FUTURE WAY

الباب الثالث الاحمال الحرارية اليدوية

تكييف |اعداد م/ اسلام صلاح
م/محمد نجم

المحتويات

٣-١- مقدمة

ان مهمة جهاز التكييف هي الوصول لراحة الانسان عن طريق ضبط درجة الحرارة والرطوبة .

- ولتعيين قدرة جهاز التكييف يلزم معرفة ما هي الاحمال الحرارية التي يجب حسابها على جهاز التكييف لإزالتها وللوصول لدرجة الحرارة والرطوبة المطلوبة.
- وقبل البدء في التعريف بالأحمال الداخلية والخارجية يجب معرفة بعض المعلومات عن المبني او المكان المراد تكييفه مثل الاتي :

١- موقع المبني (مكانه الجغرافي) وكذلك اتجاه الشمال .

٢-استخدام المبني هل هو مستشفى ام مبني اداري ام سكني ام مصنع ....الخ.

٣- ابعاد المبني (طول + عرض).

٤- اماكن الاعمدة والكمر في المبني.

٥- ارتفاع السقف وكذلك المسافة بين السقف الحقيقي والسقف الساقط ان وجد .

٦- مكونات الحوائط والسطح (الحوائط عامة عبارة عن طوب + محارة + دهان او سيراميك) اما السطح فهو عبارة عن (خرسانة ورمل واسمنت وبلاط).

٧- الشبابيك وابعادها ونوع الزجاج.

٨-الاضاءة .

١٠- الاجهزة الموجودة داخل المكان وحملها بالواط .

١١- كمية الهواء لكل شخص وتحدد حسب الاشخاص ونشاطهم داخل الغرف .

- وبهذه المعلومات سنري انها تفيدنا في حساب الاحمال الحرارية للمبني وهناك معلومات اضافية تهمنا كمهندس تصميم لتصميم التكييف فعليا مثل :

١- الاماكن المسموح بوضع الاجهزة عليها (غرف الماكينات) .

٢- اماكن الحوائط المضادة للحريق وذلك بوضع ال Smoke fire damper.

٣- مكان مصدر المياه.

٤- مصدر بخار الماء.

٥- الشكل النهائي للسقف الساقط لمعرفة نوعية الجريلات وابعادها ومخارج الهواء عموما .

٦- اماكن الصرف لتوصيل صرف كل وحدة.

٣-٢- الحمل الحراري load estimation

تعريف الحمل الحراري هو الحرارة المطلوب منزعها او اضافتها من المكان لتحقيق درجة الحرارة المطلوبة.

٣-٢-١- مصادر الحمل الحراري.

وتتلخص المصادر في مصدرين رئيسيين:

١- الحرارة المكتسبة المحسوسة sensible heat gain

وهي:

١- الحرارة التي تنتقل بالتوصيل conduction من خلال الحوائط والاسقف والابواب والشبابيك.

٢- الحرارة التي تمتصها الحوائط والاسقف والشبابيك من الشمس.

٣- الحرارة المنتقلة من الحوائط التي تجاور غرف اخري بالمبني ليست مكيفة اوتختلف في درجات الحرارة وتسمي partitions.

٤- الحرارة المكتسبة من الاضاءة والمواتير والعمليات الصناعية والبشر المتواجدون حسب نشاطهم.

٥- الحرارة المكتسبة بالحمل convection نتيجة الهواء المتسرب من الشروخ بالابواب والشبابيك infiltration.

٦- الحرارة المكتسبة في ممرات الهواء المكيف duct heat gained وذلك نتيجة مرورة في اماكن مختلفة درجة الحرارة.

٢- الحرارة المكتسبة الكامنة latent heat gain

وهي:

١- الناتجة عن نسبة الرطوبة بالهواء المتسرب infiltration.

٢- الناتجة عن عمليات صناعية مثل الطهو.

٣- الناتجة عن البشر المتواجدين بالمكان.

٤- المنتقلة من الاماكن المجاورة الاعلي ضغطا.

والحمل الحراري المطلوب للجهاز او لملف التبريد هو مجموع الحمل المحسوس والكامن.

ملحوظة:

تختلف البلدان دوائر العرض وهذا الاختلاف يغير في قيم كلا من:

- درجات الحرارة الخارجية ambient air temperature.
- Global solar radiation.
- Relative humidity.
- Wind velocity.

٣-٢-٢- حساب الاحمال الحرارية cooling load estimation

١- الحرارة المكتسبة الشمسية الشبابيك- Window solar heat gain

$$Q=A*sc*q$$

(Q) الحرارة الناتجة عن الاشعاع BTU/HR

(A) مساحة الشباك بالقدم المربع

(sc) (shaded or not) المعامل الكلي للحرارة المكتسبة خلال الزجاج

ويعتبر ايضا معامل تصحيح حسب نوعية الزجاج المستخدمة.

