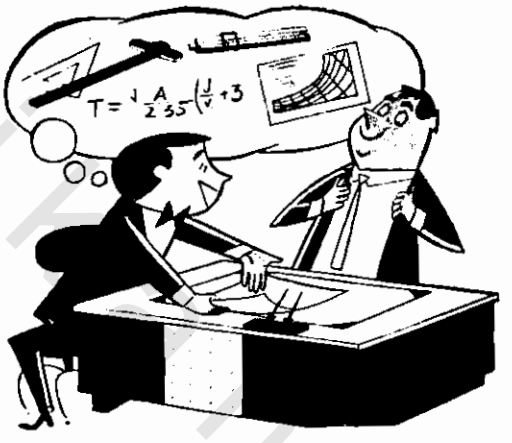
الفصل الثامن



١ ـ حساب الحمل الحرارى الخاص بأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها.

٢ ـ حساب الحمل الحرارى الخاص بالمحلات التجارية والمكاتب.

obeikandl.com

الفصل الثامن

١ - حساب الحمل الحرارى الخاص بأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها

توجد عدّة طرق مختلفة لحساب الحمل الحرارى الخاص بأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها، وسنشرح فى هذا الفصل من الكتاب أحد هذه الطرق التى تعتبر من أسهلها وأبسطها. هذا وتتدخّل عدة عوامل هامة عند حساب هذا الحمل. وأهم هذه العوامل هى نوع بناء المبنى، ونوعية استعمال المكان المطلوب تكييف هوائه وكذلك الأحوال الجوية المختلفة الخارجية والداخلية التى تُحدّد عند التصميم. وفيما يلى سنتكلم بالتفصيل أوّلاً عن هذه العوامل، وبعد ذلك سنشرح مصادر الحمل الحرارى وطريقة حسابه.

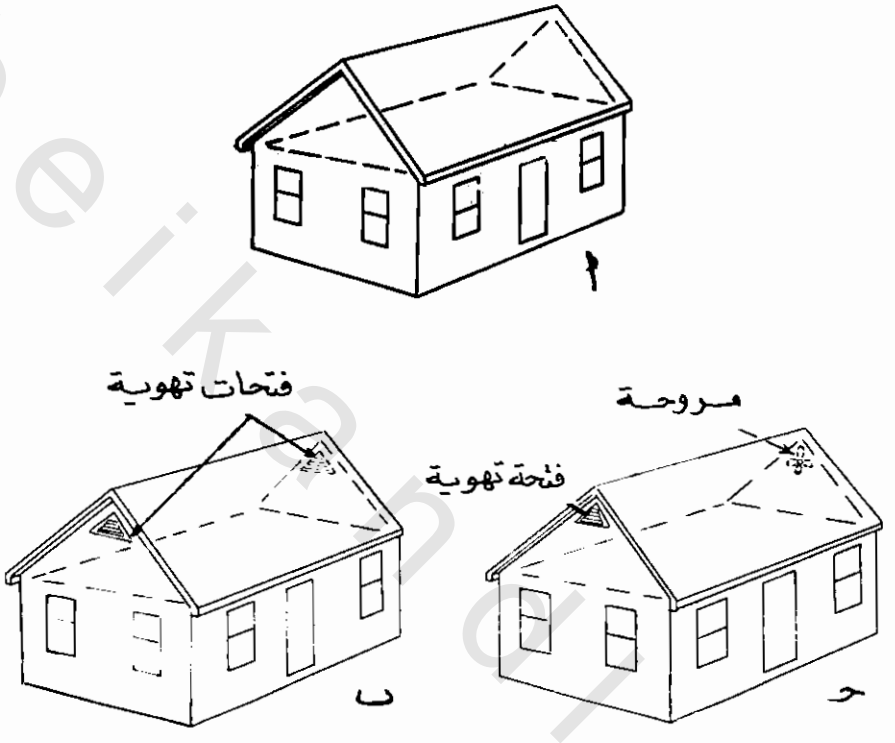
المبنى

إن معظم مصادر الحمل الحرارى بالنسبة لأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها خارجية وذلك بخلاف الأماكن التجارية والصناعية التى تكون معظم مصادر الحمل الحرارى بالنسبة لها داخلية. هذا وليس من الضرورى أن تكون السعة واحدة لجهازى تكييف الهواء اللذين يركّبان فى مكانين مختلفين مسطّح أرضيتهما تقريباً واحد؛ إذ أنه تؤثر على الحمل الحرارى للمكان عوامل أخرى على حجمه سنذكرها فيما يلى:

١ - السقف الهرمى للمبنى (Attic):

توجد بعض المبانى لها سقف هرمى. وفى الأيام المشمسة الشديدة الحرارة فإن هذا السقف إذا لم يكن مجهّزاً بوسائل تهوية كافية فإنه يسبّب زيادة الحمل الحرارى للمكان الموجود أسفله؛ ولهذا يجب أن تعمل فتحات تهوية مناسبة بكل جانب من حوائط هذا السقف كما هو مبين بالرسم رقم (٨ - أ ب) لنسمح للهواء الساخن الموجود داخل الفراغ أسفل هذا السقف بالهروب إلى الخارج عن طريق هذه الفتحات.

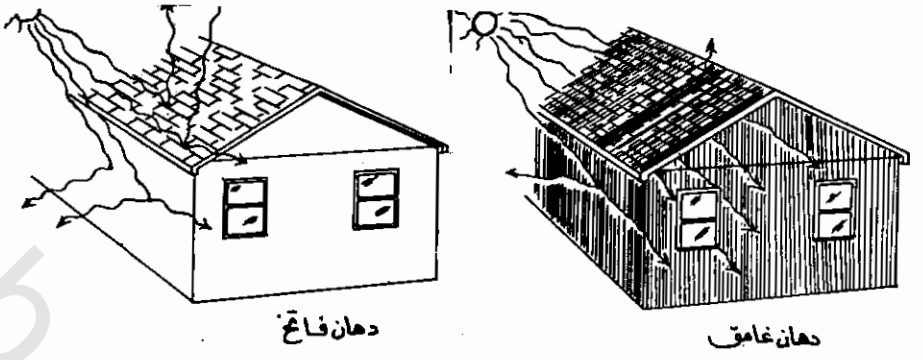
هذا ويمكن تركيب مروحة شفط صغيرة فى أحد حوائط هذا السقف فى جانب منه وعمل فتحة تهوية بالجانب الآخر كما هو مبين بالرسم رقم (٨ - ١حـ). وهذه الطريقة تعتبر الطريقة المثلى لتهوية الفراغ الموجود أسفل هذا الطراز من الأسقف.



رسم رقم (٨-١) طرق تهوية السقف الهرمى للمبنى.

٢ - لون المبنى من الخارج:

من المعروف أن الألوان الفاتحة لا تمتص الحرارة بالدرجة التى تمتصها الألوان الغامقة. لهذا يستحسن دهان حوائط وأسقف المبنى المعّرضة مباشرة لأشعة الشمس بدهان فاتح بقدر الإمكان. فمثلاً الأسقف المدهونة بدهان فاتح تمتّص فقط ثلثى الحرارة التى تمتصها هذه الأسقف إذا دهنت بدهان غامق حيث يوضح الرسم رقم (٨ - ٢) ذلك.



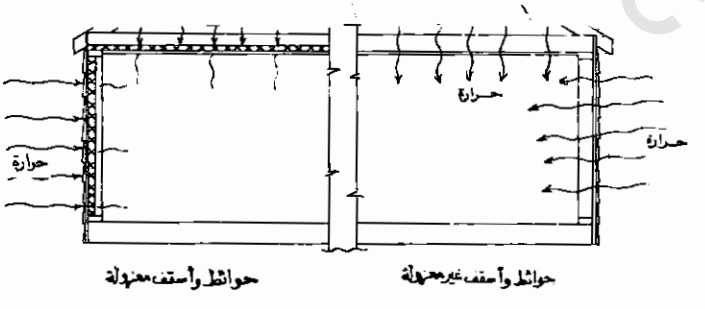
رسم رقم (٨-٢) الألوان الفاتحة لا تمتص الحرارة بالدرجة التى تمتصها الألوان الغامقة.

٣ - نوع البناء:

من الطبيعى أنه لا يمكن عمل شىء بالنسبة لنوع بناء المبنى المراد تكييف هوائه إذا كان قد تمّ بناؤه فعلاً، ولكن يمكن فى كثير من الحالات عمل تحسينات فى طريقة تركيب نوافذه وأبوابه بحيث تمنع بقدر الإمكان تسرّب الهواء الساخن (Infiltration) من الخارج إلى داخل المكان المكيّف، وبذلك نعمل على تخفيض مقدار الحمل الحرارى للمكان.

٤ - عزل المكان:

إن عملية عزل المكان المراد تكييف هوائه لها أهمية كبيرة فى تخفيض حمل التبريد لهذا المكان خلال فصل الصيف، وكذلك فى عدم تسرّب الحرارة من داخل المكان إلى خارجه فى فصل الشتاء. هذا وتركب المواد العازلة المناسبة للحوائط والأسقف المعرضة مباشرة لأشعة الشمس. والرسم رقم (٨ - ٣) يوضح لنا فائدة عزل حوائط وأسقف المكان المراد تكييف هوائه فى تخفيض حمل التبريد.



رسم رقم (٨-٣) أهمية عزل المكان المراد تكييف هواؤه فى تخفيض حمل التبريد.

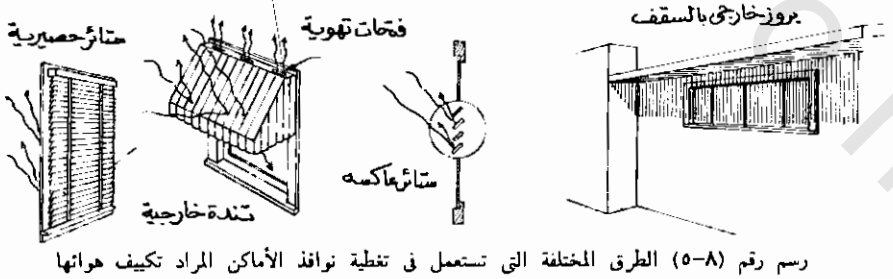
٥ - ظلال الأشجار والمبانى القريبة من المبنى:

إذا وجدت بعض الأشجار أو المبانى العالية بالقرب من المبنى المراد تكييف هوائه بحيث تظلل نوافذ وحوائط وسقف هذا المبنى كما هو ظاهر بالرسم رقم (٨ - ٤)، فإن مقدار الحرارة التى تمتصّها هذه الأجزاء أو تنتقل خلالها بواسطة أشعة الشمس تقلّ تبعاً لذلك.

