدول رقم (20) العلاقة بين الاستعمال والخواص المطلوبة لأغشية حواجز بخار الماء .

جدول رقم (20)

العلاقة بين خواص أغشية حواجز بخار الماء واستعمالاتها

الاستعمال	مقاومة التثقب	مقاومة الاهتراء	مقاومة التمزق	مقاومة الشد
1. الجدران (الاشغالات السكنية)	ن	ن	ن	–
2. بطن السقف (الاشغالات السكنية والتجارية)	ع	ع	ن	–
3. ظهر السقف	ن	ع	م	–
4. الإنشاءات المعدنية	م	م	م	م

حيث :

ن – منخفض المقاومة ،

م = معتدل أو متوسط المقاومة ،

ع = عالي المقاومة ،

6/2/2 المعجونات ومواد التغطية

(أ) تكون المعجونات ومواد التغطية المستعملة حواجز للأبخرة شبه سائلة مصنوعة أساسا من البتيومين أو الراتنجات أو المبلمرات منخفضة النفاذية للماء بعد جفافها ، وقابلة للتنفيذ في موقع العمل .

(ب) يمكن تنفيذ هذا النوع من المواد إما بالرش أو الدهان أو القصارة حسب نوع المادة . ويراعى وضع الكمية اللازمة بالسماكة المطلوبة بما لا يقل عن طبقتين مستمرتين .

(ج) قد تختلف نفاذية هذه المواد باختلاف سماكتها . وعليه يجب أن تكون قيم النفاذية محسوبة على أساس السماكة بعد الجفاف ، وليس السماكة الرطبة عند التنفيذ .

6/3 الموضع المفضل لحاجز بخار الماء

يعتمد مقدار تدفق بخار الماء واتجاهه على مدى تغير الشروط التشغيلية للمبنى أو المنشأ ، ومدى تغير عوامل التجوية المحيطة . وذلك أن هذه العوامل تؤدي إلى تغير مقدار ضغط بخار الماء والذي من ثم يؤثر على اتجاه تدفقه بين جانبي العنصر الإنشائي (أنظر الباب الخامس من هذه الكودة) .

في المباني أو المنشآت التي تستعمل عادة لأغراض التخزين البارد يكون فرق ضغط بخار الماء أكبر ما يمكن في فصل الصيف ، ويكون اتجاه تدفق بخار الماء من الخارج إلى الداخل . أما في المباني السكنية فيكون عادة فرق ضغط بخار الماء أكبر ما يمكن في فصل الشتاء ، ويكون اتجاه تدفق بخار الماء من الداخل إلى الخارج . وفي كلتا هاتين الحالتين يجب وضع حاجز بخار الماء عند الجانب الأسخن للمادة العازلة ، أي الجانب الخارجي في حالة مخازن التبريد ، والجانب الداخلي في حالة المباني السكنية .

وبشكل عام ، فإنه يجب وضع حاجز بخار الماء في الجانب الأسخن للوضع الأكثر حرجا . مثال على ذلك المباني المزودة بتدفئة ومكرية شتاء وتبريد ومكري صيفا . ففي هذه الحال يكون اتجاه تدفق بخار الماء من الداخل إلى الخارج شتاء . وقد ينعكس صيفا ليصبح من الخارج إلى الداخل . ويتم وضع حاجز بخار الماء عند الجانب الأسخن في الوضع الأكثر حرجا عند مقارنة الحالتين ببعضهما .

6/4 أسس اختيار حواجز بخار الماء

بشكل عام ، يمكن تقسيم المواد العازلة حسب مقاوميتها لبخار الماء إلى ثلاث مجموعات كالتالي :-

المجموعة الأولى ذات مقاومة بخارية أكبر من (2000) ميغانيوتن . ثانية / غرام . متر .

المجموعة الثانية ذات مقاومة بخارية تتراوح ما بين (160) و (2000) ميغانيوتن. ثانية / غرام . متر .

المجموعة الثالثة ذات مقاومة بخارية أقل من (160) ميغانيوتن . ثانية / غرام . متر .

وبناء على هذا التقسيم ، يفضل اختيار حواجز بخار الماء عند الحاجة إليها طبقا لما هو مبين في الجدول رقم (21) التالي :-

جدول رقم (21)

أسس اختيار حواجز بخار الماء

الاستعمال	المنافذة القصوى لحاجز بخار الماء (غرام / ميغانيوتن . ثانية)		
	المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة
1. الجدران (الاشغالات السكنية)	لا داعي لاستعمال حواجز بخار الماء	0.06	0.06
2. بطن السقف (الاشغالات السكنية التجارية)		0.06	0.02
3. ظهر السقف		0.06	0.02
4. الإنشاءات المعدنية		0.06	0.002

ويتم اختيار حواجز الأبخرة لتحديد منافذتها لبخار الماء حسب المواصفات الأمريكية (ASTM-C 355) أو (ASTM-E 96) طبقا لسماكة المادة .

ويبين الجدول رقم (22) بعض حواجز بخار الماء ومقدار مقاوميتها البخارية .

جدول رقم (22)

المقاومية البخارية لحواجز بخار الماء

الرقم	المـادة	المقاومية البخارية (ميغانيوتن . ثانية / غرام . متر)
1	الدهانات الراتنجية :	
	* ايوكسي (Epoxy resin)	360000 – 324000
	* ميلامين (Melamine resin)	216000 – 100000
2	البوليبروبلين	130000
3	مبلمر كلوريد الفينيل	
	* أغشية سماكتها (0.4) ملمتر	46000
	* أغشية سماكتها (0.5) ملمتر	92000
4	البولي ايثيلين	
	* أغشية سماكتها (0.10)ملمتر	350000
	* أغشية سماكتها (0.30) ملمتر	184000
5	طلاء زفتي بلرد سماكته (1.0) ملمتر	3240

الباب السابع

التدفق الحراري اللوري
(Periodic Heat Flow)

7/1 عام

إن حساب الانتقالية الحرارية لأي عنصر [وكما ورد في المادة (4/2) من هذه الكودة] يتم على أساس الحالة المستقرة (Steady State) والتي يفترض فيها ثبات الفرق بين درجتي حرارة السطحين الداخلي والخارجي . وهذا الافتراض لا يمكن تحقيقه عمليا بفعل ارتفاع درجة حرارة الجو نهارا وانخفاضها ليلا . ففي ساعات النهار الحارة صيفا يكون اتجاه تدفق الحرارة من الخارج إلى الداخل ، بينما ينعكس التدفق ليلا ليصبح من الداخل إلى الخارج . ولما كانت هذه الظاهرة تتكرر يوميا ، فإنه يمكن تسميتها بالتدفق الحراري اللوري .

7/2 التخلف الزمني ومعامل النقص
(Time-Lag and Decrement Factor)

من المعروف أن درجات حرارة السطوح الخارجية لعناصر المباني المعرضة لأشعة الشمس والهواء الساخن نهارا ترتفع لتصل ذروتها عند منتصف النهار تقريبا ، ثم تبدأ بعدها بالانخفاض إلى أن تصل إلى أدنى قيمة لها خلال ساعات ما بعد منتصف الليل . وتتأثر السطوح الداخلية لهذه العناصر بهذا التغير في درجات الحرارة ، إلا أن التغير في درجة حرارة السطوح الداخلية يكون في العادة أقل من نظيره للسطوح الخارجية ويعتمد على خواص المواد المكونة للعنصر من مثل السعة الحرارية والكثافة والسماكة (راجع البند 4/1/3 من هذه الكودة) ، بالإضافة إلى أن التغير الحراري يصل إلى السطوح الداخلية بعد فارق زمني يتراوح من زمن قصير نسبيا إلى ساعات عديدة حسب تركيب العنصر المعني .

يسمى الفارق الزمني الذي تستغرقه الموجة الحرارية في الانتقال من السطح الخارجي لعنصر ما إلى سطحه الداخلي التخلف الزمني (Time-Lag) ويقاس بالساعات ، أما النسبة بين أقصى تغير في

درجات حرارة السطح الداخلي لعنصر ما وأقصى تغير في درجات حرارة سطحه الخارجي خلال فترة (24) ساعة فتسمى معامل النقص (Decrement Factor) .

ويبين الشكل رقم (4) عملية انتقال الموجة الحرارية المؤثرة على السطح الخارجي لجدار ما إلى سطحه الداخلي خلال (42) ساعة ، مع بيان قيمة التخلف الزمني الذي يرمز إليه بالرمز (Φ) ، ومعامل النقص الذي يرمز إليه بالرمز (μ) .