(q) (ordinary glass) كمية الحرارة الناتجة عن الاشعاع لكل قدم مربع من مساحة الشباك

- **اولا: يتم تحديد ال sc من الجدول رقم ١٦، ص٥٢ من كتاب carrier ch1 load estimation وهو الجدول الاتي (وذلك طبقا لنوع الزجاج والتظليل shading):**

TABLE 16-OVER-ALL FACTORS FOR SOLAR HEAT GAIN THRU GLASS
WITH AND WITHOUT SHADING DEVICES*
Apply Factors to Table 15
Outdoor wind velocity, 5 mph-Angle of incidence, 30 – Shading devices fully covering window

	GLASS FACTOR NO SHADE	INSIDE VENETIAL BLIND* 45° horiz. or vertical or ROLLER SHADE			OUTSIDE VENETIAN BLIND 45° horiz. slats		OUTSIDE SHADING SCREEN† 17° horiz. slats		OUTSIDE AWNING‡ vent. sides & top	
		Light Color	Medium Color	Dark Color	Light Color	Light on Outside Dark on Inside	Medium** Color	Dark§ Color	Light Color	Med. or Dark Color
ORDINARY GLASS	1.00	.56	.65	.75	.15	.13	.22	.15	.20	.25
REGULAR PLATE (1/4 inch)	.94	.56	.65	.74	.14	.12	.21	.14	.19	.24
HEAT ABSORBING GLASS††										
40 to 48% Absorbing	.80	.56	.62	.72	.12	.11	.18	.12	.16	.20
48 to 56% Absorbing	.73	.53	.59	.62	.11	.10	.16	.11	.15	.18
56 to 70% Absorbing	.62	.51	.54	.56	.10	.10	.14	.10	.12	.16
DOUBLE PANE										
Ordinary Glass	.90	.54	.61	.67	.14	.12	.20	.14	.18	.22
Regular Plate	.80	.52	.59	.65	.12	.11	.18	.12	.16	.20
48 to 56% Absorbing outside; Ordinary Glass inside.	.52	.36	.39	.43	.10	.10	.11	.10	.10	.13
48 to 56% Absorbing outside; Regular Plate inside.	.50	.36	.39	.43	.10	.10	.11	.10	.10	.12
TRIPLE PANE										
Ordinary Glass	.83	.48	.56	.64	.12	.11	.18	.12	.16	.20
Regular Plate	.69	.47	.52	.57	.10	.10	.15	.10	.14	.17
PAINTED GLASS										
Light Color	.28									
Medium Color	.39									
Dark Color	.50									
STAINED GLASS‡‡										
Amber Color	.70									
Dark Red	.56									
Dark Blue	.60									
Dark Green	.32									
Greyed Green	.46									
Light Opalescent	.43									
Dark Opalescent	.37									

Footnotes for *Table 16* appear on next page.

- **ثانيا: يتم تحديد قيمة q وذلك من الجدول ١٥، ص٤٧ من كتاب carrier ch1 load estimation وذلك بحسب دوائر العرض والجدول التالي هو الجزء من جدول ١٥ الذي يخص دائرة عرض مصر ٣٠:**

TABLE 15—SOLAR HEAT GAIN THRU ORDINARY GLASS (Contd)