رسم رقم (٨-٤) تأثير الأشجار أو المبانى العالية فى تخفيض مقدار الحرارة التى تتخلل نوافذ وحوائط وسقف المبنى.

٦ - النوافذ ونوع الستائر التى تغطيها:

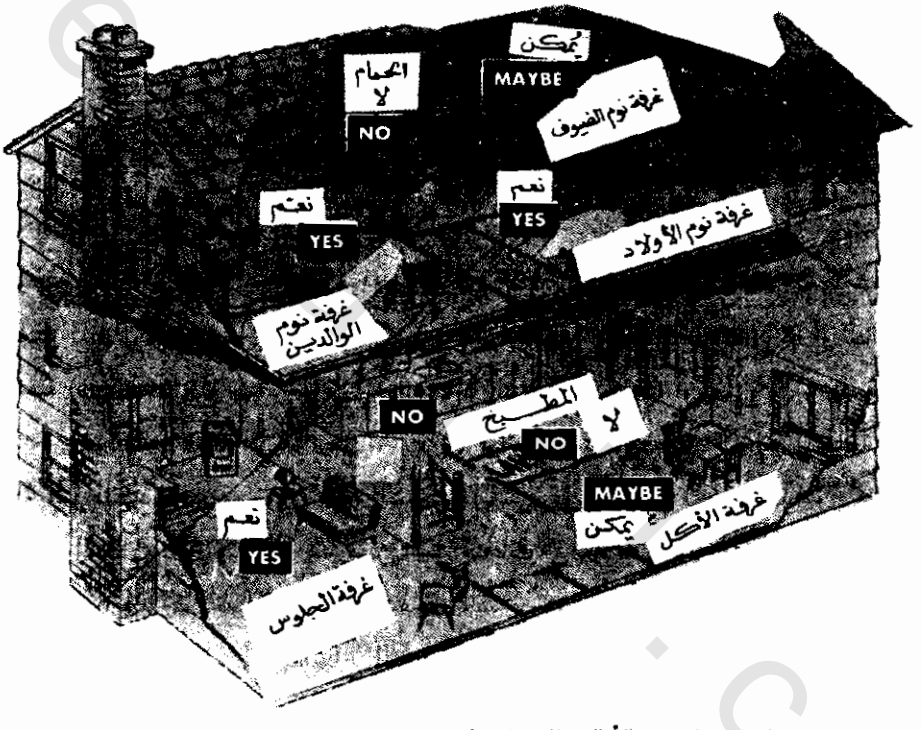
يستحسن بقدر الإمكان تغطية نوافذ الأماكن المراد تكييف هوائها والمعرّضة لأشعة الشمس المباشرة. وتستعمل لهذا الغرض إمّا ستائر حصيرية (Venetian Blinds) أو تندات خارجية (Awnings) أو ستائر عاكسة (Sun Reflecting Screens) أو يعمل بروز بالسقف (Overhanging Roof). الرسم رقم (٨ - ٥) يوضح استعمال هذه الأنواع المختلفة فى تغطية النوافذ وذلك لمنع دخول أشعة الشمس المباشرة إلى الأماكن المكيفة. هذا وفى حالة استعمال التندات الخارجية فإنه يستحسن عمل فتحات تهوية أعلاها كما هو ظاهر فى الرسم وذلك حتى لا يتراكم الهواء الساخن أسفلها. ويستحسن كذلك تركيب نوافذ من النوع الذى يشتمل على طبقتين من ألواح الزجاج الذى يكون بينهما فراغ (Double glazed Windows) فى هذه الأماكن المكيفة لخفض الحمل الحرارى بها.



رسم رقم (٨-٥) الطرق المختلفة التى تستعمل فى تغطية نوافذ الأماكن المراد تكييف هوائها والمعرضة لأشعة الشمس المباشرة.

نوعية استعمال المكان المطلوب تكييف هوائه

الرسم رقم (٨ – ٦) يبيّن مبنى نموذجيًّا لمنزل عائلى حديث تظهر به الغرف المختلفة الموجودة بداخله. وكما سنرى فيما يلى أنه ليس من الضرورى تكييف هواء جميع غرف هذا المنزل، إذ أن ذلك يتوقف على نوعية استعمال كل غرفة منها. وفيما يلى سنوضّح مقدار أهمية تكييف هواء كل غرفة منها وذلك بالنسبة لنوعية استعمالها:



رسم رقم (٨–٦) الأماكن التى يلزم تكييف هوائها بمبنى عائلى نموذجى حديث.

غرف النوم:

هذه الغرف يجب تكييف هوائها إذ أنها تستعمل طول الليل ولا تأخذ مقداراً كبيراً من حمل التبريد الذى يعطيه جهاز التكييف، علاوة على الراحة الكبيرة التى يشعر بها الشخص النائم فى غرفة مكيفة الهواء. أما غرف نوم الضيوف مثلاً فلا يلزم تكييف هوائها إلّا إذا كانت ستستعمل باستمرار.

غرف الجلوس:

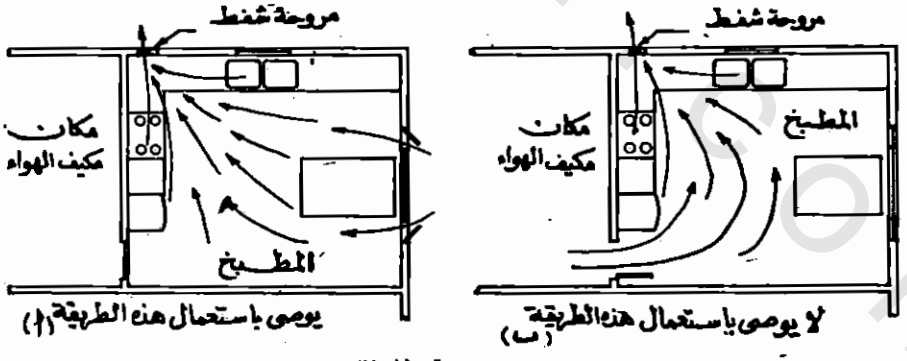
هذه الغرف تستعمل معظم الوقت وخصوصاً بعد إدخال أجهزة التليفزيون بها؛ ولهذا يلزم تكييف هوائها.

غرف الأكل:

نظرًا لأن معظم أفراد العائلة لا يقضون وقتاً كبيراً فى غرف تناول الطعام فإنه لا يكون من الضرورى تكييف هوائها إلّا إذا كانت تستهلك مقداراً صغيراً من حمل التبريد الذى يعطيه الجهاز.

المطابخ:

فى المطابخ الحديثة التى تشتمل على أفران لطهى الطعام كهربائية أو تعمل بالبوتاجاز، فإن هذه الأفران وحدها تولّد مقداراً من الحرارة تعادل كمية الحرارة التى يمتصّها جهاز تكييف هواء سعته ٣ طن تبريد. وطبعاً المطبخ الحديث يشتمل علاوة على الفرن الخاص بطهى الطعام على ثلاجة وغسالة للملابس كهربائية وأخرى لغسل الأطباق ومسخّن كهربائى للخبز. وكل هذه الأجهزة الكهربائية تولّد مقداراً كبيراً من الحرارة تستهلك مقداراً كبيراً جداً من حمل التبريد. لهذا لا يستحسن تكييف هواء هذه المطابخ. وكل ما يلزم تركيبه بها لتلطيف هوائها هو مروحة شفط بحيث تقوم بسحب الهواء من المطبخ عن طريق شباك مفتوح أو فتحة أو من مكان غير مكيّف كما هو موضح بالرسم رقم (٨ - ٧ ا)،



رسم رقم (٨-٧)

(أ) الطريقة التى يوصى باستعمالها لتلطيف هواء المطبخ.
(ب) الطريقة التى لا يوصى بإستعمالها لتلطيف هواء المطبخ.

إذ أنها لو سحبت الهواء من مكان مكيف كما هو موضح بالرسم رقم (٨ - ٧ب) فإنها تسبّب زيادة الحمل الواقع على جهاز التكييف بدون مبرر ويجب تحاشى إجراء ذلك.

غرف الحمام:

غرف الحمام تستعمل لفترات قصيرة وهى تعطى مقداراً كبيراً من الحرارة الكامنة ولهذا السبب فإنه غالباً لا يلزم تكييف هوائها.

obeikandl.com

الأحوال الجوية التى تُحدّد عند التصميم

درجة الحرارة الخارجية:

عند حساب الحمل الحرارى للمكان المراد تكييف هوائه فإنه لا تؤخذ درجة الحرارة الخارجية القصوى التى سُجِّلت للجهة الموجود بها هذا المكان. إذ أننا إذا قمنا بحساب الحمل الحرارى على أساس هذه الدرجة، فإننا نحتاج إلى تركيب أجهزة تكييف هواء تكون قوّتها كبيرة وتكاليف تركيبها وشرائها باهظة، وكذلك لا يكون عملها منتظماً فى معظم الأحوال. ولهذا فإنه يؤخذ متوسّط درجات الحرارة القصوى التى تسجلها هيئة الأرصاد الجوية للمكان المراد تكييف هوائه، وكذلك يستحسن أيضاً فى نفس الوقت الاعتماد على التجارب الشخصية عند اختيار هذه الدرجة. وفى العادة يكون متوسط هذه الدرجات أقل من درجة الحرارة القصوى التى تكون قد سُجِّلت للجهة.

وفى العادة عندما ترتفع درجة حرارة الجو الخارجى إلى حدود الدرجات القصوى فإن هذه الحالة لا تستمر إلّا لفترات قصيرة. وفى نفس الوقت تعمل درجة الحرارة المنخفضة التى يحتفظ بها الأثاث والمفروشات الموجودة داخل المكان المكيّف على حفظ درجة حرارة المكان عند الدرجة المريحة حتى خلال الفترة التى ترتفع فيها درجة حرارة الجو الخارجى بدرجة أعلى من الدرجة التى يكون قد حُسب على أساسها حمل التبريد. وتعرف هذه العملية (بقوّة الحدافة المختزنة Fly wheel Effect).