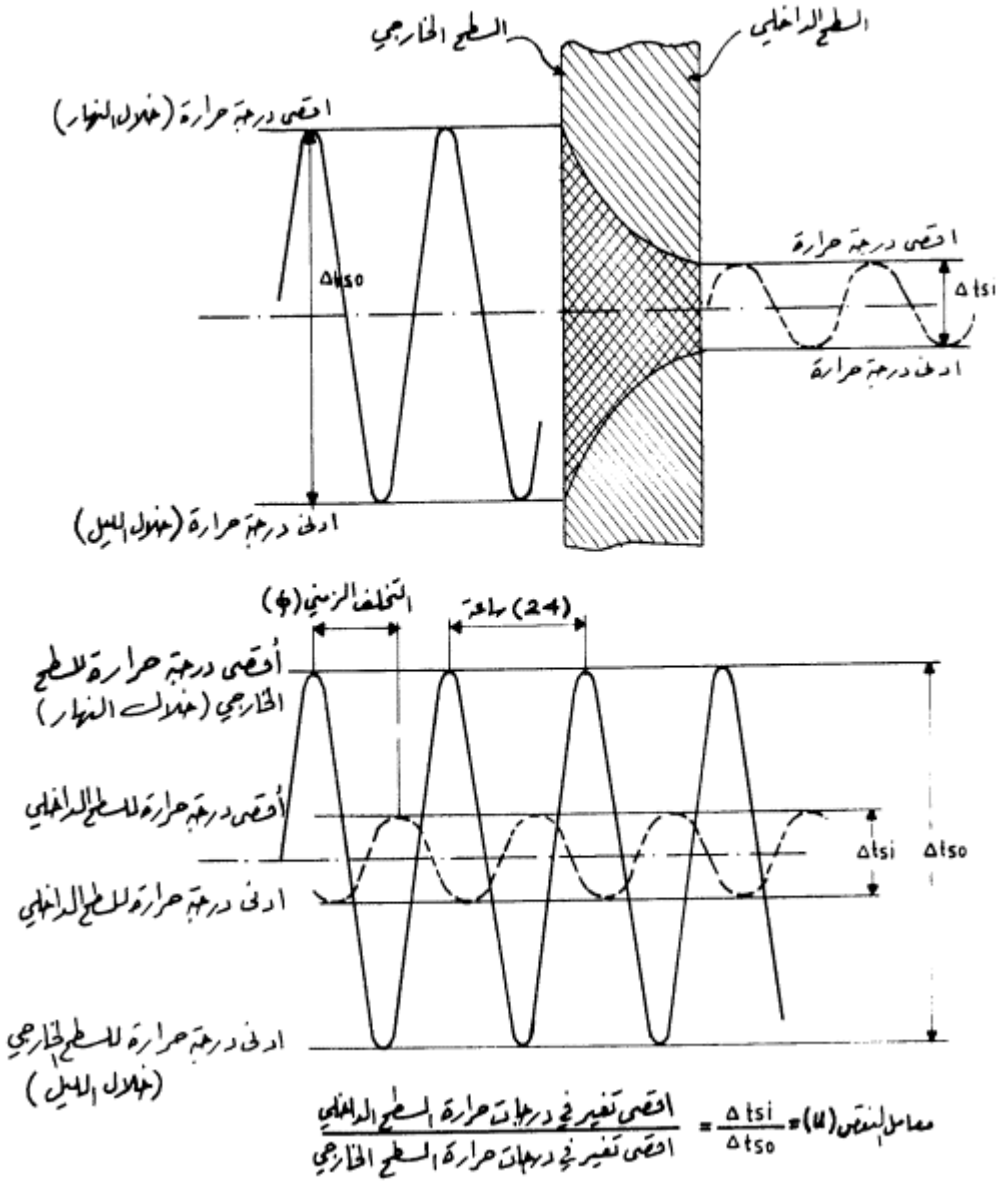
7/3 السعة الحرارية النوعية للمواد (c)

وفق أغراض حساب التخلف الزمني ومعامل النقص تؤخذ السعة الحرارية النوعية للمواد حسب ما هو مبين في الجدول رقم (23) التالي :-

جدول رقم (23)

السعة الحرارية النوعية للمواد

المـادة	السعة الحرارية النوعية (جول / كغ . ° س)
- المواد اللاعضوية والمواد العازلة المصنوعة منها	1000
- الخشب والصفائح الخشبية	2100
- الألياف النباتية والنسيجية	1300
- المواد اللدائنية والمواد العازلة المصنوعة منها	1500
- المعـادن	
الألمنيوم	800
أخرى	400
- الهواء (كثافة 1.25 كغ / م3)	1000
- الماء	4200



الشكل رقم (4)

انتقال الموجات الحرارية من خلال العناصر

جدول المحتويات الباب السابع

الباب الثامن

التقطع الحراري والاستهلاك الأمثل للطاقة

8/1 عام

يتم في العادة تصميم المباني والمنشآت حراريا باختيار الظروف الأكثر حرجا من حيث درجات الحرارة التصميمية وخلافها . إلا أنه من المعروف أن مثل هذه الظروف ليست ثابتة طوال الوقت . فهناك اختلاف بين درجات حرارة النهار ونظيرتها في الليل كما أن هناك اختلافا في درجات الحرارة بين يوم وآخر ، وشهر وآخر .

وعليه ، ومن أجل الاستهلاك الأمثل للطاقة ، يفضل إجراء عمليات التصميم الحراري على أساس نسبة معينة من الطاقة الحرارية النظرية الكاملة بحيث يجري حسابها كما هو مبين في هذا الباب .

8/2 القصور الحراري للمباني (Building thermal inertia)

وفق أغراض هذه الكودة تم تقسيم المباني والمنشآت حسب قصورها الحراري ومن دون استعمال العوازل الحرارية إلى ثلاثة أنواع هي :

ثقيلة : وهي المباني أو المنشآت الحجرية أو الخرسانية المتعددة الطوابق وذات القسامات الداخلية الصلبة .

متوسطة : وهي المباني أو المنشآت المبنية من مواد خفيفة الوزن وذات قسامات داخلية صلبة .

خفيفة : وهي المباني أو المنشآت المكونة من طابق واحد ولا تحتوي على قسامات داخلية ، أو قساماتها قليلة جدا أو غير صلبة . كما تعتبر الطوابق العليا التي لا تحتوي على قسامات داخلية ، خفيفة القصور الحراري .

ويعرف القصور الحراري بأنه كمية الحرارة المختزنة داخل المبنى عند درجة حرارة معينة . ويساوي حاصل ضرب كتلة المبنى أو المنشأ في سعته الحرارية النوعية في درجة حرارته .

8/3 نسب تخفيض الطاقة الحرارية

8/3/1 فترة اشغال المبنى :

يبين الجدول رقم (24) نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترتي إشغال المبنى الأسبوعية واليومية .

جدول رقم (24)

نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة إشغال المبنى

		نوع المبنى		
		خفيف	متوسط	ثقيل
			1.0	
فترة الاشغال الأسبوعي	(7) أيام مستمرة	0.75		0.85
	(5) أيام			
فترة الإشغال اليومي (بالساعات)	(4)	0.68		0.96
	(8)	1.00		1.00
	(12)	1.25		1.02
	(16)	1.40		1.03

8/3/2 فترة تشغيل أجهزة التزويد الحراري :

يبين الجدول رقم (25) نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة تشغيل أجهزة التزويد الحراري .

جدول رقم (25)

نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة تشغيل أجهزة التزويد الحراري

		التخلف الزمني للمباني		
		منخفض		عالي
			1.0	
تشغيل مستمر لأجهزة التزويد الحراري		0.55		0.70
تشغيل يومي متقطع	مباني خفيفة	0.70		0.85
	مباني متوسطة	0.85		0.95

مباني ثقيلة

8/3/3 مثال :

إن النسبة التصميمية لاستهلاك الطاقة لمبنى من الوع الخفيف، تخلفه الزمني عال ، وفترة إشغاله تعادل اثنتي عشرة ساعة في اليوم الواحد ، ولمدة خمسة أيام في الأسوع ، تعادل (0.66) من الحمل الحراري التصميمي الكلي . وقد حسبت كما يلي :-

لفترة اشغال تعادل (5) أيام أسبوعيا = (0.75)

لفترة اشغال تعادل (12) ساعة يوميا = (1.25)

للتخلف الزمني العالي = (0.70)

النسبة التصميمية = $0.75 \times 1.25 \times 0.70 = 0.66$

ملحق (أ)

معلومات مناخية عن الأردن

أ/1 عام

وفق أغراض هذه الكودة ، ولأجل حساب الحمل الحراري للأبنية صيفا وشتاء ، تم تقسيم الأردن إلى أربع مناطق مناخية كما يلي:-

المنطقة الأولى : المرتفعات الغربية وتشمل : جنين ، طولكرم ، عرابة ، بيت قاد ، عزون ، تياسير ، سبسطية ، نابلس ، قريوت ، بديا ، سلفيت ، دير غسانة ، دير ديوان ، القدس ، بيت لحم ، العروب، الخليل ، الظاهرية ، السموع ، وباقي مدن الضفة الغربية لنهر الأردن وقواها .

المنطقة المنطقة الثانية : غور نهر الأردن ، وتشمل : الشونة الشمالية ، وادي زقلاب ، دير علا ، وادي

فلية ، الشونة الجنوبية ، غور المزرعة ، غور الصافي ، الحديثة ، منطقة البحر الميت ، والعقبة .

المنطقة المنطقة الثالثة : المرتفعات الشرقية ، وتشمل : كفرسوم ، لربد ، كفريوبا ، الطيبة الشمالية، الحصن ، النعيمة ، الرمثا ، دير أبي سعيد ، كفراوان ، جرش ، الكتة ، عبين، عجلون ، الزرقاء ، السلط ، عمان ، الجبيهة ، الحمر، الفحيص ، وادي السير، ذيبان ، مادبا ، وادي العالة ، وادي الموجب ، القفر ، الربة ، حمود ، المزار ، الكرك ، الطفيلة ، الحسا ، الشوبك ، وادي موسى ، راس النقب.

المنطقة المنطقة الرابعة : المناطق الصحراوية ، وتشمل : الجفور ، الجفايف ، المفرق ، رحاب ، الأزرق، الجيزة ، القطرانة ، جرف الدراويش ، الجفر ، معان ، المدورة .

أ/2 درجات الحرارة

تبين الجداول رقم (أ1 ، أ2 ، أ3 ، أ4) بالدرجات المئوية المتوسط الشهري لدرجات الحرارة ، بالإضافة إلى المتوسط الشهري لكل من الدرجتين القصوى والدنيا ، ومدى التغير ، والدرجات القصوى والدنيا للمناطق الأربع على التتابع . كما تبين درجات الحرارة التصميمية صيفا وشتاء .

أ/3 الرطوبة النسبية

يبين الجدول رقم (أ5) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية للمناطق الأربع على التتابع . كما يبين المعدل السنوي لهذه القيم . أما الجدول (أ6) فيبين القيم التصميمية الدنيا والقصوى صيفا وشتاء .

أ/4 الرياح

تبين الأشكال أرقام من (أ1 ، أ2 ، أ3 ، أ4) وردات الرياح السنوية لمطار عمان ومطار القدس ومطار أريحا ومطار الجفور على التتابع .