30° Btu/(hr) (sq ft sash area) 30°

30° NORTH LATITUDE		AM						SUN TIME					PM		30° SOUTH LATITUDE	
Time of Year	Exposure	6	7	8	9	10	11	Noon	1	2	3	4	5	6	Exposure	Time of Year
JUNE 21	North	33	29	18	14	14	14	14	14	14	14	18	29	33	South	DEC 22
	Northeast	105	139	130	97	55	19	14	14	14	14	12	10	5	Southeast	
	East	108	156	161	143	98	44	14	14	14	14	12	10	5	East	
	Southeast	42	75	90	90	73	44	17	14	14	14	12	10	5	Northeast	
	South	5	10	12	14	15	19	21	19	15	14	12	10	5	North	
	Southwest	5	10	12	14	14	14	17	44	73	90	90	75	42	Northwest	
	West	5	10	12	14	14	14	14	44	98	143	161	156	108	West	
	Northwest	5	10	12	14	14	14	14	19	55	97	130	139	105	Southwest	
	Horizontal	19	61	131	180	217	240	250	240	217	180	131	61	19	Horizontal	
JULY 23 & MAY 21	North	22	20	14	13	14	14	14	14	14	13	14	20	22	South	JAN 21 & NOV 21
	Northeast	93	131	123	89	46	16	14	14	14	13	12	9	4	Southeast	
	East	100	155	164	145	99	44	14	14	14	13	12	9	4	East	
	Southeast	42	82	100	100	83	53	22	14	14	13	12	9	4	Northeast	
	South	4	9	12	14	20	27	30	27	20	14	12	9	4	North	
	Southwest	4	9	12	13	14	14	14	53	83	100	100	82	42	Northwest	
	West	4	9	12	13	14	14	14	44	99	145	164	155	100	West	
	Northwest	4	9	12	13	14	14	14	16	46	89	123	131	93	Southwest	
	Horizontal	15	66	123	176	214	236	246	236	214	176	123	66	15	Horizontal	
AUG 24 & APR 20	North	6	8	11	13	13	14	14	14	13	13	11	8	6	South	FEB 20 & OCT 23
	Northeast	55	108	100	66	27	14	14	14	13	13	11	8	2	Southeast	
	East	66	147	165	148	102	46	14	14	13	13	11	8	2	East	
	Southeast	37	98	127	129	112	82	39	15	13	13	11	8	2	Northeast	
	South	2	8	13	27	47	58	63	58	47	27	13	8	2	North	
	Southwest	2	8	11	13	13	15	39	82	112	129	127	98	37	Northwest	
	West	2	8	11	13	13	14	14	46	102	148	165	147	66	West	
	Northwest	2	8	11	13	13	14	14	14	27	66	100	108	55	Southwest	
	Horizontal	6	47	107	161	200	225	235	225	200	161	107	47	6	Horizontal	
SEPT 22 & MAR 22	North	0	5	10	12	13	14	14	14	13	12	10	5	0	South	MAR 22 & SEPT 22
	Northeast	0	74	90	40	15	14	14	14	13	12	10	5	0	Southeast	
	East	0	124	158	144	103	48	14	14	13	12	10	5	0	East	
	Southeast	0	98	131	152	141	113	67	25	13	12	10	5	0	Northeast	
	South	0	9	18	60	82	98	105	98	82	60	18	9	0	North	
	Southwest	0	5	10	12	13	25	67	113	141	152	131	98	0	Northwest	
	West	0	5	10	12	13	14	14	48	103	144	158	124	0	West	
	Northwest	0	5	10	12	13	14	14	14	15	40	90	74	0	Southwest	
	Horizontal	0	25	81	135	179	202	212	202	179	135	81	25	0	Horizontal	
OCT 23 & FEB 20	North	0	3	8	11	12	13	14	13	12	11	8	3	0	South	APR 20 & AUG 24
	Northeast	0	33	39	18	12	13	14	13	12	11	8	3	0	Southeast	
	East	0	79	135	132	94	43	14	13	12	11	8	3	0	East	
	Southeast	0	73	142	163	159	136	92	47	15	11	8	3	0	Northeast	
	South	0	18	57	92	121	139	145	139	121	92	57	18	0	North	
	Southwest	0	3	8	11	15	47	92	136	159	163	142	73	0	Northwest	
	West	0	3	8	11	12	13	14	43	94	132	135	79	0	West	
	Northwest	0	3	8	11	12	13	14	13	12	18	39	33	0	Southwest	
	Horizontal	0	6	49	100	143	171	179	171	143	100	49	6	0	Horizontal	
NOV 21 & JAN 21	North	0	1	6	9	11	12	12	12	11	9	6	1	0	South	MAY 21 & JULY 23
	Northeast	0	8	16	9	11	12	12	12	11	9	6	1	0	Southeast	
	East	0	27	109	116	83	35	12	12	11	9	6	1	0	East	
	Southeast	0	28	127	161	162	143	104	64	23	9	6	1	0	Northeast	
	South	0	10	68	109	137	154	159	154	137	109	68	10	0	North	
	Southwest	0	1	6	9	23	64	104	143	162	161	127	28	0	Northwest	
	West	0	1	6	9	11	12	12	35	83	116	109	27	0	West	
	Northwest	0	1	6	9	11	12	12	12	11	9	16	8	0	Southwest	
	Horizontal	0	2	27	71	109	136	145	136	109	71	27	2	0	Horizontal	
DEC 22	North	0	0	4	9	11	12	12	12	11	9	4	0	0	South	JUNE 21
	Northeast	0	0	10	9	11	12	12	12	11	9	4	0	0	Southeast	
	East	0	0	92	105	80	32	12	12	11	9	4	0	0	East	
	Southeast	0	0	114	157	162	143	108	72	28	9	4	0	0	Northeast	
	South	0	0	64	113	142	159	163	159	142	113	64	0	0	North	
	Southwest	0	0	4	9	28	72	108	143	162	157	114	0	0	Northwest	
	West	0	0	4	9	11	12	12	32	80	105	92	0	0	West	
	Northwest	0	0	4	9	11	12	12	12	11	9	10	0	0	Southwest	
	Horizontal	0	0	19	60	97	122	131	122	97	60	19	0	0	Horizontal	