ويلاحظ أنه إذا قمنا بتركيب جهاز تكييف هواء فى مكان بحيث كانت قوّة الجهاز أكبر من قوّة الجهاز المفروض تركيبه، فإن الأشخاص الذين سيتواجدون بهذا المكان لن يشعروا براحة تماثل الراحة التى يشعرون بها إذا كانت قوّة الجهاز المركّب أقل قليلاً من قوة الجهاز المفروض تركيبه. فإذا كانت قوة جهاز التبريد أكبر بكثير من الحمل الحرارى للمكان فإن الجهاز يقف خلال فترات متقاربة بعد أن يعمل على تخفيض درجة حرارة المكان إلى الدرجة المطلوبة. وأثناء فترات وقوفه فإن مقدار الرطوبة داخل المكان المكيّف ترتفع بسبب عدم قيام ملف التبريد بتكثيف الرطوبة الزائدة التى قد تكون موجودة بالهواء الذى يمر خلاله، ويتسبب عن ذلك عدم شعور الأشخاص الموجودين داخل المكان المكيّف بالراحة المطلوبة حتى ولو كانت درجة حرارته منخفضة. ويحدث عكس ذلك عندما تكون قوّة جهاز تكييف

الهواء أقلّ قليلاً من قوّة الجهاز المفروض تركيبه. إذ أنه فى هذه الحالة يستمر جهاز التبريد فى العمل أطول مدة ولذلك فإنه يقوم بحفظ درجة مناسبة مريحة من الرطوبة داخل المكان المكيّف خلال فترة عمله ويتسبب عن ذلك شعور معظم الأشخاص الموجودين داخل المكان المكيّف براحة تامّة حتى ولو ارتفعت درجة حرارته قليلاً عن الدرجة التى على أساسها قد تم حساب حمل التبريد، وذلك عندما ترتفع درجة حرارة الخارج بدرجة كبيرة.

وفيما يلى بيان بدرجات الحرارة الجافة والرطبة الخارجية التى على أساسها يوصى بعمل حساب حمل التبريد وذلك بالنسبة لبعض البلاد العربية.

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)	درجة الحرارة الرطبة (ف°)
جمهورية مصر العربية:		
القاهرة	١٠٠	٧٥
الإسكندرية	٩١	٧٨
طنطا	٩٥	٧٧
بورسعيد	٩٤	٧٨
الإسماعيلية	١٠٤	٧٢
المنيا	١٠٥	٧٥
سوهاج	١١٤	٧٤
الأقصر	١١٤	٨٠
أسوان	١٢٠	٨٠
المملكة العربية السعودية:		
الظهران	١١٠	٨٥
جدّة	١٠٣	٨٤
الرياض	١٠٨	٧٧
العراق:		
بغداد	١١١	٧٢
الموصل	١١٢	٧٢
الأردن:		
عمان	٩٤	٦٩
لبنان:		
بيروت	٩١	٧٧

obeikandl.com

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)	درجة الحرارة الرطبة (ف°)
ليبيا:		
بنى غازى	٩٤	٧٦
السودان:		
الخرطوم	١٠٤	٧٦
سوريا:		
دمشق	٩٨	٧١
عدن:		
عدن	١٠٠	٨٢
الجزائر:		
الجزائر	٩٢	٧٦

درجة الحرارة الداخلية:

إن درجات الحرارة ونسبة الرطوبة المئوية للهواء داخل الأماكن المكيفة الهواء التى يشعر عندها الشخص العادى بالراحة التامة كانت موضوع أبحاث مختلفة وكثيرة، وقد سبق أن تكلمنا عن هذا الموضوع بالتفصيل فى الفصل الأوّل من هذا الكتاب، وعلى العموم فإن معظم الأشخاص يفضّلون درجة حرارة تتراوح ما بين ٧٥°ف (٢٣,٩°م) و ٧٢°ف (٢٢,٢°م) ونسبة رطوبة تتراوح ما بين ٦٠,٥٥٪. هذا ويجب تنظيم نسبة الرطوبة المئوية داخل الأماكن المكيّفة الهواء. وعادة تتم هذه العملية بطريقة أو أتوماتيكية. ومن التجربة قد لوحظ أن حمل الحرارة الكامنة لأحد أماكن الإقامة العادية التى يقوم جهاز تكييف الهواء برفعها لحفظ نسبة رطوبة مناسبة داخل المكان المكيف تعادل حوالى ٣٠٪ من حمل الحرارة المحسوسة الكلية للمكان. ولهذا فإن أجهزة التبريد الخاصّة بأجهزة تكييف الهواء تصّمم لرفع كلٍّ من الحرارة المحسوسة والكامنة من هواء الأماكن المكيفة بهذه النسبة.

الفرق بين درجة الحرارة المستعمل لحساب الحمل الحرارى:

إن الفرق بين درجة الحرارة المستعمل لحساب الحمل الحرارى هو عادة الفرق بين درجة الحرارة المطلوبة داخل المكان المكيف والتى مقدارها يتراوح فى العادة ما بين ٧٥°ف و ٧٢°ف، وبين درجة حرارة الخارج التى على أساسها يُصمّم حساب الحمل الحرارى.

obeikandl.com

مصادر الحمل الحرارى وطريقة حسابه

إن الحرارة تدخل أماكن الإقامة من الخارج خلال فصل الصيف بطرق مختلفة. وتتولّد كذلك داخل هذه الأماكن بواسطة الأشخاص وأجهزة مختلفة؛ ولهذا يجب عند حساب حمل التبريد، حساب كلٍّ من كمية الحرارة التى تدخل إلى المكان من الخارج والتى تتولّد داخله وذلك لإمكان اختيار قوّة جهاز التكييف اللأزم لهذا المكان. أما الحساب حمل التدفئة خلال فصل الشتاء، فإنه تحسب فقط الحرارة التى تفقد من داخل المكان وتتسرب إلى خارجه. إذ أن كمية الحرارة التى تتولّد داخل المكان فى فصل الشتاء لا تضاف عند الحساب إلى مقدار الحرارة التى يعطيها جهاز التدفئة وتستعمل كمعامل أمن للحسابات فقط.

وفى عمليات تكييف الهواء الخاصة بأماكن الإقامة يكون حمل الحرارة الخارجية أهم بكثير من حمل الحرارة الداخلية، ولكن ليس معنى هذا أن الحمل الداخلى يمكن إهماله عند حساب حمل التبريد لهذه الأماكن. وعلى هذا الأساس فإن المعاملات وطريقة حساب حمل التبريد التى سنذكرها فيما يلى خاصة فقط بحساب حمل التبريد لأماكن الإقامة فقط، إذ إن الحمل الحرارى الداخلى فى الأماكن التجارية والصناعية يكون أهم بكثير من حمل الحارة الخارجية وذلك عند حساب حمل التبريد لهذه الأماكن. وفى الجزء الثانى من هذا الفصل من الكتاب سنشرح طريقة حساب حمل التبريد لهذه الأماكن.

وفيما يلى سنتكلم عن مصادر الحمل الحرارى الخاصة بأماكن الإقامة المراد تكييف هوائها. ومن الجدول رقم (١) يمكن معرفة المعاملات المختلفة اللازمة لحساب الحمل الحرارى الذى ينتج عن جميع هذه المصادر:

النوافذ – انتقال الحرارة بواسطة أشعة الشمس المباشرة:

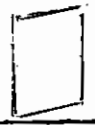
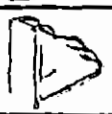
إن الحرارة التى تدخل الغرفة عن طريق النوافذ المعرضة لأشعة الشمس المباشرة تعتبر من أهم مصادر الحمل الحرارى، وتتوقّف كمية هذه الحرارة على اتجاه هذه النوافذ ونوعها وحجمها ونوع الستائر المركّبة بها. هذا وكلنا نعرف أن الشمس تتحرك من جهة الشرق صباحاً وتتجّه ناحية الغرب بعد الظهر. وعلى هذا فإن الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس داخل الغرف عن طريق النوافذ يتغيّر تبعًا لذلك. ففى الصباح تكون النوافذ المركبة فى الجهة الشرقية من المبنى هى المعرضة لأشعة الشمس المباشرة، بينما النوافذ المركبة

فى الجهة الغربية تكون معرّضة لأشعة الشمس المباشرة عند الظهر، وبعد الظهر تكون النوافذ المركبة فى الجهة الغربية هى المعرّضة لأشعة الشمس المباشرة. فإذا أضفنا الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس المباشرة لجميع النوافذ المركبة فى جميع الأتجاهات من المبنى فإننا بذلك نحصل على مقدار حمل حرارى يكون كبيرًا جدًّا ولا يمكن حدوثه فعلاً فى وقت واحد. وعلى هذا فإنه عند حساب هذا الحمل الحرارى، فإنه يؤخذ فقط الأتجاه الذى ينقل أكبر حمل حرارى بواسطة أشعة الشمس المباشرة.

هذا وفى بعض الحالات التى تكون فيها الغرف ذات الحمل الحرارى الكبير الذى ينتقل إليها بواسطة أشعة الشمس المباشرة لا تشتعمل فى الوقت الذى تكون فيه الشمس ساطعة، وذلك كما هو الحال بالنسبة لغرف النوم مثلاً المركب بها نوافذ فى الجهة الغربية أو الجنوبية منها، والتى ينتقل عن طريقها حمل حرارى كبير بواسطة أشعة الشمس، ونظرًا لأن هذه الغرف لا تحتاج إلى تكييف هوائها خلال فترة النهار فلهذا لا يحسب الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس لجميع هذه الغرف. ويجب مراعاة مثل هذه الحالة بالنسبة لفترات استعمال باقى الغرف. وحيث إن الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس إلى أماكن الإقامة يعتبر جزءاً هامًّا بالنسبة للحمل الحرارى الكلّى الخاص بهذه الأماكن، فإنه يجب العمل على تخفيض هذا الحمل بقدر الإمكان وذلك باستخدام إحدى الوسائل السابق ذكرها.

النوافذ - انتقال الحرارة بالتوصيل:

بالإضافة إلى كمية الحرارة التى تنتقل خلال النوافذ بواسطة أشعة الشمس المباشرة فإنها تنتقل أيضًا خلال هذه النوافذ بواسطة التوصيل عن طريق الزجاج المركّب بها. وتتغيّر كمية الحرارة التى تنتقل بهذه الطريقة تبعًا لنوع النافذة وحجمها والفرق بين درجة حرارة الخارج والداخل. وهذا وتكون مقاومة النوافذ التى تشتمل على طبقتين من الواح الزجاج بينهما فراغ فى نقل الحرارة بواسطة التوصيل أكبر من مقاومة النوافذ التى تشتمل على طبقة واحدة من ألواح الزجاج، لهذا يستحسن بقدر الإمكان تركيب النوع عن هذه النوافذ التى تشتمل على طبقتين من ألواح الزجاج بينهما فراغ وذلك للغرف المطلوب تكييف هوائها وكما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-٨).

تخفيض انتقال الحرارة ٪	معامل انتقال الحرارة U	
	نافذة عادية ١,١٣	
٦٠	نافذة ضد الحواصف ٠,٤٥	
٤٣	نافذة طبقتين من الزجاج بينهما فراغ ٠,٦٥	

رسم رقم (٨-٨) انتقال الحرارة بالتوصيل خلال أنواع مختلفة من النوافذ الزجاجية.