جدول رقم (أ1)

درجات حرارة المنطقة الأولى (° س)

الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المتوسط الشهري	10	11	13	17	21	23	25	25	24	21	17	13
المتوسط الشهري للدرجة القصوى	15	16	19	23	28	30	31	31	30	28	23	17
المتوسط الشهري للدرجة الدنيا	6	7	8	10	14	16	19	19	18	15	11	8
المـدى	9	9	11	13	14	14	12	12	12	13	12	9
الدرجة القصوى	32	32	36	41	42	43	39	39	38	39	37	32
الدرجة الدنيا	-6	-5	-3	0	3	6	10	10	9	5	0	-4

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الأولى :

صيفا : 31 °س

شتاء : 6 ° س

جدول رقم (أ2)

درجات حرارة المنطقة الثانية (° س)

الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المتوسط الشهري	13	16	18	22	27	29	31	31	30	27	22	17
المتوسط الشهري للدرجة القصوى	19	19	24	29	34	37	38	38	36	33	28	21
المتوسط الشهري للدرجة الدنيا	10	10	12	15	20	22	24	25	23	20	16	12
المـدى	9	9	12	14	14	15	14	13	13	13	12	9
الدرجة القصوى	32	35	40	46	47	51	48	49	45	46	41	36
الدرجة الدنيا	-1	-2	0	4	8	13	17	16	14	9	-1	-2

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الثانية :

صيفا : 38 ° س

شتاء : 10 °س

الجدول رقم (أ3)

درجات حرارة المنطقة الثالثة (°س)

الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المتوسط الشهري	8	9	12	16	19	23	25	25	23	20	16	11
المتوسط الشهري للدرجة القصوى	12	14	17	22	27	31	32	32	30	27	21	15
المتوسط الشهري للدرجة الدنيا	5	5	7	10	14	16	18	18	16	14	10	6
المـدى	7	9	10	12	13	15	14	14	14	13	11	9
الدرجة القصوى	31	32	36	43	44	46	44	43	41	39	37	32
الدرجة الدنيا	-11	-12	-8	-7	-3	0	5	6	2	-2	-8	-9

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الثالثة :

صيفا : 32 °س

شتاء : 5 °س

جدول رقم (أ4)

درجات حرارة المنطقة الرابعة (° س)

الشـــــــهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الوســـــــــط الشهـــــري	8	10	13	18	22	26	27	27	25	21	15	10
الوسط الشهري لدرجة القصوى	14	15	20	25	30	34	36	36	33	28	22	16
الوسط الشهري لدرجة الدنيـا	3	4	7	10	15	17	18	19	17	13	8	5
المـــــدى	11	11	13	15	15	17	18	17	16	15	14	11
الدرجة القصوى	30	32	35	42	44	45	46	47	43	39	34	29
الدرجة الدنيـا	-12	-8	-5	-1	3	6	10	11	7	0	-6	-8

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الرابعة :

صيفا : 36 °س

شتاء : 3 °س

جدول رقم (أ5)

المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (بالمائة)

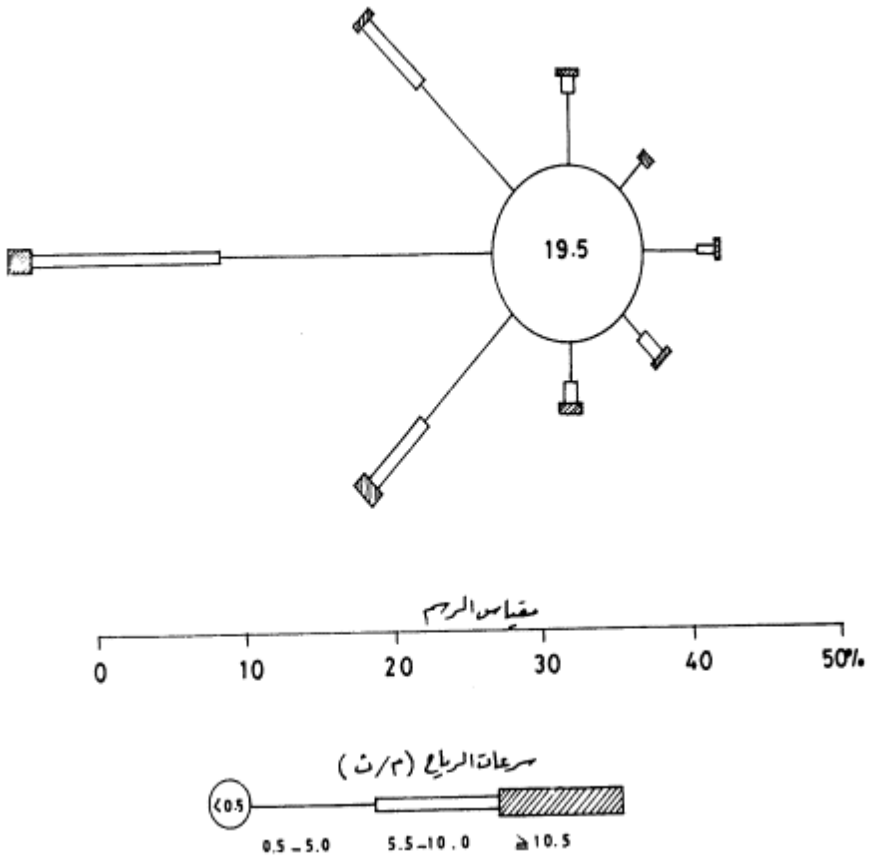
الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المنطقة الأولى	73	72	67	58	50	49	56	60	64	56	59	61
المنطقة الثانية	63	57	56	47	40	36	39	42	46	45	48	58
المنطقة الثالثة	70	67	60	49	38	36	38	42	47	45	55	67
المنطقة الرابعة	66	63	48	43	34	30	31	34	38	39	49	58

جدول رقم (أ6)

قيم الرطوبة النسبية التصميمية (بالمائة)

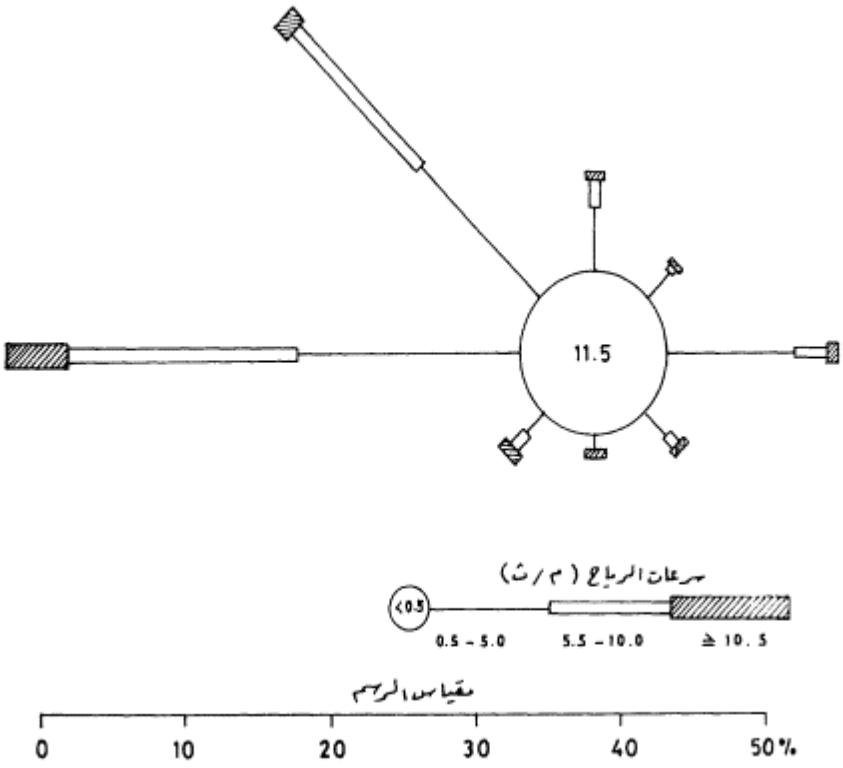
	صيفا		شتاء	
	أدنى	أقصى	أدنى	أقصى
المنطقة الأولى	49	60	61	73
المنطقة الثانية	36	42	56	63
المنطقة الثالثة	36	42	60	70
	30	34	48	66

المنطقة الرابعة



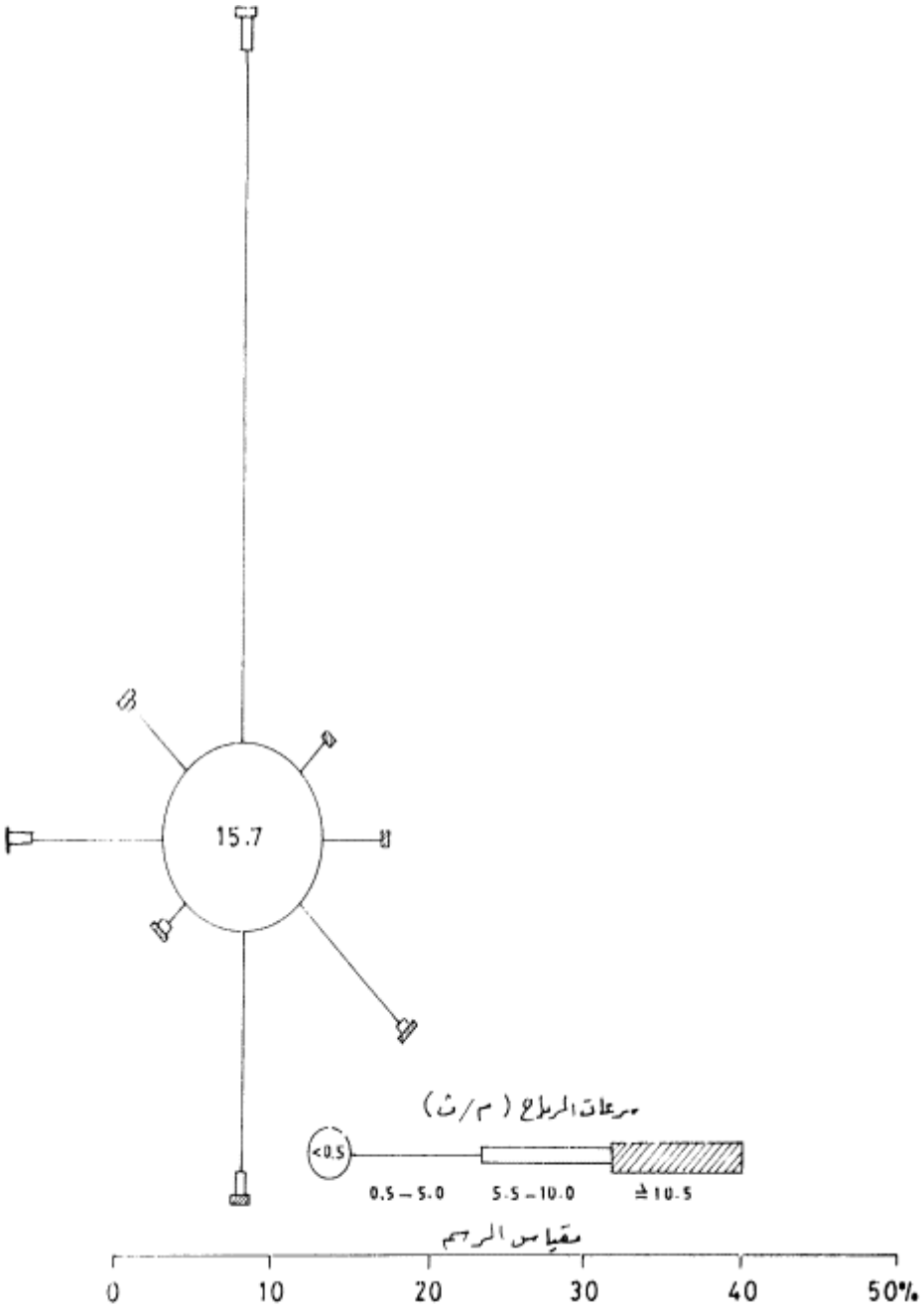
شكل رقم (أ1)