Solar Gain Correction	Steel Sash, or No Sash	Haze	Altitude	Dewpoint Decrease From 67 F	Dewpoint Increase From 67 F	South Lat. Dec. or Jan.
	× 1/.85 or 1.17	−15% (Max.)	+0.7% per 1000 Ft	+ 7% per 10 F	− 7% per 10 F	+ 7%

Bold Face Values — Monthly Maximums Boxed Values — Yearly maximums

ملحوظة: اسفل الجدول السابق معاملات تصحيح تؤخذ في الاعتبار وهي:

أ- مساحة الزجاج من اجمال مساحة التركيب (العرض الخشبي او المعدني) هي ٠,٨٥ ولذلك يجب القسمة علي ذلك الرقم لحساب مساحة الزجاج فقط.

ب- Haze وهو يعبر عن الضباب فاذا كان هناك ضباب بالبلد موقع الحساب وجب العمل به (يطرح من ال١).

ت- Altitude وهو الخاص بالارتفاع حيث الارتفاع بالجدول ١٥ هو مستوي سطح البحر (يضاف الي ال١).

ث- Dew point الحسابات بالجدول عند ٦٦,٨ wbt وعند الاختلاف وجب اخذ المعامل في الاعتبار (يضاف او يطرح من ال١).

ج- Atitude ويضاف عند وجود اختلاف بين دائرة عرض الجدول والخاصة بالمكان الي ال١.

ليكون الناتج النهائي من الجدول السابق كالاتي:

= قيمة جدول *أ*(١-ب)*(١+ت)*(١ (+or-) ث)*(١+ج)

ملحوظة:

يوجد مايسمي بال glass block وهي كتل زجاجية بدون اي براويز تذكر ولها الجدول رقم ١٧ بـcarrier.

٢- الحرارة المكتسبة من الشمس والمنتقلة الي الغرفة عن طريق الحوائط والاسقف- Solar& Transmitted heat gain thru walls and roofs

$$Q_2=A*U*\Delta T \text{ (equivalent)}$$

(Q) الحرارة الناتجة عن التوصيل من خلال الحائط

A) الحائط مساحة كل حائط على حدة مع اخذ الاتجاه في الاعتبار وهنا يتم طرح مساحة الشباك من مساحة (

(U) معامل انتقال الحرارة للحوائط وهنا يجب تكون معرفة نوع الحائط

(ΔT (equivalent)) درجة الحرارة المكافأة

وهو مصطلح يعبر عن فرق الحرارة اللحظية القادمة من الشمس الي الحائط او السقف والحرارة الصادرة عن الحائط مباشرتا وهما مختلفتان بسبب ان الحائط يختزن جزء من حرارة الشمس الواردة اليه.

- **يتم تحديد قيمة U للحوائط وذلك من الجدول ٢١-٣٣، ص٦٦-٧٤ من كتاب carrier ch1 load estimation وذلك من الجدول التالي:**

ملحوظة: الجدول القادم مثال من تلك الجداول ويلاحظ به ارقام بين الاقواس وهي وزن الحائط او السقف او ال partition (وسنتحدث عنه بعد الجدول) ورقم بدون اقواس وهو معامل انتقال الحرارة وكل ذلك حسب مكونات الحائط او السقف.

TABLE 21—TRANSMISSION COEFFICIENT U—MASONRY WALLS*

FOR SUMMER AND WINTER

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of wall and finishes.