الحوائط المعرّضة للخارج:

تتوقف كمية الحرارة التى تتخلل الحوائط المعرضة للخارج على العوامل الآتية:

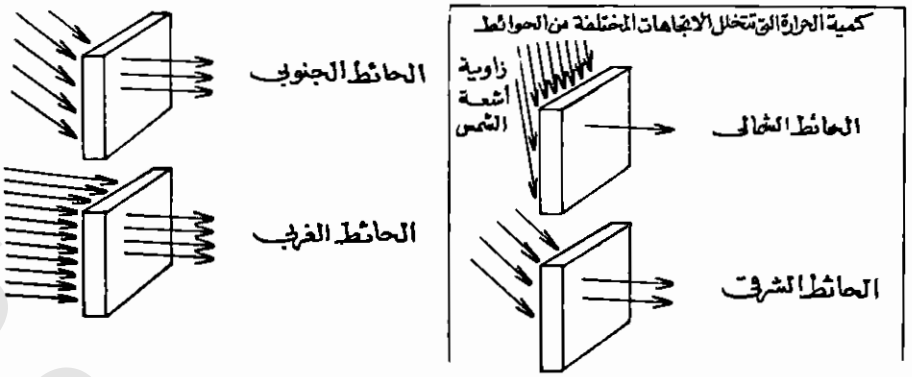
١ - الاتجاه الذى تواجهه هذه الحوائط حيث نجد أن أقل كمية من الحرارة تنتقل خلال المبنى تحدث بالناحية الشمالية نظرًا لأنه فى منتصف الكرة الشمالى نادرًا ما تصل أشعة الشمس إلى هذا الجانب.

الناحية الشرقيه تكون أكبر قليلًا من الأتجاه الشمالى نظرًا لأن أشعة الشمس تترك هذا الجانب من المبنى قبل أن ترتفع درجة الحرارة إلى أقصاها خلال اليوم.

الحوائط التى تواجه الناحية الجنوبية تتعرض لأشعة الشمس خلال الساعات المتأخرة من الصباح والمبكرة بعد الظهر وذلك عندما تكون الشمس أكثر سطوعًا (مباشرة بأكبر درجة فوق الرأس) وينتج عن ذلك زيادة فى كمية الحرارة التى تنتقل داخل الغرفة. إنّ أقصى انتقال حرارة إلى داخل الغرفة يحدث خلال الحوائط التى تواجه ناحية الغرب، إذ أنها تتعرّض لأشعة الشمس من بعد الظهر حتى وقت غروب الشمس.

هذا والرسم رقم (٨-٩) يوضح كمية الحرارة التى تتخلل الاتجاهات المختلفة من حوائط المبنى.

٢ - نوعية بناء الحائط، حيث يعتبر نوع المادّة التى تستخدم فى بناء هذه الحوائط والمادة العازلة (إذا كانت قد استعملت) عاملًا هامًّا يؤثّر على كمية الحرارة التى تنتقل إلى داخل الغرفة. فنجد أن الحوائط المبنية بقوالب القرميد أو الأحجار نظرا لكلتيهما والحرارة

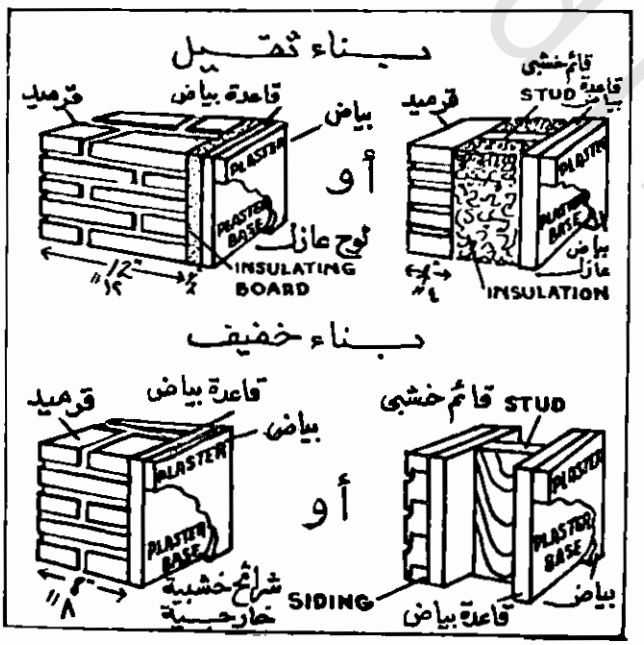


رسم رقم (٨-٩) كمية الحرارة التى تتخلل الإتجاهات المختلفة من حوائط المبنى.

النوعية) تؤخّر انتقال الحرارة وتعمل على تخفيض تأثير أقصى حمل حرارى من الشمس. وتعتبر هذه الحوائط ذات بناء ثقيل (Heavy Construction).

والحوائط ذات السمك الرفيع والتى تواجه الناحية الغربية تنتقل خلالها كمية كبيرة من حرارة الشمس بسرعة إلى داخل الغرفة، وبذلك .يلقى أقصى حمل حرارى على جهاز تكييف الهواء. وتعتبر هذه الحوائط ذات بناء خفيف (Light Construction).

الرسم رقم (٨-١٠) يوضح لنا نماذج من أنواع الحوائط ذات البناء الثقيل وأخرى ذات البناء الخفيف.



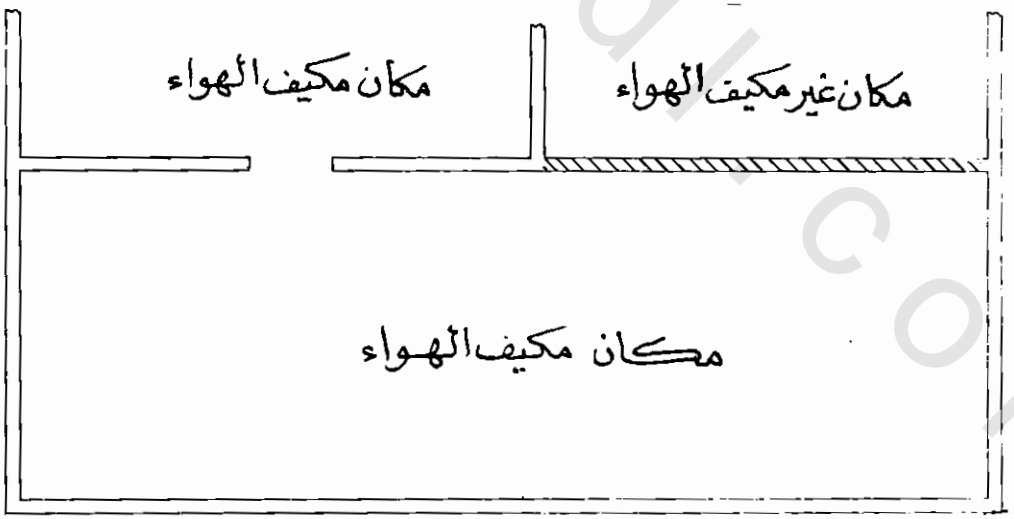
رسم رقم (٨-١٠) نماذج من أنواع الحوائط ذات البناء الثقيل وأخرى ذات البناء الخفيف.

الأبواب:

تنتقل الحرارة خلال الأبواب الخارجية بنفس الطريقة التى تنتقل بها خلال الحوائط المعرضة للخارج. ولحساب حجم الباب، تطرح مساحة الزجاج المركب به (إن وجد) من مساحة الباب الكلية.

قطاعات الحوائط الداخلية (Partitons):

إذا كان القطاع يقع بين مكانين مكيف هواؤهما، فإنه من الطبيعى أن الحرارة لا تنقل بينهما، ولكن إذا كان هذا القطاع يقع بين مكان غير مكيف الهواء ومكان آخر مكيف، فإنه يجب فى هذه الحالة حساب الحمل الحرارى الذى ينتقل إلى المكان المكيّف خلال هذا القطاع. وإذا كان مثلاً جزء من هذا القطاع يقع بين مكان غير مكيّف الهواء والجزء الآخر يقع بين مكانين مكيّف هواؤهما كما هو ظاهر بالرسم رقم (٨-١١)، فإنه فى مثل هذه الحالة يجب حساب الحمل الحرارى الذى ينتقل فقط خلال الجزء من القطاع الذى يقع بين المكان غير المكيّف والمكان المكيف الهواء. ونظرًا لأن القطاعات الداخلية لا تكون معرضة لأشعة الشمس المباشرة فإن لون دهانها ليس له أهمية بالنسبة لكمية الحرارة التى تنقل خلالها.



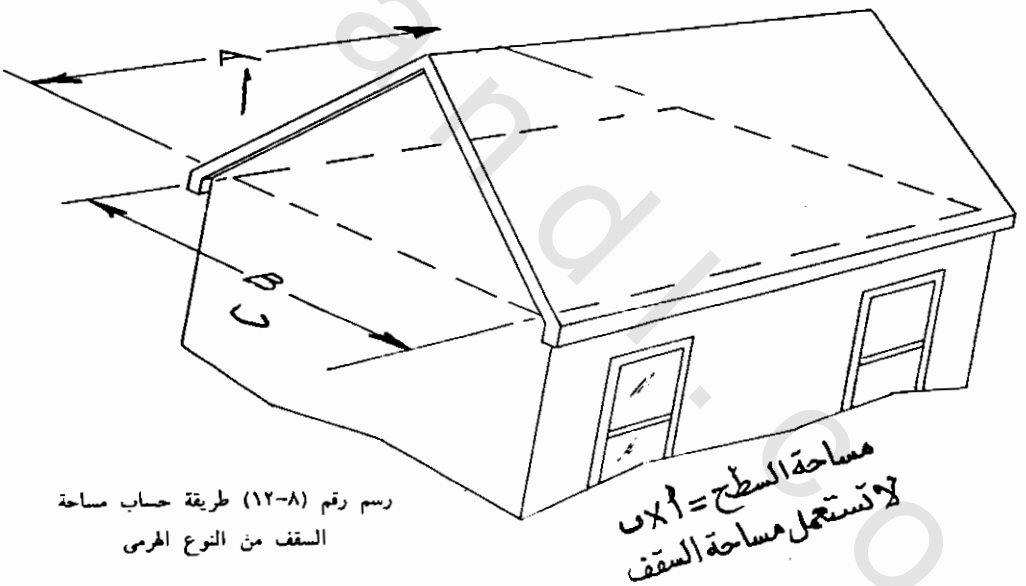
رسم رقم (٨-١١) جزء من القطاع يقع بين مكان مكيف هواؤه والجزء الآخر يقع بين مكانين مكيف هوائها.