وردة الريح السنوية لمطار عمان



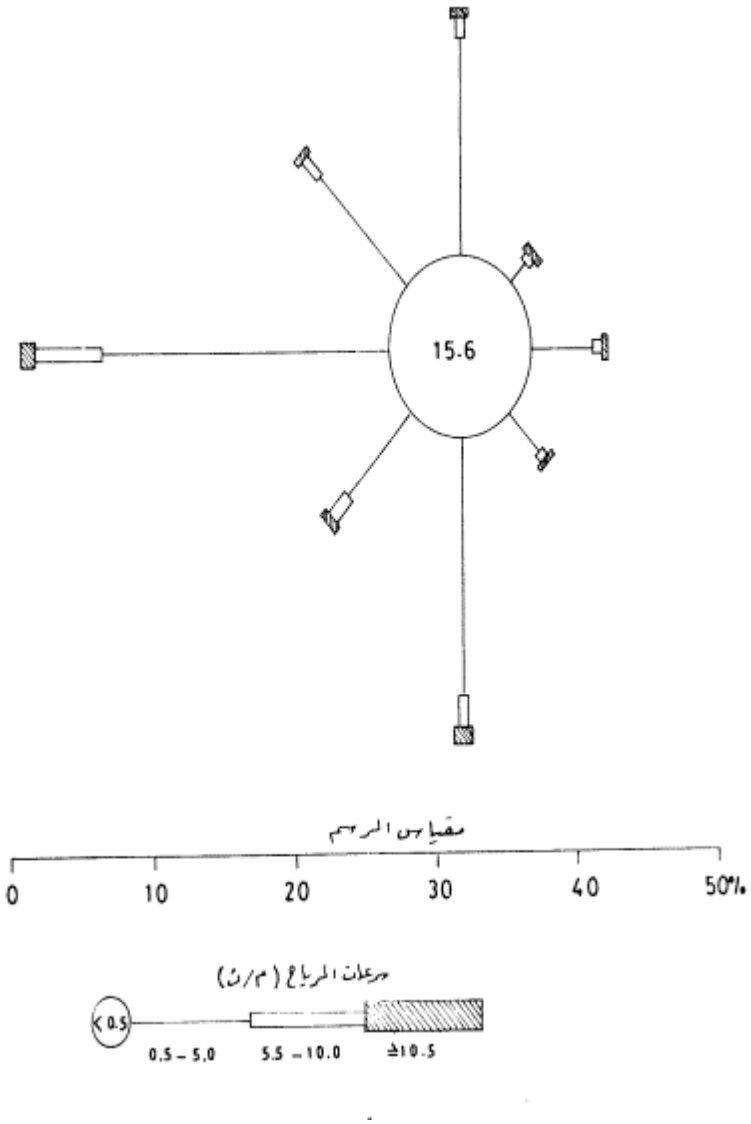
شكل رقم (أ 2)

وردة الريح السنوية لمطار القدس



شكل رقم (أ 3)

وردة الريح السنوية لمطار أريحا



شكل رقم (أ4)

وردة الريح السنوية لمطار الجفور

ملحق " ب "

المصطلحات الفنية

(أ)	
أباجورات	Shutters
أجهزة	Equipments
	Burning

احتراق	
أرضيـة	Floor
استهـلاك	Consumption
اسطوانـة	Cylinder
إشعاع شمسي	Solar Radiation
اشغـال	Occupancy
إطـار	Frame
ألومنيوم	Aluminum
أليـاف	Fibres
ألياف معدنية	Mineral Fibres
امتصـاص	Absorption
إنبعاثيـة	Emissivity
انتقـال	Transmission
انتقاليـة	Transmittance
إهتراء	Wear

(ب)

بـاب	Door
بتيومـين	Bitumen
بخـار	Vapour
بخار المـاء	Water Vapour
بـولايـت	Perlite
بصيـلة	Bulb
بوليستيرين	Polystyrene
بوليورثين	Polyurethane

(ت)

تبريد	Cool in
	Puncture

تثقب	Cavity
تجويف	Lag
تخلف	Time-Lag
تخلف زمني	Heating
تدفئة	Central Heating
تدفئة مركزية	Flow
تدفق	Soil
تربة	Glazing
تزجيج	Single Glazing
تزجيج مفرد	Double Glazing
تزجيج مزدوج	Intermittance
تقطع	Condensation
تكثف	Conditioning
تكييف	Air-Conditioning
تكييف هواء	Tear
تمزق	Terrazo
تيرازو	

(ث)

ثانية	Second
ثقيلة	Heavy

(ج)

جاسئة	Rigid
شبه جاسئة	Semi – rigid
جافة	Dry
جبس	Gypsum
جدار	Wall

(ح)

Barrier	حاجز
Water Vapour Barrier	حاجز بخار الماء
Particles , Granulars	حبيبات
Stone	حجر
Limestone	حجر جيري أو كلسي
Firm stone	حجر راسخ
Soft stone	حجر رخو
Sand stone	حجر رملي
Hard stone	حجر قاسي
Semi – Firm Stone	حجر متوسط الرسوخ
Heat	حرارة
Thermal	حراري
Iron	حديد
Cast Iron	حديد سكب

(خ)

Slag	خبث
Concrete	خرسانة
Foam Concrete	خرسانة رغوية
Aggregate Concrete	خرسانة ركامية
Wood	خشب
Oak Wood	خشب بلوط
Mahogany Wood	خشب ماهوجوني
Beech Wood	خشب زان
Teak Wood	خشب ساج
Pine Wood	خشب صنوبر
Light	خفيف
Mastic Asphalt	خلطة زفتيه
Mixture	خليط

(د)

درجة حرارة	Temperature
دوري	Periodic

(ر)

رخام	Marble
رش	Spraying
رطب	Wet
رطوبة	Humidity
رطوبة مطلقة	Absolute Humidity
رطوبة نسبية	Relative Humidity
رغوة	Foam
ركام	Aggregate
رمل	Sand
ريح	Wind
ريح سائدة	Prevailing Wind

(ز)

زجاج	Glass
زفت	Asphalt
خلطة زفتيه	Mastic Asphalt

(س)

سائبة	Loose
سائدة	Prevailing
ريح سائدة	Prevailing Wind
ستائر	Curtains
سطح	Surface
سعة	Capacity

Specific Heat Capactiy	سعة حرارية نوعية
Ceiling	سقف
Suspended	سقف مغلق
Thickness	سماكة
	(ش)
Tension	شد
Severe Exposure	شديدة التعرض

	(ص)
Rock	صخر
Volcanic Rock	صخر بركاني
Metamorphic Rock	صخر متحول
Wool	صوف
Glass Wool	صوف زجاجي
Rock Wool	صوف صخري
	(ض)
Pressure	ضغط
	(ط)
Energy	طاقة
Layer	طبقة
Damp – Proof Courses	طبقات مانعة للترطيب
Bricks , Blocks	طوب
Concrete Blocks	طوب خرساني
Sand – Lime Bricks	طوب رملي جيري
	(ع)
Insulation	عازل

Organic	عضوية
Slab	عقدة
Element	عنصر

(غ)

Gram	غرام
Cover	غطاء

(ف)

Opening	فتحة
Mat	فرشة
Cork	فلين
Steel	فولاذ
Vermiculite	فيرميكولايت

(ق)

Plaster , Plastering	قصلرة
Thermal Intertia	قصور حرلري

(ك)

Density	كثافة
Quantity	كمية

(ل)

Rolls	لفائف
Board , Sheet	لوح
Chipboard	لوح خشب حبيبي
Plywood Board	لوح خشب رقائقي
Fibre Board	لوح ليفي
Fibre	ليف

لين	Soft

(م)

مبثوق	Extruded
مبلمر كلوريد الفينيل	Polyvinyl Chloride
متجانس	Homogenous
متر	Meter
محتوى الرطوبة	Moisture Content
محمية	Sheltered
مدة	Screed
مساحة	Area
مسحوق	Powder
مشع	Emitter
مصمتة	Solid
مطاط	Rubber
معامل النقص	Decrement Factor
معتدلة التعرض	Moderate Exposure
معجون	Putty
معدل	Rate
معدن	Metal
مفرغة	Hollow
مفقودة	Lost
مقاومة	Resistance
مقاومية	Resistivity
مكتسبة	Gained
ملاط	Mortar
ممدد	Expanded
مناخ	Climate

Permeance	منافذه
Conductance	مواصلة
Wave	موجة
Mozzaic	موزاييك
Conductivity	موصلية

Mega	ميغا
	(ن)
Window	نافذة
Copper	نحاس أحمر
Brass	نحاس أصفر
Ratio	نسبة
Fabric	نسيج
Permeability	نفاذية
Dew Point	نقطة الندى
Specific	نوعية
Specific Heat	حرارة نوعية
Newton	نيوتن
	(و)
Rose	وردة
Window rose	وردة رياح

المصادر

1. CODE OF BASIC DATA FOR THE DESIGN OF BUILDING (CP3),
British Standards Institution.

2. CODE FOR ENERGY CONSERVATION IN NEW BUILDING CONSTRUCTION,
National Conference of States on Building Codes and Standards, USA.