EXTERIOR FINISH		THICKNESS (Inches) and WEIGHT (lb per sq ft)	INTERIOR FINISH: None	⅜" Gypsum Board (Plaster Board) (2)	½" Plaster on Wall: Sand Agg (6)	½" Plaster on Wall: Lt Wt Agg (3)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Sand Plaster(7)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Lt Wt Plaster(3)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Sand Plaster(7)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Lt Wt Plaster(2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: ½" Board (2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: 1" Board (4)
SOLID BRICK	Face & Common	8 (87)	.48	.41	.45	.41	.31	.28	.29	.27	.22	.16
		12 (123)	.35	.31	.33	.30	.25	.23	.23	.22	.19	.14
		16 (173)	.27	.25	.26	.25	.21	.19	.20	.19	.16	.13
	Common Only	8 (80)	.41	.36	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.21	.15
		12 (120)	.31	.28	.30	.27	.23	.22	.22	.21	.18	.14
		16 (160)	.25	.23	.24	.23	.19	.18	.18	.18	.16	.12
STONE		8 (100)	.67	.55	.63	.53	.39	.34	.35	.32	.26	.18
		12 (150)	.55	.47	.52	.46	.34	.31	.31	.29	.24	.17
		16 (200)	.47	.41	.45	.40	.31	.28	.28	.27	.22	.16
		24 (300)	.36	.32	.35	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
ADOBE-BLOCKS OR BRICK		8 (26)	.34	.30	.32	.30	.25	.23	.23	.22	18	.12
		12 (40)	.25	.23	.24	.23	.20	.18	.18	.18	.15	.14
POURED CONCRETE	140 lb/cu ft	6 (70)	.75	.55	.69	.58	.41	.36	.37	.34	.27	.18
		8 (93)	.67	.49	.63	.53	.39	.34	.35	.32	.26	.17
		10 (117)	.61	.44	.57	.49	.36	.32	.33	.31	.25	.17
		12 (140)	.55	.40	.52	.45	.34	.31	.31	.29	.24	.16
	80 lb/cu ft	6 (40)	.31	.28	.30	.27	.23	.21	.22	.21	.18	.14
		8 (53)	.25	.23	.24	.23	.19	.18	.18	.18	.16	.12
		10 (66)	.21	.19	.20	.19	.17	.16	.15	.14	.14	.11
		12 (80)	.18	.17	.17	.15	.15	.14	.14	.14	.12	.10
	30 lb/cu ft	6 (15)	.13	.13	.13	.13	.12	.11	.11	.11	.13	.09
		8 (20)	.10	.10	.10	.10	.09	.09	.09	.09	.10	.07
		10 (25)	.08	.08	.08	.08	.08	.07	.08	.07	.08	.06
		12 (30)	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.06	.06	.07	.06
HOLLOW CONCRETE BLOCKS	Sand & Gravel Agg	8 (43)	.52	.44	.48	.43	.33	.29	.30	.28	.23	.17
		12 (63)	.47	.41	.45	.40	.31	.28	.28	.27	.22	.16
	Cinder Agg	8 (37)	.39	.35	.37	.34	.27	.25	.25	.24	.20	.15
		12 (53)	.36	.33	.35	.32	.26	.24	.23	.23	.19	.15
	Lt Wt Agg	8 (32)	.35	.32	.34	.31	.26	.23	.24	.22	.19	.15
		12 (43)	.32	.29	.31	.28	.24	.22	.22	.21	.18	.14
STUCCO ON HOLLOW CLAY TILE		8 (39)	.36	.32	.34	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
		10 (44)	.32	.29	.31	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14
		12 (49)	.29	.27	.28	.26	.22	.20	.21	.20	.17	.13

1958 ASHAE Guide

Equations: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, *Table 19*)
Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp)

*For addition of insulation and air spaces to above walls, refer to *Table 31, page 75.*

للحصول علي باقي الجداول يكون ذلك من مرجعنا carrier load estimation.

وزن الحوائط او الاسقف مهم بسبب انه يدخل في معامل تخزين الحوائط للحرارة ويكفي ان نعرف الان ان بالحصول علي ذلك الوزن من الجدول السابق لكل حائط مع ضرب كل قيمة من تلك في مساحة الحائط الخاص بها نحصل علي وزن الحائط

ويقسم الاجمالي للحوائط والسقف والارضية علي المساحة السطحية لارض الغرفة للحصول علي وزن المنشأة او building weight وهو ماسيتم استخدامه في الجداول القادمة.

- **يتم تحديد قيمة $\Delta T_{(equivalent)}$ للحوائط وذلك من الجدول ١٩، ص٦٢ من كتاب carrier ch1 load estimation وذلك من الجدول التالي:**

TABLE 19-EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCE (DEG F)

FOR DARK COLORED† , SUNLIT AND SHADED WALLS*

Based on Dark Colored Walls; 95 F db Outdoor Design Temp; Constant 80F db Room Temp;