ولحساب مساحة القطاع تحسب فقط المساحة الواقعة بين المكان المطلوب تكييف هوائه والمكان غير المكيّف، ويؤخذ كذلك الفرق بين درجة حرارة هذين المكانين عند حساب الحمل الحرارى.

السقف المعرّض للخارج أو الذى فوقه سقف آخر على شكل هرمى:

يمكن اعتبار هذا السقف كالحوائط الخارجية عند حساب كمية الحرارة التى تنتقل خلاله إلّا إذا كانت توجد وسائل تهوية للحيز الموجود بين السقف الأفقى والسقف الآخر ذى الشكل الهرمى. ومن الجدول رقم (١) يمكن معرفة المعاملات التى تستعمل عند حساب الحمل الحرارى للأسقف التى تشتمل على وسائل تهوية والتى لا تشتمل عليها.

ولحساب مساحة السقف من النوع الهرمى، تحسب فقط مساحة السقف الأفقى الموجود أسفله كما هو موضح بالرسم رقم (٨-١٢)



رسم رقم (٨-١٢) طريقة حساب مساحة السقف من النوع الهرمى

السقف الموجود تحت مكان غير مكيف الهواء:

الملاحظات والخطوات المستعملة فى حساب الحمل الحرارى لقطاعات الحوائط الداخلية تستعمل عند حساب الحمل الحرارى الذى ينتقل خلال سقف موجود تحت مكان غير مكيّف الهواء.

الأرضيات:

إذا كانت أرضية المبنى المطلوب تكييف هوائه فوق بدروم مقفول أو مكان مكيف الهواء فإنه لا يعمل حساب لكمية الحرارة التى تنتقل بينها. أما إذا كانت الأرضية واقعة فوق بدروم مفتوح أو مكان غير مكيف، فإنه يجب فى هذه الحالة حساب كمية الحرارة التى تنتقل بينها والتى يتوقف مقدارها على نوعية بناء الأرضية ومساحتها والفرق بين درجة حرارة المكان الموجود فوقها والموجود أسفلها.

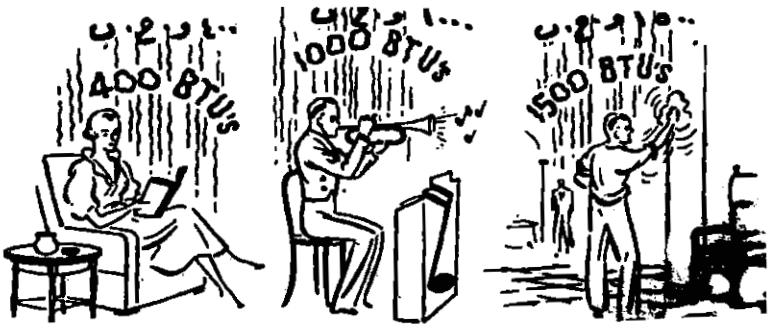
الهواء الخارجى:

يحدث بجميع أماكن الإقامة تسرّب للهواء من خارج المبنى إلى داخله ومن داخله إلى الخارج عن طريق النوافذ والأبواب الموجودة بالمبنى. وكلما كانت هذه الأبواب والنوافذ محكمة الغلق، فإن مقدار هذا التسرّب يكون قليلًا. وعلى العموم فإنه يجب حساب الحمل الحرارى الذى ينتج عن هذا التسرب (Infiltration). ونظرًا لصعوبة تحديد كمية هذا التسرب فإن الحرارة المحسوسة التى تفقد عن طريقه تحسب على أساس مساحة أرضية المكان المراد تكييف هوائه بالقدم المربع والفرق بين درجة حرارة الداخل والخارج.

وعادة لا يلزم لأماكن الإقامة المكيفة الهواء عملية تهوية منتظمة إذ أنه يكتفى بالهواء الخارجى الذى يتسرب من خارج المبنى إلى داخله عن طريق النوافذ والأبواب.

الأشخاص:

كما سبق أن ذكرنا فى الفصل الأوّل من هذا الكتاب أن كمية الحرارة التى يعطيها جسم الإنسان للهواء المحيط به تتوقف على درجة نشاطه. فمثلًا الشخص الجالس فى وضع مريح يعطى كمية من الحرارة أقل من الشخص الذى يقوم بأداء عمل شاق كما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-١٣). وهذه الحرارة التى يعطيها جسم الإنسان للهواء المحيط به تكون حرارة محسوسة وكامنة كما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-١٤). وبالنسبة لأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها تحسب الحرارة المحسوسة بها على أساس ٢٥٠ و.ح.ب لكل شخص موجود بها. أما الحرارة الكامنة فسنتكلم عنها فيما بعد. وعمومًا عند حساب حمل التبريد يعمل حساب عدد الأشخاص الذين فى العادة يشغلون المكان المطلوب تكييف هوائه، ولو



رسم رقم (٨-١٣) كمية الحرارة التى يعطيها جسم الإنسان عندما يكون جالسا فى وضع مريح، وعند ما يقوم بنشاطات مختلفة.

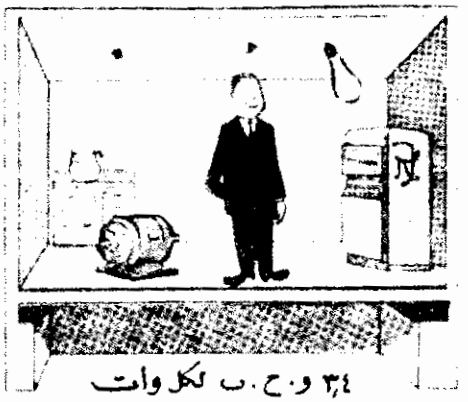
أنه أحيانًا يكون من الصعب معرفة عدد الأشخاص بالضبط الذين قد يزيدون عن هذا العدد والذين قد يحضرون للزيارة أو حضور بعض الحفلات من وقت لآخر والذين لم يعمل حسابهم عند حساب حمل التبريد. لهذا يستحسن عمل طريقة بوابات (دامير) خاصة يمكن عن طريقها تحويل الهواء المكيّف من بعض الغرف التى لا يوجد بها أشخاص فى أوقات هذه الزيارات أو الحفلات إلى الغرف الأخرى التى يتواجدون بها.

رسم رقم (٨-١٤) الحرارة المحسوسة والكامنة التى يعطيها جسم الإنسان للهواء المحيط به.

الأجهزة الكهربائية:

الأجهزة الكهربائية والإنارة تعطى للهواء المحيط بها حرارة تقدر بـ ٣,٤ و.ح.ب لكل

وات من قوّتها كما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-١٥). فمثلاً اللمبة الكهربائية التى قوتها ١٠٠ وات تعطى حرارة قدرها ٣٤٠ و.ح.ب أثناء إضاءتها هذا ولا يجب حساب الحمل الحرارى لهذه الأجهزة أو للإنارة إلّا إذا كانت تستعمل فى الفترة التى يكون فيها الحمل الحرارى للمكان يبلغ أقصاه.



رسم رقم (٨-١٥) الأجهزة الكهربائية والإنارة تعطى للهواء المحيط بها حرارة تقدر ب ٣,٤ و.ح.ب لكل وات من قوتها.

نسبة الحرارة الكامنة:

بعض مصادر الحمل الحرارى السابق ذكرها تشتمل على كمية حرارة محسوسة وأخرى كامنة، فإذا كان من الضرورى حفظ نسبة الرطوبة داخل المكان المطلوب تكييف هوائه عند المستوى المريح، فإنه يجب فى هذه الحالة رفع هذه الحرارة الكامنة من هواء المكان وذلك بالعمل على تكثيف الرطوبة الزائدة الموجودة به بواسطة ملفّ تبريد جهاز تكييف الهواء. هذا ولقد وجد بالتجربة أن كمية هذه الحرارة فى أماكن الإقامة تعادل حوالى ٣٠٪ من كمية الحرارة الكلية المحسوسة الموجودة بالمكان.

الحرارة الكلية:

إن الحرارة الكلية التى يجب رفعها من المكان المطلوب تكيف هوائه بواسطة جهاز تكييف الهواء تعادل مجموع الحرارة التى تعطيها المصادر المختلفة السابق ذكرها، والتى يجب أن تساوى الوحدات الحرارية البريطانية (و.ح.ب/ ساعة) التى يمكن أن ترفعها أجهزة تبريد جهاز تكييف الهواء.

جدول رقم (١) – المعاملات
التى تستعمل لحساب حمل التبريد الخاص بأماكن الإقامة

البند رقم	المعـــــــامل					
١ – النوافذ – المعرضة لأشعة الشمس المباشرة:	غير مركب بها ستائر		مجهزة بستائر داخلية أو ستائر حصيرية		مجهزة بتندة خارجية		مجهزة بستائر عاكسة	
يحسب الحمل الحرارى لجميع النوافذ الموجودة فى جميع الاتجاهات، ولكن يؤخذ فقط الاتجاه ذو الحمل الأكبر منها.	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج
(أ) الاتجاه الشمالى الشرقى.	٣٥	٣٠	١٥	١٣	١٠	٩	صفر	صفر
(ب) الاتجاه الشرقى.	٧٠	٦٠	٣٠	٢٦	٢٠	١٧	١٠	٩
(جـ) الاتجاه الجنوبى الشرقى.	٩٥	٨١	٤٥	٣٨	٢٥	٢١	١٠	٩
(د) الاتجاه الجنوبى.	١١٠	٩٤	٥٠	٤٣	٣٠	٢٦	١٠	٩
(هـ) الاتجاه الجنوبى الغربى.	١٣٥	١١٥	٦٠	٥١	٤٠	٢٤	١٥	١٣
(و) الاتجاه الغربى.	١٧٠	١٤٥	٧٥	٦٤	٥٠	٤٣	٢٠	١٧
(ر) الاتجاه الشمالى الغربى.	١٤٠	١١٩	٦٥	٥٥	٤٥	٣٨	١٥	١٣

obeikandl.com

الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجية (الجافة) التي يعمل على أساسها حمل التبريد (ف°)