3. GUIDE TO CURRENT PRACTICE,
Institution of Heating and Ventilating Engineers.

4. CIBS GUIDE,
The Chartered Institution of Building Services, London.

5. ASHRAE HANDBOOK,
American Society of Heating, Refrigerating and Conditioning Engineers.

6. TURNER W. And MALLOY J.
"Thermal Insulation Handbook "

7. INSULATION HANDBOOK,
Lomax Wilmoth & Co.

8. CLIMATIC ATLAS of JORDAN (1971),
Meteorological Department, Jordan.

9. FAIRWEATHER, L.a. SLIWA J.A.
" AJ Metric Handbook "
The Architectural Press – London.

10 ENERGY CONSERVATION,
Institute for Industrial Research and Standards, Ireland.

11 KOENIGSBERGER, O.H. et al,
" Manual of Tropical Housing and Building" ,
Craftsman Book Company.

12 WILLIAMS, K.
" Planning and Building the Minimum Energy Dwelling ",
Craftsman Book Company.

13 BUILDING REGULATION OF DENMARK.

14 ALF DESIGN MANUAL,
Building Research Association of New Zealand.

15. BUILDING, N.S.

" Building Physics: Heat",

Pergamon Press.

16. العزل الحراري في البناء ،

خصائص ومقارنة ،

إعداد م . أدهم سبع العيش ،

مركز بحوث البناء ،

الجمعية العلمية الملكية ،

المراجع

-British Standards: -

BS 1142

BS 3837

BS 3927

BS 4841

BS 5617

BS 5803

-American Standards: -

ASTM – C 208

ASTM – C 355

ASTM – C 516

ASTM – C 534

ASTM – C 549

ASTM – C 552

ASTM – C 578

ASTM – C 591

ASTM – C 612

ASTM – C 640

ASTM – C 665

ASTM – C 726

ASTM – C 728

ASTM – C 739

ASTM – C 764

ASTM – D 781

ASTM – D 828

ASTM – E 96

- " كودة مواد البناء واستعمالاتها في صناعة البناء " من كودات البناء الوطني الأردني.
- " كودة التهوية الطبيعية والأصول الصحية " من كودات البناء الوطني الأردني.
- " كودة الإنارة الطبيعية " من كودات البناء الوطني الأردني.

وحدات النظام الدولي (SI Units)

والوحدات المستعملة معها

الكمية	الوحدة	الرمز الدولي	الرمز العربي
الطول	متر	m	م
	سنتمتر	cm	سم
	ملمتر	mm	ملم
	كيلو متر	km	كم
الكتلة	غرام	g	غم
	كيلو غرام	kg	كغم

	طن	t	طن
	ميليغرام	mg	ملغم
الزمـن	ثانية	s	ثانية
	دقيقة	min	دقيقة
	ساعة	h	ساعة
	يوم	d	يوم
زاوية مستوية	درجة	o	درجة
	دقيقة	'	دقيقة
	ثانية	"	ثانية
الحجـم	لتـر	L	لتر
	ميللتر	mL	مللتر
	متر مكعب	mm^2	م3
المساحـة	متر مربع	m^2	م2
	مليمتر مربع	mm^3	ملم2
القـوة	نيوتـن	N	ن
	كيلو نيوتن	KN	كن
الإجهـاد	نيوتن / ملمتر مربع	N/mm^2	ن / ملم2
	كيلو نيوتن / متر مربع	KN/m^2	كن / م2

معاملات التحويل من النظام المتري إلى النظام الدولي

نظـام متري		نظـام دولـي
كيلو غرام قوة	=	9,81 نيوتن
كيلو غرام قوة . متر	=	9,81 نيوتن . متر
كيلو غرام قوة / متر	=	9,81 نيوتن / متر
كيلو غرام قوة / سنتمتر مربع	=	0,0981 نيوتن / ملمتر مربع
كيلو غرام قوة / متر مربع	=	9,81 نيوتن / متر مربع
كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	9,81 نيوتن / متر مكعب
0,102 كيلو غرام قوة .	=	1 نيوتن

0,102 كيلو غرام قوة . متر	=	1	نيوتن . متر
0,102 كيلو غرام قوة / متر	=	1	نيوتن / متر
10,20 كيلو غرام قوة / سنتمتر مربع	=	1	نيوتن / ملمتر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مربع	=	1	نيوتن / متر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	1	نيوتن / متر مكعب

الأسس المتبعة في تبويب وترقيم
كودات البناء الوطني الأردني

أولا : قسمت كودات البناء الوطني الأردني وحسب موضوع البحث إلى عدة كودات مختلفة العناوين ، وقد أعطيت كل كودة رقما متسلسلا يميزها عن غيرها من الكودات .

ثانيا : تم تقسيم الكودة الواحدة إلى عدة أبواب رئيسية وأعطي كل باب رقما متسلسلا ضمن الكودة يميزه عن غيره من الأبواب .

ثالثا : قسم كل باب من الأبواب المختلفة لكل كودة وبترتيب تنازلي إلى ما يلي :-

المادة : ويرمز إليها برقمين مختلفين تفصل بينهما إشارة (/). ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب الذي تفرعت عنه هذه المادة بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم المادة نفسها .

البند : ويرمز إليه بثلاثة أرقام مختلفة تفصل بين كل اثنين منها إشارة (/) ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب ، ويمثل الرقم الأوسط رقم المادة التي تفرع منها هذا البند بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم البند نفسه .

البند الفرعي : ويرمز إليه بحرف أبجدي موضوع بين قوسين ويكون متفرعا عن البند ويرجع إليه برمز البند مضافا إليه رمز البند الفرعي نفسه .

الفقرة : ويرمز إليها برقم موضوع بين قوسين وتكون الفقرة متفرعة عن البند الفرعي ويرجع إليها بذكر رقم الفقرة نفسها ورمز البند الفرعي التابع لها .

جدول المحتويات الباب السابع

الباب الثامن

التقطع الحراري والاستهلاك الأمثل للطاقة

8/1 عام

يتم في العادة تصميم المباني والمنشآت حراريا باختيار الظروف الأكثر حرجا من حيث درجات الحرارة التصميمية وخلافها . إلا أنه من المعروف أن مثل هذه الظروف ليست ثابتة طوال الوقت . فهناك اختلاف بين درجات حرارة النهار ونظيرتها في الليل كما أن هناك اختلافا في درجات الحرارة بين يوم وآخر ، وشهر وآخر .

وعليه ، ومن أجل الاستهلاك الأمثل للطاقة ، يفضل إجراء عمليات التصميم الحراري على أساس نسبة معينة من الطاقة الحرارية النظرية الكاملة بحيث يجري حسابها كما هو مبين في هذا الباب .

8/2 القصور الحراري للمباني (Building thermal inertia)

وفق أغراض هذه الكودة تم تقسيم المباني والمنشآت حسب قصورها الحراري ومن دون استعمال العوازل الحرارية إلى ثلاثة أنواع هي :

ثقيلة : وهي المباني أو المنشآت الحجرية أو الخرسانية المتعددة الطوابق وذات القسامات الداخلية الصلبة .

متوسطة : وهي المباني أو المنشآت المبنية من مواد خفيفة الوزن وذات قسامات داخلية صلبة .

خفيفة : وهي المباني أو المنشآت المكونة من طابق واحد ولا تحتوي على قسامات داخلية ، أو قساماتها قليلة جدا أو غير صلبة . كما تعتبر الطوابق العليا التي لا تحتوي على قسامات داخلية ، خفيفة القصور الحراري .

ويعرف القصور الحراري بأنه كمية الحرارة المختزنة داخل المبنى عند درجة حرارة معينة . ويساوي حاصل ضرب كتلة المبنى أو المنشأ في سعته الحرارية النوعية في درجة حرارته .

8/3 نسب تخفيض الطاقة الحرارية

8/3/1 فترة اشغال المبنى :

يبين الجدول رقم (24) نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترتي إشغال المبنى الأسبوعية واليومية .

جدول رقم (24)

نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة إشغال المبنى

		نوع المبنى		
		خفيف	متوسط	ثقيل
			1.0	
فترة الاشغال الأسبوعي	(7) أيام مستمرة	0.75		0.85
	(5) أيام			
فترة الإشغال اليومي (بالساعات)	(4)	0.68		0.96
	(8)	1.00		1.00
	(12)	1.25		1.02
	(16)	1.40		1.03

8/3/2 فترة تشغيل أجهزة التزويد الحراري :

يبين الجدول رقم (25) نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة تشغيل أجهزة التزويد الحراري .