20 deg F Daily Range; 24-hour Operation; July and 40 N. Lat.†

EXPOSURE	WEIGHTS OF WALL ‡ (lb/sq ft)	SUN TIME																						
		AM							PM											AM				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Northeast	20	5	15	22	23	24	19	14	13	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	-2	-3	-4	-2
	60	-1	-2	-2	5	24	22	20	15	10	11	12	13	14	13	12	11	10	8	6	4	2	1	0	-1
	100	4	3	4	4	4	10	16	15	14	12	10	11	12	12	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5
	140	5	5	6	6	6	6	6	10	14	16	14	12	10	10	10	10	10	10	10	9	9	8	7	7
East	20	1	17	30	33	36	35	32	20	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	-1	-2	-3	-3
	60	-1	-1	0	21	30	31	31	19	14	13	12	13	14	13	12	11	10	8	5	4	3	1	1	0
	100	5	5	6	8	14	20	24	25	24	20	18	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	7	7	6
	140	11	10	10	9	8	9	10	15	18	19	18	17	16	14	12	13	14	14	14	13	13	12	12	12
Southeast	20	10	6	13	19	26	27	28	26	24	19	16	15	14	12	10	8	6	4	2	0	-1	-1	-2	-2
	60	1	1	0	13	20	24	28	26	25	21	18	15	14	13	12	11	10	8	6	5	4	3	3	2
	100	7	7	6	6	6	11	16	17	18	19	18	16	14	13	12	11	10	10	10	9	9	8	8	7
	140	9	8	8	8	8	7	6	11	14	15	16	18	16	15	14	13	12	12	12	11	11	10	10	9
South	20	-1	-2	-4	1	4	14	22	27	30	28	26	20	16	12	10	7	6	3	2	1	1	0	0	-1
	60	-1	-3	-4	-3	-2	7	12	20	24	25	26	23	20	15	12	10	8	6	4	2	1	1	0	-1
	100	4	4	2	2	2	3	4	8	12	15	16	18	18	15	14	11	10	9	8	8	7	6	6	5
	140	7	6	6	5	4	4	4	4	4	7	10	13	14	15	16	16	14	12	10	10	9	9	8	7
Southwest	20	-2	-4	-4	-2	0	4	6	19	26	34	40	41	42	30	24	12	6	4	2	1	1	0	-1	-1
	60	2	1	0	0	0	1	2	8	12	24	32	35	36	35	34	20	10	7	6	5	4	4	3	3
	100	7	5	6	5	4	5	6	7	8	12	14	19	22	23	24	23	22	15	10	10	9	9	8	7
	140	8	8	8	8	8	7	6	6	6	7	8	9	10	15	18	19	20	13	8	8	8	8	8	8
West	20	-2	-3	-4	-2	0	3	6	14	20	32	40	45	48	34	22	14	8	5	2	1	0	0	-1	-1
	60	2	1	0	0	0	2	4	7	10	19	26	34	40	41	36	28	16	10	6	5	4	3	3	2
	100	7	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	17	20	25	28	27	26	19	14	12	11	10	9	8
	140	12	11	10	9	8	8	8	9	10	10	10	11	12	14	16	21	22	23	22	20	18	16	15	13
Northwest	20	-3	-4	-4	-2	0	3	6	10	12	19	24	33	40	37	34	18	6	4	2	0	-1	-1	-2	-2
	60	-2	-3	-4	-3	-2	0	2	6	8	10	12	21	30	31	32	21	12	8	6	4	3	1	0	-1
	100	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	9	12	17	20	21	22	14	8	7	7	6	6	5
	140	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	14	18	19	20	16	7	11	10	9
North (Shade)	20	-3	-3	-4	-3	-2	1	4	8	10	12	14	13	12	10	8	6	4	2	0	0	13	-1	-2	-2
	60	-3	-3	-4	-3	-2	-1	0	3	6	8	10	11	12	12	12	10	8	6	4	2	-1	0	-1	-2
	100	1	1	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	8	7	6	5	4	3	1	2	2	1
	140	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	7	6	4	3	2	2	1
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
		AM							PM												AM				
		SUN TIME																							

Equation: Heat Gain Thru Walls, Btu/hr = (Area, sq ft) × (equivalent temp diff) × (transmission coefficient U, *Tables 21 thru 25*)

*All values are for the both insulated and uninsulated walls.

†For other conditions, refer to corrections on *page 64*.

‡"Weight per sq ft" values for common types of construction are listed in *Tables 21 thru 25*.

For wall constructions less than 20 lb/sq ft, use listed values of 20 lb/sq ft.

- يتم تحديد قيمة $\Delta T_{(equivalent)}$ للاسقف وذلك من الجدول ٢٠، ص٦٣ من كتاب carrier ch1 load estimation وذلك من الجدول التالي:

TABLE 20-EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCE (DEG F)

FOR DARK COLORED†, SUNLIT AND SHADED ROOFS*

Based on 95 F db Outdoor Design Temp; Constant 80 F db Room Temp; 20 deg F Daily Range; 24-hour Operation; July and 40° N. Lat.†