		١٠°	١٢°	١٤°	١٥°	١٦°	١٨°	٢٠°	٢٢°	٢٤°	٢٥°
٢ – النوافذ – انتقال الحرارة بالتوصيل:											
(أ) تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج.		١١	١٤	١٦	١٧	١٨	٢٠	٢٣	٢٥	٢٧	٢٨
(ب) تشتمل على طبقتين من الزجاج بينهما فراغ.		٥	٦	٧	٨	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٢
٣ – الابواب:		٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
٤ – الحوائط – المعرضة للخارج:											
(أ) حوائط خشبية غير معزولة	لون فاتح (ف)	٣,٤	٣,٩	٤,٤	٤,٧	٤,٩	٥,٤	٥,٩	٦,٤	٦,٩	٧,٢
	لون غامق (غ)	٤,٧	٥,٢	٥,٧	٥,٩	٦,٢	٦,٧	٧,٤	٧,٧	٨,٢	٨,٥
(ب) حوائط خشبية معزولة	ف	٢,٦	٣	٣,٤	٣,٦	٣,٧	٤,١	٤,٥	٤,٩	٥,٢	٥,٤
بطبقة عازلة ١ بوصة	غ	٣,٦	٤	٤,٤	٤,٦	٤,٧	٥,١	٥,٥	٥,٩	٦,٢	٦,٤
(جـ) حوائط خشبية معزولة	ف	١,٤	١,٦	١,٨	٢	٢,١	٢,٣	٢,٥	٢,٧	٢,٩	٣
بطبقة عازلة ٢ بوصة أو أكثر.	غ	٢	٢,٢	٢,٤	٢,٥	٢,٦	٢,٨	٣	٣,٢	٣,٤	٣,٥
(د) حوائط قرميد ٤ بوصة	ف	٢,٧	٣,٢	٣,٨	٤,١	٤,٣	٤,٩	٥,٤	٥,٩	٦,٥	٦,٧
غير معزولة.	غ	٣,٦	٤,١	٤,٧	٤,٩	٥,٢	٥,٨	٦,٣	٦,٨	٧,٤	٧,٦
(هـ) حوائط قرميد ٤ بوصة ومعزولة	ف	٢,١	٢,٥	٢,٩	٣,٢	٣,٤	٣,٨	٤,٢	٤,٣	٥,٦	٥,٨
من الداخل بطبقة عازلة ١ بوصة.	غ	٢,٨	٣,٢	٣,٦	٣,٨	٤,١	٤,٥	٤,٩	٥,٣	٥,٧	٥,٥
(و) حوائط قرميد ٤ بوصة ومعزولة	ف	٣	١,٢	١,٤	١,٦	١,٧	١,٩	٢,١	٢,٣	٢,٥	٢,٦
من الداخل بطبقة عازلة ٢ بوصة أو اكثر.	غ	١,٤	١,٦	١,٨	١,٩	٢	٢,٢	٢,٤	٢,٦	٢,٨	٢,٩

obeikandl.com

(ر) حوائط قرميد ٨ بوصة أوقوالب	ف	,٩	١,٩	٢,٩	٣,٤	٣,٩	٤,٩	٥,٩	٦,٩	٧,٩	٨,٤
خرسانة ١٢ بوصة.	غ	٣,١	٤,١	٥,١	٥,٦	٦,١	٧,١	٨,١	٩,١	١٠,١	١٠,٦
(حـ) حوائط طوب مفرغ	ف	٢,١	٢,٩	٢,٨	٤,٢	٤,٦	٥,٥	٦,٣	٧,٢	٨	٨,٤
٨ بوصة.	غ	٤,٢	٥	٥,٩	٦,٣	٦,٧	٧,٦	٨,٤	٩,٢	١٠,١	١٠,٥
(ط) حوائط قرميد ١٢ بوصة	ف	,٧	١,٤	٢,١	٢,٥	٢,٩	٣,٦	٤,٣	٥	٥,٧	٦,١
	غ	٢,٣	٣	٣,٧	٤,١	٤,٤	٥,٢	٥,٩	٦,٦	٧,٣	٧,٧
(ى) حوائط وقوالب خرسانية ٨ بوصة	ف	٢,١	٣,٢	٤,٣	٤,٩	٥,٥	٦,٦	٧,٧	٨,٨	٩,٩	١٠,٥
أو ١٢ بوصة.	غ	٣,٩	٥	٦,١	٦,٧	٧,٣	٨,٤	٩,٥	١٠,٦	١١,٧	١٢,٣
٥ – القطاعات الداخلية:		١,٨	٢,٢	٢,٥	٢,٧	٢,٩	٣,١	٣,٦	٤	٤,٣	٤,٥
٦ – أسقف أفقية أو تحت سقف هرمى معرضة للخارج:											
(أ) سقف أفقى لا يوجد طابق أعلاه	ف	١٩,٣	٢٠,٧	٢٢,١	٢٢,٨	٢٣,٥	٢٤,٩	٢٦,٢	٢٧,٦	٢٩	٢٩,٧
أولا توجد تهوية بالسقف الهرمى.	غ	٣١,٢	٣٢,٦	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,٣	٣٦,٦	٣٨	٣٩,٣	٤٠,٧	٤١,٤
(ب) كما فى (أ) ولكن توجد تهوية	ف	٩	٩,٦	١٠,٢	١٠,٥	١٠,٨	١١,٥	١٢,٢	١٢,٨	١٣,٥	١٣,٨
بالسقف الهرمى.	غ	١٤,٤	١٥	١٥,٥	١٦	١٦,٣	١٦,٩	١٧,٦	١٨,٢	١٨,٩	١٩,٢
(جـ) كما فى (ب) ولكن معزول	ف	٣,٤	٣,٦	٣,٩	٤	٤,١	٤,٤	٤,٦	٤,٨	٥,١	٥,٢
بطبقة عازلة ٢ بوصة.	غ	٥,٤	٥,٦	٥,٩	٦	٦,١	٦,٤	٦,٦	٦,٨	٧,١	٧,٢
(د) كما فى (جـ) ولكن معزول	ف	٢,٥	٢,٧	٢,٩	٣	٣,١	٣,٣	٣,٥	٣,٧	٣,٩	٤
بطبقة عازلة ٤ بوصة.	غ	٤	٤,٢	٤,٤	٤٥	٤,٦	٤,٨	٥	٥,٢	٥,٤	٥,٥
٧ – أسقف أفقية أسفل أماكن غير مكيفة:		٤,١	٤,٩	٥,٧	٦,١	٦,٦	٧,٤	٨,٢	٩	٩,٨	١٠,٢

obeikandl.com

٨ – الأرضيات:										
(أ) أرضية فوق بدروم غير مفتوح.	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
(ب) أرضية فوق مكان غير مكيف.	٩,٤	١٠,١	١٠,٨	١١,٢	١١,٦	١٢,٣	١٣	١٣,٧	١٤,٤	١٤,٨
(جـ) أرضية فوق مكـان غير مكيف ومعزولة بطبقة عازلة ٢ بوصة أو أكثر.	٢,٨	٣	٣,٣	٣,٤	٣,٥	٣,٨	٤	٤,٢	٤,٥	٤,٦
٩– الهواء الخارجي:	١,٥	١,٨	٢,١	٢,٢	٢,٣	٢,٦	٢,٩	٣,٢	٣,٥	٣,٦
١٠– الأشخاص:					٢٥٠					
١١ – الأجهزة الكهربائية والإضاءة:					٣,٤					

obeikandl.com

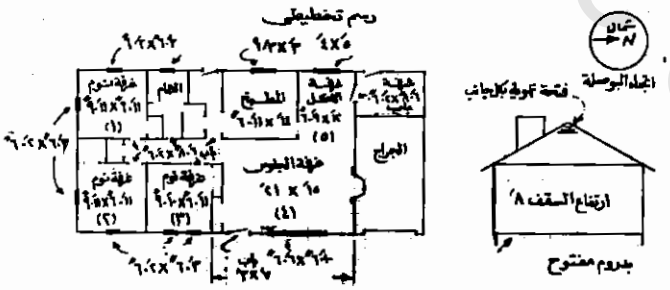
طريقة حساب حمل التبريد
الخاص بأماكن الإقامة

باستعمال الجدول رقم (٢) والمعاملات المذكورة فى الجدول رقم (١) وبتتبع الخطوات الواردة فى المثال الآتى يمكن حساب حمل التبريد لأى مكان إقامة يطلب تكييف هوائه.

مثال :

مبنى (ڤيلا) مكونة من الغرف المبينة بالرسم رقم (٨ – ١٦)، وبالأبعاد الظاهرة فى الرسم بالقدم والبوصة:

- حوائطها مبنية بالقرميد بسمك ٤ بوصة ومدهونة من الخارج بلون فاتح.
- سقفها على شكل هرمى ومعزول من الداخل بطبقة سمكها ٤ بوصة ومجهّز بفتحات تهوية فى جانبيه ومدهون من الخارج بلون فاتح.
- أرضيتها فوق مكان غير مكيّف ولكن معزولة بطبقة عازلة سمكها ٢ بوصة.
- النوافذ من النوع الذى يشتمل علي طبقتين من ألواح الزجاج بينها فراغ ومجهّزة من الداخل بستائر حصيرية.
- يوجد بغرفة الجلوس جهاز تليفزيون قوّة ٤٠٠ وات.
- درجة الحرارة الجافة المطلوب حفظها داخل الغرف المكيّفة الهواء خلال فصل الصيف ٧٥°ف.
- درجة الحرارة الجافة للمكان الموجودة به هذه الڤيلا هو ٩٥°ف.
- الفرق بين درجة الحرارة الخارجية والداخلية هو ٩٥ – ٧٥ = ٢٠°ف.



رسم رقم (٨–١٦) رسم كروكى للڤيلا المطلوب حساب حمل التبريد لها بالمثال.

جدول رقم (٢) طريقة حساب حمل التبريد لمبنى الڤيلا المذكورة بالمثال، باستعمال المعاملات الواردة بالجدول رقم (١)

غرفة رقم	١	٢	٣	٤	٥	٦	المجموع
استعمال الغرفة.	نوم	نوم	نوم	جلوس ومدخل	أكل		
طول الحائط الداخلى بالقدم	١١,٥	——	——	٢٥,٥	١٢		
طول الحائط المعرّض للخارج بالقدم.	٢٣,٣	٢٣,٣	١٠,٨	٣٦	٢١,٥		
ارتفاع السقف بالقدم.	٨	٨	٨	٨	٨		

مصادر الحمل الحرارى	المعامل	المساحة قدم٢	الحمل وحب/س	المساحة قدم٢	الحمل وحب/س	المساحة قدم٢	الحمل وحب/س	المساحة قدم٢	الحمل وحب/س	المساحة قدم٢	الحمل وحب/س	المساحة قدم٢	الحمل وحب/س	
١ - النوافذ المعرضة لأشعة الشمس مباشرة:														
(تستعمل الواجهة ذات أكبر حمل حرارى).														
(أ) الاتجاه الشمالى الشرقى														
(ب) الاتجاه الشرقى	٢٦			٧,٤	١٩٢	١٤,٨	٣٨٤	٥٥	١٤٣٠					٢٠٠٦
(جـ) ,, الجنوبى الشرقى														
(د) ,, الجنوبى	٤٣	٧,٤	٣١٨	٧,٤	٣٨٣									٦٣٦