جدول رقم (25)

نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة تشغيل أجهزة التزويد الحراري

		التخلف الزمني للمباني		
		منخفض		عالي
			1.0	
تشغيل يومي متقطع	تشغيل مستمر لأجهزة التزويد الحراري	0.55		0.70
	مباني خفيفة	0.70		0.85
	مباني متوسطة	0.85		0.95

مباني ثقيلة

8/3/3 مثال :

إن النسبة التصميمية لاستهلاك الطاقة لمبنى من الوع الخفيف، تخلفه الزمني عال ، وفترة إشغاله تعادل اثنتي عشرة ساعة في اليوم الواحد ، ولمدة خمسة أيام في الأسوع ، تعادل (0.66) من الحمل الحراري التصميمي الكلي . وقد حسبت كما يلي :-

لفترة اشغال تعادل (5) أيام أسبوعيا = (0.75)

لفترة اشغال تعادل (12) ساعة يوميا = (1.25)

للتخلف الزمني العالي = (0.70)

النسبة التصميمية = $0.75 \times 1.25 \times 0.70 = 0.66$

[ملحق (أ)]

معلومات مناخية عن الأردن

أ/1 عام

وفق أغراض هذه الكودة ، ولأجل حساب الحمل الحراري للأبنية صيفا وشتاء ، تم تقسيم الأردن إلى أربع مناطق مناخية كما يلي:-

المنطقة الأولى : المرتفعات الغربية وتشمل : جنين ، طولكرم ، عرابة ، بيت قاد ، عزون ، تياسير ، سبسطية ، نابلس ، قريوت ، بديا ، سلفيت ، دير غسانة ، دير ديوان ، القدس ، بيت لحم ، العروب، الخليل ، الظاهرية ، السموع ، وباقي مدن الضفة الغربية لنهر الأردن وقواها .

المنطقة المنطقة الثانية : غور نهر الأردن ، وتشمل : الشونة الشمالية ، وادي زقلاب ، دير علا ، وادي

فلرية ، الشونة الجنوبية ، غور المزرعة ، غور الصافي ، الحديثة ، منطقة البحر الميت ، والعقبة .

المنطقة المنطقة الثالثة : المرتفعات الشرقية ، وتشمل : كفرسوم ، لربد ، كفريوبا ، الطيبة الشمالية، الحصن ، النعيمة ، الرمثا ، دير أبي سعيد ، كفراوان ، جرش ، الكتة ، عبين، عجلون ، الزرقاء ، السلط ، عمان ، الجبيهة ، الحمر، الفحيص ، وادي السير، ذيبان ، مادبا ، وادي العالة ، وادي الموجب ، القفر ، الربة ، حمود ، المزار ، الكرك ، الطفيلة ، الحسا ، الشوبك ، وادي موسى ، راس النقب.

المنطقة المنطقة الرابعة : المناطق الصحراوية ، وتشمل : الجفور ، الجفايف ، المفرق ، رحاب ، الأزرق، الجيزة ، القطرانة ، جرف الدراويش ، الجفر ، معان ، المدورة .

أ/2 درجات الحرارة

تبين الجداول رقم (أ1 ، أ2 ، أ3 ، أ4) بالدرجات المئوية المتوسط الشهري لدرجات الحرارة ، بالإضافة إلى المتوسط الشهري لكل من الدرجتين القصوى والدنيا ، ومدى التغير ، والدرجات القصوى والدنيا للمناطق الأربع على التتابع . كما تبين درجات الحرارة التصميمية صيفا وشتاء .

أ/3 الرطوبة النسبية

يبين الجدول رقم (أ5) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية للمناطق الأربع على التتابع . كما يبين المعدل السنوي لهذه القيم . أما الجدول (أ6) فيبين القيم التصميمية الدنيا والقصوى صيفا وشتاء .

أ/4 الرياح

تبين الأشكال أرقام من (أ1 ، أ2 ، أ3 ، أ4) وردات الرياح السنوية لمطار عمان ومطار القدس ومطار أريحا ومطار الجفور على التتابع .

جدول رقم (أ1)

درجات حرارة المنطقة الأولى (° س)

الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المتوسط الشهري	10	11	13	17	21	23	25	25	24	21	17	13
المتوسط الشهري للدرجة القصوى	15	16	19	23	28	30	31	31	30	28	23	17
المتوسط الشهري للدرجة الدنيا	6	7	8	10	14	16	19	19	18	15	11	8
المـدى	9	9	11	13	14	14	12	12	12	13	12	9
الدرجة القصوى	32	32	36	41	42	43	39	39	38	39	37	32
الدرجة الدنيا	-6	-5	-3	0	3	6	10	10	9	5	0	-4

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الأولى :

صيفا : 31 °س

شتاء : 6 ° س

جدول رقم (أ2)

درجات حرارة المنطقة الثانية (° س)

الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المتوسط الشهري	13	16	18	22	27	29	31	31	30	27	22	17
المتوسط الشهري للدرجة القصوى	19	19	24	29	34	37	38	38	36	33	28	21
المتوسط الشهري للدرجة الدنيا	10	10	12	15	20	22	24	25	23	20	16	12
المـدى	9	9	12	14	14	15	14	13	13	13	12	9
الدرجة القصوى	32	35	40	46	47	51	48	49	45	46	41	36
الدرجة الدنيا	-1	-2	0	4	8	13	17	16	14	9	-1	-2

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الثانية :

صيفا : 38 ° س

شتاء : 10 ° س

الجدول رقم (أ3)

درجات حرارة المنطقة الثالثة (°س)

الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المتوسط الشهري	8	9	12	16	19	23	25	25	23	20	16	11
المتوسط الشهري للدرجة القصوى	12	14	17	22	27	31	32	32	30	27	21	15
المتوسط الشهري للدرجة الدنيا	5	5	7	10	14	16	18	18	16	14	10	6
المـدى	7	9	10	12	13	15	14	14	14	13	11	9
الدرجة القصوى	31	32	36	43	44	46	44	43	41	39	37	32
الدرجة الدنيا	-11	-12	-8	-7	-3	0	5	6	2	-2	-8	-9

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الثالثة :

صيفا : 32 ° س

شتاء : 5 ° س

جدول رقم (أ4)

درجات حرارة المنطقة الرابعة (° س)

الشـــــــهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الوســـــــــط الشهـــــري	8	10	13	18	22	26	27	27	25	21	15	10
الوسط الشهري لدرجة القصوى	14	15	20	25	30	34	36	36	33	28	22	16
الوسط الشهري لدرجة الدنيـا	3	4	7	10	15	17	18	19	17	13	8	5
المـــــدى	11	11	13	15	15	17	18	17	16	15	14	11
الدرجة القصوى	30	32	35	42	44	45	46	47	43	39	34	29
الدرجة الدنيـا	-12	-8	-5	-1	3	6	10	11	7	0	-6	-8

درجة الحرارة التصميمية للمنطقة الرابعة :

صيفا : 36 °س

شتاء : 3 °س

جدول رقم (أ5)

المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (بالمائة)

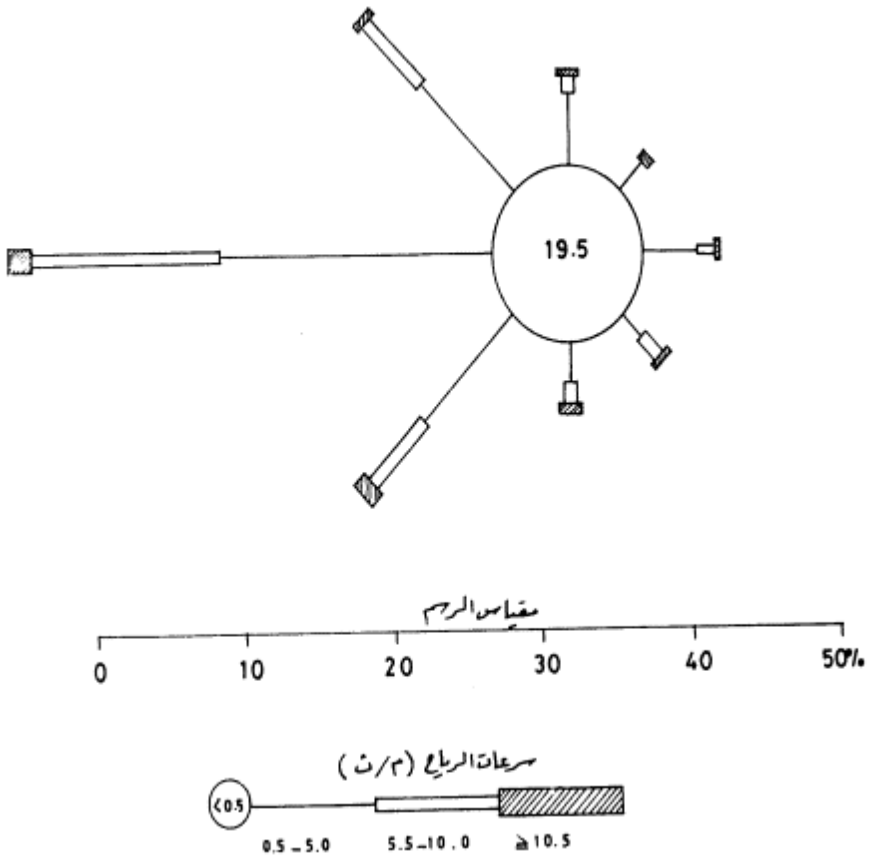
الشـهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المنطقة الأولى	73	72	67	58	50	49	56	60	64	56	59	61
المنطقة الثانية	63	57	56	47	40	36	39	42	46	45	48	58
المنطقة الثالثة	70	67	60	49	38	36	38	42	47	45	55	67
المنطقة الرابعة	66	63	48	43	34	30	31	34	38	39	49	58

جدول رقم (أ6)

قيم الرطوبة النسبية التصميمية (بالمائة)