CONDITION	WEIGHTS OF ROOF‡ (lb/sq ft)	SUN TIME																							
		AM							PM											AM					
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Exposed to Sun	10	-4	-6	-7	-5	-1	7	15	24	32	38	43	46	45	41	35	28	22	16	10	7	3	1	-1	-3
	20	0	-1	-2	-1	2	9	16	23	30	36	41	43	43	40	35	30	25	20	15	12	8	6	4	2
	40	4	3	2	3	6	10	16	23	28	33	38	40	41	39	35	32	28	24	20	17	13	11	9	6
	60	9	8	6	7	8	11	16	22	27	31	35	38	39	38	36	34	31	28	25	22	18	16	13	11
	80	13	12	11	11	12	13	16	22	26	28	32	35	37	37	35	34	34	32	30	27	23	20	18	14
Covered with Water	20	-5	-2	0	2	4	10	16	19	22	20	18	16	14	12	10	6	2	1	1	-1	-2	-3	-4	-5
	40	-3	-2	-1	-1	0	5	10	13	15	15	16	15	15	14	12	10	7	5	3	1	-1	-2	-3	-3
	60	-1	-2	-2	-2	-2	2	5	7	10	12	14	15	16	15	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0
Sprayed	20	-4	-2	0	2	4	8	12	15	18	17	16	15	14	12	10	6	2	1	0	-1	-2	-2	-3	-3
	40	-2	-2	-1	-1	0	2	5	9	13	14	14	14	14	13	12	9	7	5	3	1	0	0	-1	-1
	60	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	5	8	10	12	13	14	13	12	11	10	8	6	4	2	1	0	-1
Shaded	20	-5	-5	-4	-2	0	2	6	9	12	13	14	13	12	10	8	5	2	1	0	-1	-3	-4	-5	-5
	40	-5	-5	-4	-3	-2	0	2	5	8	10	12	13	12	11	10	8	6	4	2	0	-1	-3	-4	-5
	60	-3	-3	-2	-2	-2	-1	0	2	4	6	8	9	10	10	10	9	8	6	4	2	1	0	-1	-2
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
		AM							PM											AM					
		SUN TIME																							

Equation: Heat Gain Thru Roofs, Btu/hr = (Area, sq ft) × (equivalent temp diff) × (transmission coefficient U, *Tables 27 or 28*)

*With attic ventilated and ceiling insulated roofs, reduce equivalent temp diff 25%

For peaked roofs, use the roof area projected on a horizontal plane.

†For other conditions, refer to corrections on *page 64*.

‡"Weight per sq ft" values for common types of construction are listed in *Tables 27 or 28*.

ملحوظة: الجدولين السابقين تمت بناءا علي ماهو مذكور اعلهم واذا حدث اختلاف يتم عمل معامل التصحيح من الجدول A٢٠، ص٦٤ من كتاب carrier ch1 load estimation وهو التالي:

TABLE 20A-CORRECTIONS TO EQUIVALENT TEMPERATURES (DEG F)

OUTDOOR DESIGN FOR MONTH AT 3 P.M. MINUS ROOM TEMP (deg F)	DAILY RANGE (deg F)																	
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
-30	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-45	-46	-47	-48	-49	-50	-51	-52	-53	-54	-55
-20	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35	-36	-37	-38	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-45
-10	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35
0	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25
5	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20
10	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15
15	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10
20	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
25	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
30	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
35	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
40	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15

٣- الحرارة المنتقلة عبر الزجاج او الابواب او الاسقف الزجاجية- Transmitted heat gain thru doors and skylights and windows

$$Q_1=A*U*\Delta T$$

(Q) الحرارة الناتجة عن التوصيل من خلال الشباك

(A) مساحة الشبابيك كلها و(لا يلزم الاتجاه)

(U) معامل انتقال الحرارة بالتوصيل للزجاج

(ΔT) الفرق بين درجة حرارة الغرفة ودرجة الحرارة الخارجية

- **اذا كان هناك زجاج بالسقف او skylight او حوائط زجاجية او شبابيك اوعزل يتم تحديد قيمة الU من الجدول ٣٢-٣٣، ص٧٥ من كتاب carrier ch1 load estimation وهما التاليين:**

TABLE 32-TRANSMISSION COEFFICIENT U-FLAT ROOFS WITH ROOF-DECK INSULATION
SUMMER AND WINTER
Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

U VALUE OF ROOF BEFORE ADDING ROOF DECK INSULATION	Addition of Roof-Deck Insulation Thickness (in.)					
	½	1	1½	2	2½	3
.60	.33	.22	.17	.14	.12	.10
.50	.29	.21	.16	.14	.12	.10
.40	.26	.19	.15	.13	.11	.09
.35	.24	.18	.14	.12	.10	.09
.30	.21	.16	.13	.12	.10	.09
.25	.19	.15	.12	.11	.09	.08
.20	.16	.13	.11	.10	.09	.08
.15	.12	.11	.09	.08	.08	.07
.10	.09	.08	.07	.07	.06	.05

TABLE 33-TRANSMISSION COEFFICIENT U-WINDOWS, SKYLIGHTS, DOORS & GLASS BLOCK WALLS
Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