(هـ) ,, الجنوبى الغربى											
(و) ,, الغربى	٦٤	٧,٤	~~٤٧٢~~				١٧	~~٨٥٠~~			١٥٥٧
(ز) ,, الشمالى الغربى											
٢ – النوافذ – انتقال											
الحرارة بالتوصيل:	١٠	١٤,٨	١٤٨	١٤,٨	١٤٨	١٤,٨	١٤٨	٥٥٠	١٧	١٧٠	١١٦٤
٣ – الأبواب:	١٢						٥٤	٦٤٨	١٧	٢٠٤	٨٥٢
٤ – الحوائط المعّرضة											
للخارج:	٥,٤	١٧٢	٩٢٨	١٧٢	٩٢٨	٧١	٣٨٣	١٢٠	٦٤٨	١٣٨	٧٤٥	٣٦٣٢
٥ – القطاعات الداخلية	٣,٦	٩٢	٣٣١				٢٠٤	٧٣٤				١٠٦٥
٦ – أسقف أفقية تحت											
أسقف هرمية:	٣,٥	١٣٥	٤٧٢	١٣٥	٤٧٢	١٢٤	٤٣٤	٣٥٧	١٢٤٩	١١٤	٣٩٩	٣٠٢٦
٧ – أسقف تحت أماكن غير مكيفة الهواء:												
٨ – الأرضيات:	٤	١٣٥	٥٤٠	١٣٥	٥٤٠	١٢٤	٤٩٦	٣٥٧	١٤٢٨	١١٤	٤٥٦	٣٤٦٠
	٢,٩	١٣٥	٣٩١	١٣٥	٣٩١	١٢٤	٣٥٩	٣٥٧	١٠٣٥	١١٤	٣٣٠	٢٥٠٦

obeikandi.com

٩ - الهواء الخارجي				
١٠ - الأشخاص	٢٥٠	٤	١٠٠٠	١٠٠٠
١١ - الأجهزة الكهربائية والإضاءة	٣,٤	٤٠٠	١٣٦٠	١٣٦٠
١٢ - مجموع الحرارة المحسوسة (مجموع البنود من رقم (١) إلى (١١)				٢٠٠٧١
١٣ - مجموع الحرارة الكامنة (البند رقم (١٢×٣,)				٦٠٢١
١٤ - الحرارة الكلية (البند رقم (١٢)+(١٣)				٢٦٠٩٢

وعلى هذا يختار جهاز تكييف هواء سعته لا تقل عن ٢٦٠٩٢ و.ح.ب./الساعة

أى قوّته $\frac{٢٦٠٩٢}{١٢٠٠٠}$ = ٢ طن تبريد تقريباً.

obeikandl.com

٢ - حساب الحمل الحرارى الخاص بالمحلات التجارية والمكاتب

سنشرح فيما يلى إحدى الطرق البسيطة السهلة المستعملة لحساب الحمل الحرارى الخاص بالمحلات التجارية والمكاتب. كما أنه يمكن استعمالها كذلك فى حساب الحمل الحرارى لأماكن الإقامة المختلفة كبديل للطريقة السابق شرحها. وهذه الطريقة مبنيّة على أساس استعمال مجموعة من المعاملات تمّ وضعها بمعرفة جمعية اتحاد صانعى أجهزة تكييف الهواء والتبريد الأمريكية

(Airconditioning and Refrigeration Machinery Assoc, Inc).

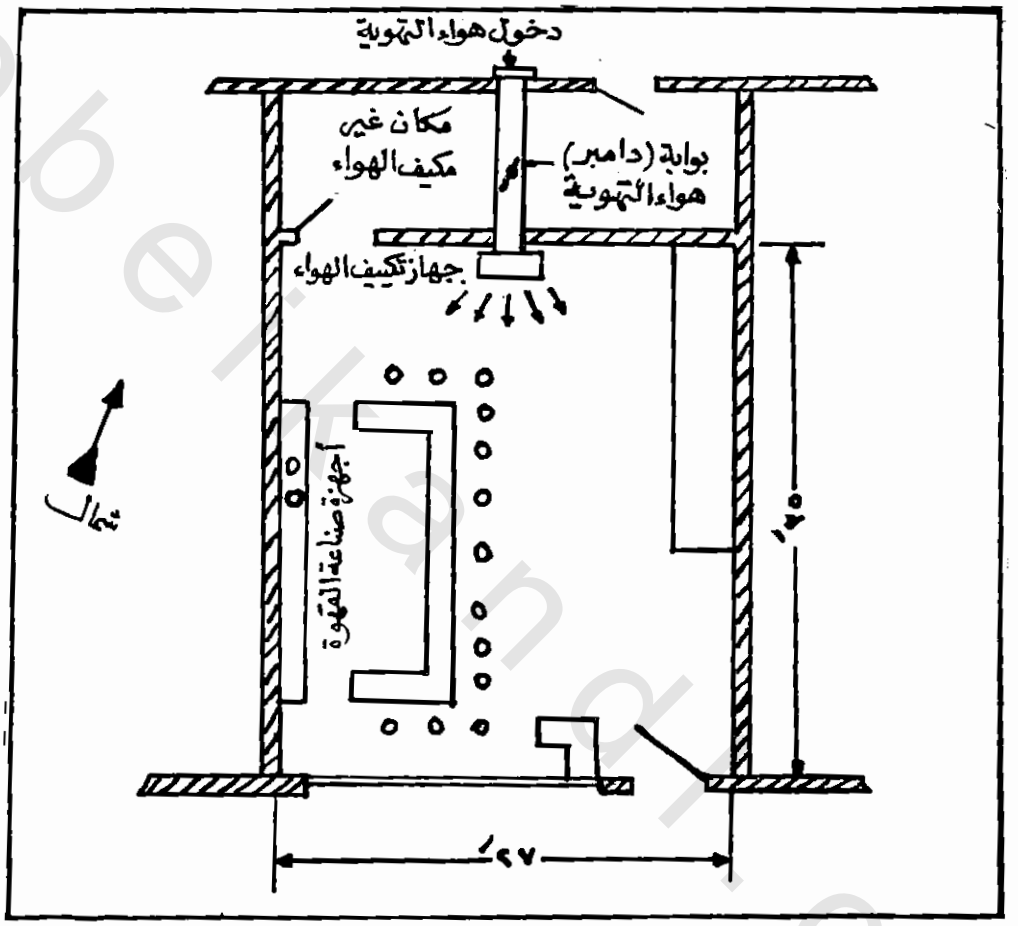
وتستعمل هذه الطريقة للأماكن التى تحتاج إلى تكييف هواء عادى مريح والتى يركب عادة بهذه الأماكن أجهزة تكييف هواء مركزية من النوع المجمع.

وفيما يلى سنقدم أحد الأمثلة وطريقة استعمال هذه المعاملات الواردة بالجدول رقم (٣) الموضوع بمعرفة مهندسى الجمعية السابق ذكرها.

مثال :

محل لبيع الوجبات الخفيفة مساحته وشكله حسب الرسم رقم (٨ - ١٧).

- يتواجد به ١٨ شخصاً ويعمل به شخصان لتقديم الأطعمة.
- يشتمل على عدد (٢) جهاز لصناعة القهوة.
- القطاعات الداخلية مزدوجة السمك.
- سقفه تحت مكان مشغول غير مكيّف ارتفاعه ١٠ قدم ومعزول بطبقة عازلة سمكها ٢ بوصة.
- يضاء بلمبات فلورسنت قوتها ٥٦٠ وات.
- موجود بمكان درجة حرارته الخارجية التى يحسب على أساسها حمل التبريد ٩٥°ف (جافة) و٧٥°ف (رطبة).



رسم رقم (٨-١٧) رسم كروكى لمحل بيع الوجبات الخفيفة المطلوب حساب حمل التبريد له بالمثال.

طريقة حساب حمل التبريد لمحل بيع الوجبات الخفيفة باستعمال المعاملات الواردة بالجدول رقم (٣)

١ - الأشخاص : .....١٨.....(عدد الجالسين فى وضع مريح أو يتحركون ببطء) ١٨×٤٠٠ = ٧٢٠٠

.....٢..... (عدد الذين يعملون، يرقصون بمجهود مماثل) ٢ ×٦٦٠ = ١٣٢٠..

٢ - نوافذ معرضة لأشعة الشمس ..... (المساحة الكلية قدم مربع)٢٤٣× ٢٠(أ)= ٤٨٦٠ ..

٣ - الإضاءة والأجهزة الكهربائية ..فلورسنت..... (مجموع الوات المستعمل)٥٦٠×٤,٢٥=. ٢٣٨٠ ..

٤ - مصادر حرارية أخرى ..... ب).....

٥ - مجموع البنود من رقم (١) إلى رقم (٤) .....= ١٧٥٦٠

٦ - نوافذ غير مذكورة فى البند رقم (٢) ..... (المساحة الكلية قدم مربع).....×....(حـ)=.....

٧ - حوائط وقطاعات ٢٧٠ (قدم مربع)-نوافذ ..... (قدم مربع)٢٧٠ × ٥ (حـ)=. ١٣٥٠ ..

١٠٧٠-١٦٤ (قدم مربع)-نوافذ ..... (قدم مربع)١٠٨ × ٥ (حـ)=.. ٥٤٠ ..

٢٥٠+٣٥٠ (قدم مربع)-نوافذ ..... (قدم مربع)٧٠٠ × ٥ (حـ)=.. ٣٥٠٠ ..

٨ - الأرضية ..... (المساحة الكلية قدم مربع)٩٤٥×٤٠(حـ)=. ٣٧٨٠ ..

٩ - السقف ..... (المساحة الكلية قدم مربع)٩٤٥×١٫٥(حـ)=. ١٤١٨ .

١٠ - التهوية أو التسرّب ..... (قدم مكعب فى الدقيقة) ٣٠٠(د)× ٣٠ (هـ)=.. ٩٠٠٠ .

١١ - مجموع البنود من رقم (٦) إلى رقم(١٠) .....= ١٩٥٨٨

٣٧١٤٨

١٢ - و.ح.ب/الساعة الكلية = مجموع البنود (٥) و(١١)

جهاز تكييف الهواء اللازم لهذه العملية يجب أن لا تقلّ سعته عن ٣٧١٤٨ و.ح.ب/الساعة

أى قوته = $\frac{٣٧١٤٨}{١٢٠٠٠}$ = حوالى ٣ طن تبريد.