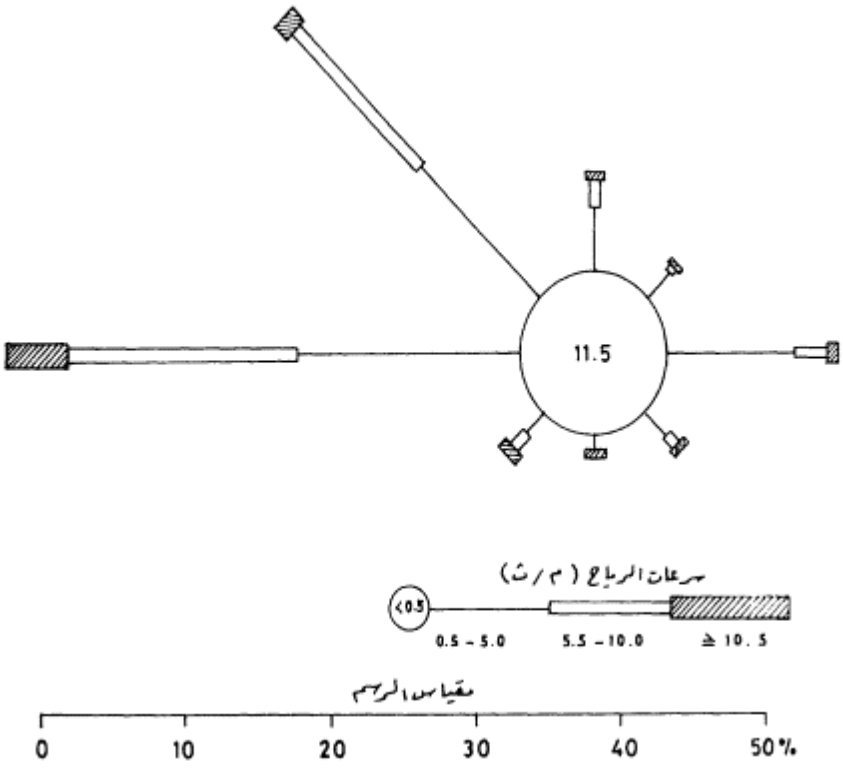
	صيفا		شتاء	
	أدنى	أقصى	أدنى	أقصى
المنطقة الأولى	49	60	61	73
المنطقة الثانية	36	42	56	63
المنطقة الثالثة	36	42	60	70
	30	34	48	66

المنطقة الرابعة



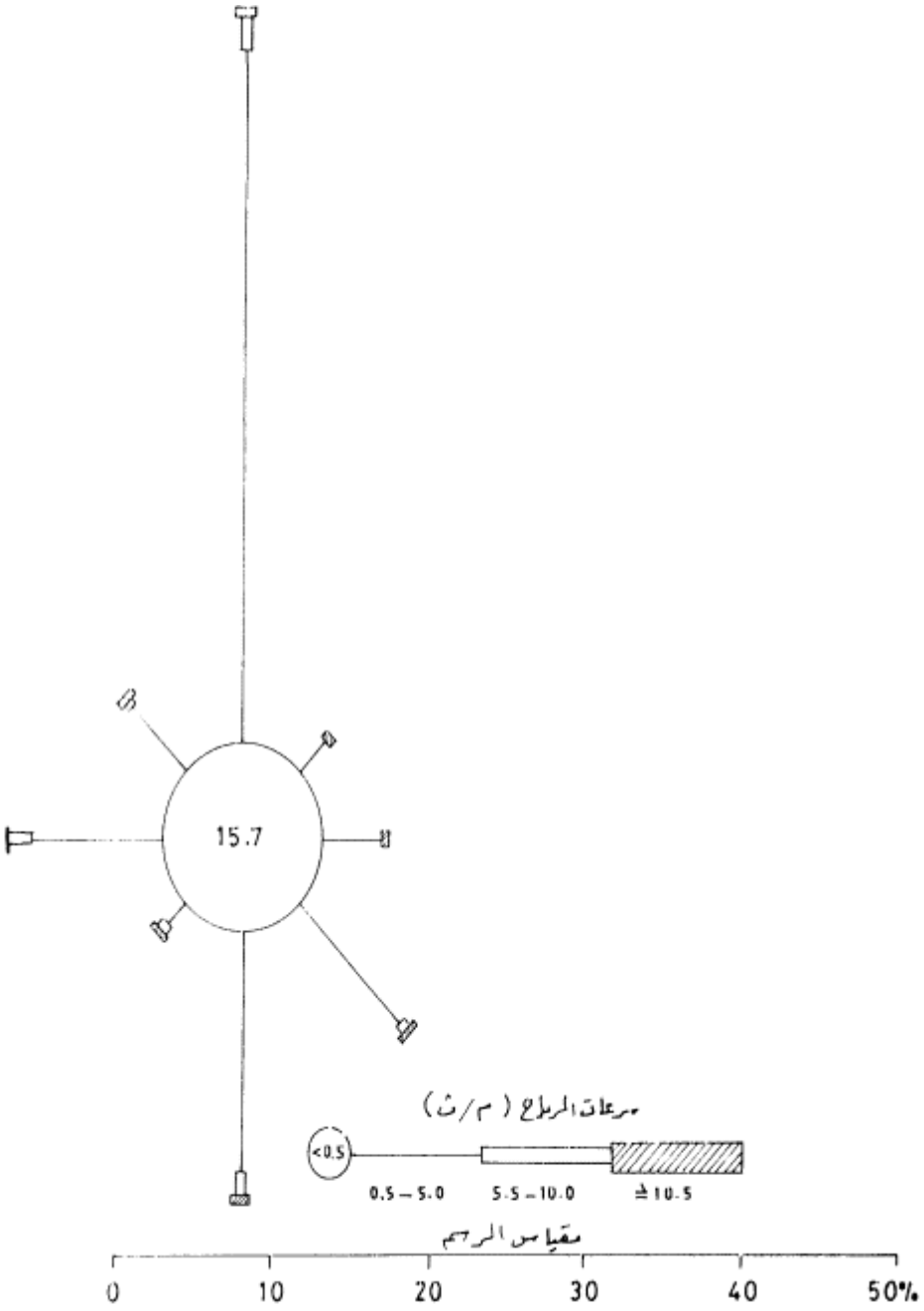
شكل رقم (أ1)

وردة الريح السنوية لمطار عمان



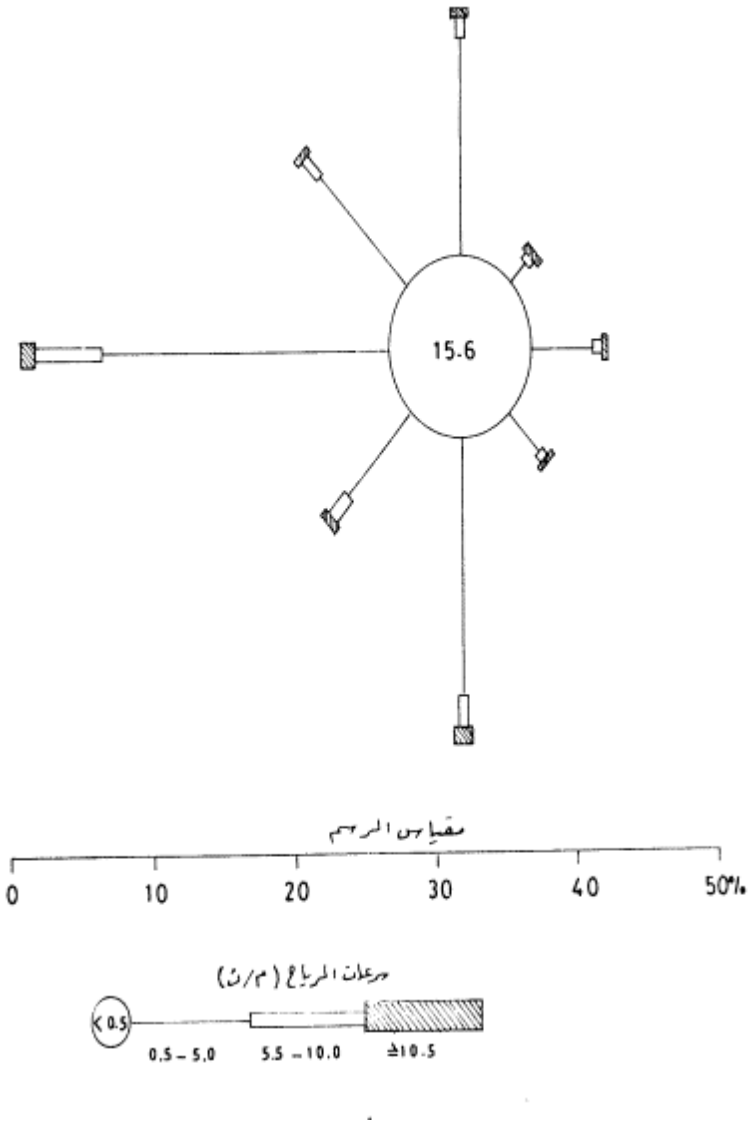
شكل رقم (أ 2)

وردة الريح السنوية لمطار القدس



شكل رقم (أ 3)

وردة الريح السنوية لمطار أريحا



شكل رقم (أ4)

وردة الريح السنوية لمطار الجفور

ملحق " ب "

المصطلحات الفنية

(أ)	
أباجورات	Shutters
أجهزة	Equipments
	Burning

احتراق	
أرضيـة	Floor
استهـلاك	Consumption
اسطوانـة	Cylinder
إشعاع شمسي	Solar Radiation
اشغـال	Occupancy
إطـار	Frame
ألومنيوم	Aluminum
أليـاف	Fibres
ألياف معدنية	Mineral Fibres
امتصـاص	Absorption
إنبعاثيـة	Emissivity
انتقـال	Transmission
انتقاليـة	Transmittance
إهتراء	Wear
(ب)	
بـاب	Door
بتيومـين	Bitumen
بخـار	Vapour
بخار المـاء	Water Vapour
بولايـت	Perlite
بصيـلة	Bulb
بوليستيرين	Polystyrene
بوليورثين	Polyurethane

(ت)	
تبريد	Cool in
	Puncture

تثقب	Cavity
تجويف	Lag
تخلف	Time-Lag
تخلف زمني	Heating
تدفئة	Central Heating
تدفئة مركزية	Flow
تدفق	Soil
تربة	Glazing
تزجيج	Single Glazing
تزجيج مفرد	Double Glazing
تزجيج مزدوج	Intermittance
تقطع	Condensation
تكثف	Conditioning
تكييف	Air-Conditioning
تكييف هواء	Tear
تمزق	Terrazo
تيرازو	

(ث)

ثانية	Second
ثقيلة	Heavy

(ج)

جاسئة	Rigid
شبه جاسئة	Semi – rigid
جافة	Dry
جبس	Gypsum
جدار	Wall

(ح)