جدول رقم (٣) معاملات حمل التبريد

(أ)

نوافذ معرّضة لأشعة الشمس – المعاملات الآتية للاتجاهات المختلفة وتوضع عند (أ)

اتجاه النافذة	ش شر	شر	جـ شر	جـ	جـ غ	غ	ش غ
زجاج شفاف (طبقة ألواح واحدة أو طبقتين) وغير مغطّاة	١١٠	١٨٠	١٦٠	١٠٥	١٦٠	١٨٠	١١٠
مغطاة بتندة	٣٠	٥٠	٤٥	٣٠	٤٥	٥٠	٣٠
مركّب بها ستائر فاتحة اللون أوحصيرية	٦٥	١١٠	٩٥	٦٠	٩٥	١١٠	٦٥
قوالب زجاجية وغير مغطاة	٤٤	٧٢	٦٤	٤٢	٦٤	٧٢	٤٤

ش شر = شمال شرقى شر = شرقى جـ شر = جنوب شرقى جـ = جنوب جـ غ = جنوب غربى غ = غربى ش غ = شمال غربى

(ب)

مصادر حرارية أخرى توضع عند (ب).

أجهزة تصفيف الشعر الكهربائية ..... عدد الأجهزة ..... × ٢٠٠٠ =.....

محركات كهربائية ..... الأحصنة الكلية ..... × ٢٨٠٠ =.....

* أفران تعمل بالبوتاجاز ..... العدد ..... × ٦٠٠٠ =.....

obeikandi.com

* أجهزة صناعة القهوة ..... العدد ..... × ٩٠٠ =.....

* أوعية تسخين القهوة (بالكهرباء) أوبالبوتاجاز..... سعتها بالجالون ..... × ١٤٠٠ =.....

* مسخّنات الأطباق (بالكهرباء) ..... مساحة سطحها العلوى بالقدم المربع ..... × ٥٥٠ =.....

* مسخّنات الأطباق (بالبوتاجاز) ..... مساحة سطحها العلوى بالقدم المربع ..... × ١٣٠٠ =.....

المصادر الحرارية الأخرى الإضافية ..... و.ح.ب/الساعة =....

*إذا كانت هذه الأجهزة موضوعة تحت شفّاطات فإنه يستعمل ٥٠٪ من المعامل المذكور المجموع الكلى الذى يوضع عند (ب) =.....

(حـ)

نوافذ وحوائط وأرضيات وأسقف – المعاملات المذكورة لدرجات حرارة خارجية مختلفة. وتوضع عند (حـ)

درجة الحرارة الخارجية الجافة (ف°)	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠	١٠١	١٠٢	١٠٣	١٠٤
نوافذ غير معرّضة لأشعة الشمس	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	٥	٢٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦
حوائط مبنية بالطوب ذات سمك كبير	٢	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٦	٧
حوائط مبنية بالطوب ذات سمك عادى	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧	٧	٧
حوائط مبنية بالطوب أو الخشب ومعزولة	١	٢	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٥
حوائط مبنية بالطوب من الخشب بينها فراغ	٢	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧	٧
قطاعات داخلية – طبقة واحدة	٥	٥	٦	٧	٧	٨	٨	٨	٩	١٠	١٠	١١	١١	١٢	١٢	١٣	١٤	١٤	١٥
قطاعات داخلية – طبقتان	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧	٧	٨	٨

obeikandl.com

قطاعات خلف نوافذ عرض (فترينات)	١١	١٢	١٣	١٣	١٤	١٤	١٥	١٥	١٦	١٧	١٧	١٧	١٨	١٩	١٩	١٩	٢٠	٢١	٢١
قوالب زجاجية (غير معرّضة للشمس)	٤	٤	٥	٥	٥	٦	٦	٧	٧	٨	٨	٨	٩	٩	١٠	١٠	١٠	١١	١١
الأرضية	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٥
* سقف أفقي هرمي غير مجهز بوسائل تهوية	١١	١١	١٢	١٢	١٢	١٢	١٢	١٣	١٣	١٣	١٣	١٤	١٤	١٤	١٥	١٥	١٥	١٥	١٦
* سقف أفقي تحت سقف هرمي مجهز بوسائل تهوية	٧	٧	٨	٨	٩	٩	١٠	١٠	١٠	١١	١١	١٢	١٢	١٢	١٣	١٣	١٤	١٤	١٥
* سقف أفقي	١٣	١٣	١٤	١٤	١٤	١٥	١٥	١٥	١٦	١٦	١٧	١٧	١٧	١٨	١٧	١٧	١٨	١٨	١٩
* سقف أسفل مكان مشغول	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧

* تعدل المعاملات المذكورة إذا كان السقف معزولاً. مثال عزل سمكه ٤ بوصة – ٢, × المعامل المختار = المعامل المعدّل.

عزل سمك ١ بوصة – ٤, × ..... = ... عزل سمك ٢ بوصة ٣, × ..... = ... عزل سمك ٤ بوصة – ٢, × ..... = ...

(د)

كمية هواء التهوية أو التسرّب توضح عند (د)

تحسب كلٌّ من كمية هواء التهوية والتسرب وتستعمل الكمية الأكبر (بالقدم المكعب فى الدقيقة).

التدخين	كمية هواء التهوية عدد الأشخاص	قدم مكعب / دقيقة	كمية هواء التسرّب
لا يوجد	.....	× ٧,٥ =.....	(ع) ارتفاع الغرفة (ل) الطول (ض) العرض (هـ) معامل الحائط
خفيف	.....	× ١٥ =.....	(هـ) بالنسبة لغرفة ذات حائط واحد معرّض للخارج = ١
قوى	.....	× ٤٠ =.....	(هـ) بالنسبة لغرفة ذات حائطين معرّضين للخارج = ١,٥
			(هـ) بالنسبة لغرفة ذات ثلاثة حوائط أو أكثر معرضة للخارج = ٢

$$\text{قدم مكعب/دقيقة} = \frac{\text{(ع) ...×(ل)...×(ض)...×(هـ)...}}{٦٠} = ...$$

(هـ)

التهوية أو التسرّب – المعاملات المذكورة بالنسبة لدرجات حرارة خارجية رطبة وتوضح عند (هـ)

درجة الحرارة الخارجية الرطبة (ف°)	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠
المعامـــــــل	٠	١	٣	٥	٨	١١	١٤	١٧	٢٠	٢٣	٢٧	٣٠	٣٣	٣٧	٤١	٤٥	٤٩

obeikandl.com

٣ - حساب حمل التدفئة

باستعمال الجدول رقم (٤) وبالاستعانة بالمعاملات المذكورة به وبتتبع الشرح الآتى يمكن حساب حمل التدفئة للأماكن المطلوب تكييف هوائها (التدفئة) خلال فصل الشتاء.

فرق درجة الحرارة:

هو الفرق بين درجة حرارة الخارج التى يصمّم على أساسها حمل التدفئة ودرجة حرارة المكان الداخلية.

وفيما يلى بيان بدرجات الحرارة الجافة الخارجية التى على أساسها يوصى بعمل حساب حمل التدفئة وذلك بالنسبة لبعض البلاد العربية.

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)
جمهورية مصر العربية:	
القاهرة	٤٥
المملكة العربية السعودية	
جدّة	٥٧
الرياض	٣٧
العراق:	
بغداد	٣٢
الأردن:	
عمّان	٣٣
لبنان:	
بيروت	٤٢
ليبيا:	
بنى غازى	٤٦
السودان:	
الخرطوم	٥٣

obeikandl.com

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)
سوريا:	
دمشق	٢٩
عدن:	
عدن	٦٨
الجزائر:	
الجزائر	٤٣

صافى مساحة الحوائط الخارجية:

هى مساحة الحوائط المعرّضة للخارج بالقدم المربع مطروحاً منها مساحة النوافذ والأبواب المركبة بها.

الأسقف المعرّضة:

هى الأسقف المعرّضة للخارج أو الموجودة فوق بدروم مفتوح.

التسرّب أو التهوية:

يستعمل أحدهما فقط وهو الذى ينتج عنه أكبر كمية من الحرارة تفقد من داخل المكان.

والتسرّب هو الهواء الذى يتسرّب إلى داخل المكان من الخارج عن طريق الشقوق الموجودة بالنوافذ والأبواب أمّا التهوية فهى الهواء الذى يدخل إلى المكان بواسطة مروحة جهاز التكييف وعن طريق مجرى توصل بالخارج.

حمل التدفئة:

حمل التدفئة أو الفقد الحرارى الكلى، هو الحرارة التى تفقد من المكان. ويجب أن تكون سعة ملفّ التدفئة أو المسخنات الكهربائية التى تركّب بجهاز التكييف مساوية أو أكبر من كمية الحرارة الكلية التى تفقد من داخل المكان خلال فصل الشتاء.

جدول رقم (٤) حساب حمل التدفئة

	المساحة (قدم مربع)	×المعامل	×فرق د/الحرارة	=و.ح.ب/س
١ – صافي مساحة الحوائط	.....	×	×	= .....
٢ – الأرضية المعرّضة	.....	×	×	= .....
٣ – السقف المعرّض	.....	×	×	= .....
٤ – النوافذ والأبواب	.....	×	×	= .....
٥ – التسرّب	.....	×	×	= .....
٦ – التهوية	..... قدم مكعب / دقيقة	×	×	= .....

مجموع حمل التدفئة = ...

المعاملات

١ – صافي الحوائط الخارجية:

(أ) حوائط مبنية بالطوب أو الأحجار	,٤٥
(ب) حوائط مبنية من الأخشاب	,٣٠
(جـ) حوائط مبنية من الأخشاب ومعزولة بطبقة عازلة سمكها ١ بوصة أو أقل	,٢٠
(د) حوائط مبنية من الأخشاب معزولة بطبقة سمكها ٢ بوصة أو أكثر	,١٠

٢ – الأرضيات:

(أ) أرضية مكونة من طبقتين من الخشب فوق بدروم بارد مقفول	,١٥
(ب) أرضية مكونة من طبقتين من الخشب فوق بدروم بارد مفتوح	,٣٢

٣ – الأسقف والحوائط الداخلية:

الأسقف:

(أ) سقف أفقي تحت سقف آخر هرمي غير مجهّز بوسائل تهوية	,٣

openkanar.com

(ب) كما فى (أ) ولكن معزول بطبقة عازلة سمكها ٢ بوصة أو أكثر	,١٧
(جـ) سقف أسفل مكان غير مجهز بوسائل تدفئة	,١٢
الحوائط الداخلية:	
(أ) بجانب أسفل غرف غير مجهزة بوسائل تدفئة	,١٧
٤ - النوافذ والأبواب:	
(أ) غير محكمة القفل.	١,١
(ب) محكمة القفل.	,٦
٥ - التسرّب:	
النوافذ:	
(أ) غير محكمة القفل.	٢,٥
(ب) محكمة القفل.	,٩
الأبواب الخارجية:	
(أ) يستعمل ضعف المعامل الخاص بالنوافذ.	
٦ - التهوية:	١,١

obeikandl.com