Barrier	حاجز
Water Vapour Barrier	حاجز بخار الماء
Particles , Granulars	حبيبات
Stone	حجر
Limestone	حجر جيري أو كلسي
Firm stone	حجر راسخ
Soft stone	حجر رخو
Sand stone	حجر رملي
Hard stone	حجر قاسي
Semi – Firm Stone	حجر متوسط الوسوخ
Heat	حرارة
Thermal	حراري
Iron	حديد
Cast Iron	حديد سكب

(خ)

Slag	خبث
Concrete	خرسانة
Foam Concrete	خرسانة رغوية
Aggregate Concrete	خرسانة ركامية
Wood	خشب
Oak Wood	خشب بلوط
Mahogany Wood	خشب ماهوجوني
Beech Wood	خشب زان
Teak Wood	خشب ساج
Pine Wood	خشب صنوبر
Light	خفيف
Mastic Asphalt	خلطة زفتيه
Mixture	خليط

(د)

Temperature	درجة حرارة
Periodic	دوري

(ر)

Marble	رخام
Spraying	رش
Wet	رطب
Humidity	رطوبة
Absolute Humidity	رطوبة مطلقة
Relative Humidity	رطوبة نسبية
Foam	رغوة
Aggregate	ركام
Sand	رمل
Wind	ريح
Prevailing Wind	ريح سائدة

(ز)

Glass	زجاج
Asphalt	زفت
Mastic Asphalt	خلطة زفتيه

(س)

Loose	سائبة
Prevailing	سائدة
Prevailing Wind	ريح سائدة
Curtains	ستائر
Surface	سطح
Capacity	سعة

Specific Heat Capactiy	سعة حرارية نوعية
Ceiling	سقف
Suspended	سقف مغلق
Thickness	سماكة
	(ش)
Tension	شد
Severe Exposure	شديدة التعرض

	(ص)
Rock	صخر
Volcanic Rock	صخر بركاني
Metamorphic Rock	صخر متحول
Wool	صوف
Glass Wool	صوف زجاجي
Rock Wool	صوف صخري
	(ض)
Pressure	ضغط
	(ط)
Energy	طاقة
Layer	طبقة
Damp – Proof Courses	طبقات مانعة للترطيب
Bricks , Blocks	طوب
Concrete Blocks	طوب خرساني
Sand – Lime Bricks	طوب رملي جيري
	(ع)
Insulation	عازل

Organic	عضوية
Slab	عقدة
Element	عنصر

(غ)

Gram	غرام
Cover	غطاء

(ف)

Opening	فتحة
Mat	فرشة
Cork	فلين
Steel	فولاذ
Vermiculite	فيرميكولايت

(ق)

Plaster , Plastering	قصلرة
Thermal Intertia	قصور حرلري

(ك)

Density	كثافة
Quantity	كمية

(ل)

Rolls	لفائف
Board , Sheet	لوح
Chipboard	لوح خشب حبيبي
Plywood Board	لوح خشب رقائقي
Fibre Board	لوح ليفي
Fibre	ليف

لين	Soft

(م)

مبثوق	Extruded
مبلمر كلوريد الفينيل	Polyvinyl Chloride
متجانس	Homogenous
متر	Meter
محتوى الرطوبة	Moisture Content
محمية	Sheltered
مدة	Screed
مساحة	Area
مسحوق	Powder
مشع	Emitter
مصمتة	Solid
مطاط	Rubber
معامل النقص	Decrement Factor
معتدلة التعرض	Moderate Exposure
معجون	Putty
معدل	Rate
معدن	Metal
مفرغة	Hollow
مفقودة	Lost
مقاومة	Resistance
مقاومية	Resistivity
مكتسبة	Gained
ملاط	Mortar
ممدد	Expanded
مناخ	Climate

Permeance	منافذه
Conductance	مواصلة
Wave	موجة
Mozzaic	موزاييك
Conductivity	موصلية

Mega	ميغا
	(ن)
Window	نافذة
Copper	نحاس أحمر
Brass	نحاس أصفر
Ratio	نسبة
Fabric	نسيج
Permeability	نفاذية
Dew Point	نقطة الندى
Specific	نوعية
Specific Heat	حرارة نوعية
Newton	نيوتن
	(و)
Rose	وردة
Window rose	وردة رياح

المصادر

1. CODE OF BASIC DATA FOR THE DESIGN OF BUILDING (CP3),
British Standards Institution.

2. CODE FOR ENERGY CONSERVATION IN NEW BUILDING CONSTRUCTION,
National Conference of States on Building Codes and Standards, USA.

3. GUIDE TO CURRENT PRACTICE,
Institution of Heating and Ventilating Engineers.

4. CIBS GUIDE,
The Chartered Institution of Building Services, London.

5. ASHRAE HANDBOOK,
American Society of Heating, Refrigerating and Conditioning Engineers.

6. TURNER W. And MALLOY J.
"Thermal Insulation Handbook "

7. INSULATION HANDBOOK,
Lomax Wilmoth & Co.

8. CLIMATIC ATLAS of JORDAN (1971),
Meteorological Department, Jordan.

9. FAIRWEATHER, L.a. SLIWA J.A.
" AJ Metric Handbook "
The Architectural Press – London.

10 ENERGY CONSERVATION,
Institute for Industrial Research and Standards, Ireland.

11 KOENIGSBERGER, O.H. et al,
" Manual of Tropical Housing and Building" ,
Craftsman Book Company.

12 WILLIAMS, K.
" Planning and Building the Minimum Energy Dwelling ",
Craftsman Book Company.

13 BUILDING REGULATION OF DENMARK.

14 ALF DESIGN MANUAL,
Building Research Association of New Zealand.

15. BUILDING, N.S.

" Building Physics: Heat",

Pergamon Press.

16. العزل الحراري في البناء ،

خصائص ومقارنة ،

إعداد م . أدهم سبع العيش ،

مركز بحوث البناء ،

الجمعية العلمية الملكية ،

المراجع

-British Standards: -

BS 1142

BS 3837

BS 3927

BS 4841

BS 5617

BS 5803

-American Standards: -

ASTM – C 208

ASTM – C 355

ASTM – C 516

ASTM – C 534

ASTM – C 549

ASTM – C 552

ASTM – C 578

ASTM – C 591

ASTM – C 612

ASTM – C 640

ASTM – C 665

ASTM – C 726

ASTM – C 728

ASTM – C 739

ASTM – C 764

ASTM – D 781

ASTM – D 828

ASTM – E 96

- " كودة مواد البناء واستعمالاتها في صناعة البناء " من كودات البناء الوطني الأردني.
- " كودة التهوية الطبيعية والأصول الصحية " من كودات البناء الوطني الأردني.
- " كودة الإنارة الطبيعية " من كودات البناء الوطني الأردني.

وحدات النظام الدولي (SI Units)

والوحدات المستعملة معها

الكمية	الوحدة	الرمز الدولي	الرمز العربي
الطول	متر	m	م
	سنتمتر	cm	سم
	ملمتر	mm	ملم
	كيلو متر	km	كم
الكتلة	غرام	g	غم
	كيلو غرام	kg	كغم

	طن	t	طن
	ميليغرام	mg	ملغم
الزمـن	ثانية	s	ثانية
	دقيقة	min	دقيقة
	ساعة	h	ساعة
	يوم	d	يوم
زاوية مستوية	درجة	o	درجة
	دقيقة	'	دقيقة
	ثانية	"	ثانية
الحجـم	لتـر	L	لتر
	ميللتر	mL	مللتر
	متر مكعب	mm^2	م3
المساحـة	متر مربع	m^2	م2
	مليمتر مربع	mm^3	ملم2
القـوة	نيوتـن	N	ن
	كيلو نيوتن	KN	كن
الإجهـاد	نيوتن / ملمتر مربع	N/mm^2	ن / ملم2
	كيلو نيوتن / متر مربع	KN/m^2	كن / م2

معاملات التحويل من النظام المتري إلى النظام الدولي

نظـام متري		نظـام دولـي
كيلو غرام قوة	=	9,81 نيوتن
كيلو غرام قوة . متر	=	9,81 نيوتن . متر
كيلو غرام قوة / متر	=	9,81 نيوتن / متر
كيلو غرام قوة / سنتمتر مربع	=	0,0981 نيوتن / ملمتر مربع
كيلو غرام قوة / متر مربع	=	9,81 نيوتن / متر مربع
كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	9,81 نيوتن / متر مكعب
0,102 كيلو غرام قوة .	=	1 نيوتن

0,102 كيلو غرام قوة . متر	=	1	نيوتن . متر
0,102 كيلو غرام قوة / متر	=	1	نيوتن / متر
10,20 كيلو غرام قوة / سنتمتر مربع	=	1	نيوتن / ملمتر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مربع	=	1	نيوتن / متر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	1	نيوتن / متر مكعب

الأسس المتبعة في تبويب وترقيم
كودات البناء الوطني الأردني

أولا : قسمت كودات البناء الوطني الأردني وحسب موضوع البحث إلى عدة كودات مختلفة العناوين ، وقد أعطيت كل كودة رقما متسلسلا يميزها عن غيرها من الكودات .

ثانيا : تم تقسيم الكودة الواحدة إلى عدة أبواب رئيسية وأعطي كل باب رقما متسلسلا ضمن الكودة يميزه عن غيره من الأبواب .

ثالثا : قسم كل باب من الأبواب المختلفة لكل كودة وبترتيب تنازلي إلى ما يلي :-

المادة : ويرمز إليها برقمين مختلفين تفصل بينهما إشارة (/). ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب الذي تفرعت عنه هذه المادة بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم المادة نفسها .

البند : ويرمز إليه بثلاثة أرقام مختلفة تفصل بين كل اثنين منها إشارة (/) ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب ، ويمثل الرقم الأوسط رقم المادة التي تفرع منها هذا البند بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم البند نفسه .

البند الفرعي : ويرمز إليه بحرف أبجدي موضوع بين قوسين ويكون متفرعا عن البند ويرجع إليه برمز البند مضافا إليه رمز البند الفرعي نفسه .

الفقرة : ويرمز إليها برقم موضوع بين قوسين وتكون الفقرة متفرعة عن البند الفرعي ويرجع إليها بذكر رقم الفقرة نفسها ورمز البند الفرعي التابع لها .