GLASS											
	Vertical Glass							Horizontal Glass			
	Single	Double			Triple			Single		Double (1/4")	
Air Space Thickness (in.)		¼	½	¾ -4	¼	½	¾ -4	Summer	Winter	Summer	Winter
Without Storm Windows	1.13	0.61	0.55	0.53	0.41	0.36	0.34	0.86	1.40	0.50	0.70
With Storm Windows	0.54							0.43	0.64		

DOORS		
Nominal Thickness of Wood (inches)	U Exposed Door	U With Storm Door
1	0.69	0.35
1¼	0.59	0.32
1½	0.52	0.30
1¾	0.51	0.30
2	0.46	0.28
2½	0.38	0.25
3	0.33	0.23
Glass (3/4" Herculite)	1.05	0.43

HOLLOW GLASS BLOCK WALLS	
Description*	U
5¾×5¾×37/8" Thick—Nominal Size 6×6×4 (14)	0.60
7¾×7¾×37/8" Thick--Nominal Size 8×8×4 (14)	0.56
11¾×11¾×37/8" Thick—Nominal Size 12×12×4 (16)	0.52
7¾×7¾×37/8" Thick with glass fiber screen dividing the cavity (14)	0.48
11¾×11¾×37/8" Thick with glass fiber screen dividing the cavity (16)	0.44

Equation: Heat Gain or Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp – inside temp)
*Italicized numbers in parentheses indicate weight in lb per sq ft.

ملحوظة: تم العمل بالحرارة المكافئة والتي بداخلها تعبير عن الحرارة المخزنة في جداول وحسابات الحوائط والاسقف اما الزجاج في اي مكان فتم الحساب فقط علي الفرق بين درجة الحرارة داخليا وخارجيا وذلك لان باخر جزء سيتم حساب الحرارة المخزنة عن طريق الشبابيك.

٤- الحرارة المنتقلة خلال البدرومات

وتنقسم الي حوائط وارضيات

Heat loss thru =area*heat transfer coefficient U*($T_{basement}$-T_{ground})

- **تحدد القيم المختلفة من الجداول ٣٥-٣٦-٣٧، ص٨٠-٨٢ من كتاب carrier ch1 load estimation وهي التاليه:**

TABLE 35-TRANSMISSION COEFFICIENT U-MASONRY FLOORS AND WALLS IN GROUND
(Use only in conjunction with *Table 36*)

Floor or Wall	Transmission Coefficient U Btu/(hr) (sq ft) (deg f)
*Basement Floor	.05
Portion of Wall exceeding 8 feet below ground level	.08

TABLE 36-PERIMETER FACTORS
FOR ESTIMATING HEAT LOSS THROUGH BASEMENT WALLS
AND OUTSIDE STRIP OF BASEMENT FLOOR
(Use only in conjunction with *Table 35*)

Distance of Floor From Ground Level	Perimeter Factor (q)
2 Feet above	.90
At ground level	.60
2 Feet below	.75
4 Feet below	.90
6 Feet below	1.05
8 Feet below	1.20

Equations:

Heat loss about perimeter, Btu/hr = (perimeter of wall, ft) × (perimeter factor) × (basement-outdoor temp).

TABLE 37-GROUND TEMPERATURES
FOR ESTIMATING HEAT LOSS THROUGH BASEMENT FLOORS

Outdoor Design Temp (F)	-30	-20	-10	0	+10	+20
Ground Temp (F)	40	45	50	55	60	65

٥- التسريب infiltration

- يتم تحديد قيمة التسريب من الجدول ٤١، ص٨٩-٩٠ من كتاب carrier ch1 load estimation وذلك هو الجدول التالي:

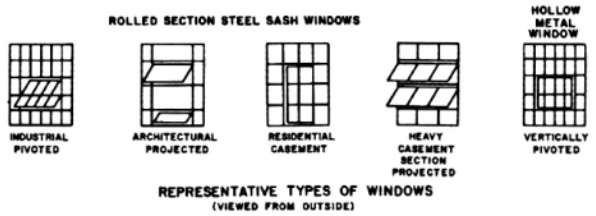
TABLE 41-INFILTRATION THRU WINDOWS AND DOORS-SUMMER*
7.5 mph Wind Velocity†

TABLE 41a-DOUBLE HUNG WINDOWS‡

DESCRIPTION	CFM PER SQ FT SASH AREA					
	Small-30X72"			Large-54"X96"		
	No W-Strip	W-Strip	Storm Sash	No W-Strip	W-Strip	Storm Sash
Average Wood Sash	.43	.26	.22	.27	.17	.14
Poorly Fitted Wood Sash	1.20	.37	.60	.76	.24	.38
Metal Sash	.80	.35	.40	.51	.22	.25

TABLE 41b-CASEMENT TYPE WINDOWS ‡

DESCRIPTION	CFM PER SQ FT SASH AREA									
	Percent Openable Area									
	0%	25%	33%	40%	45%	50%	60%	66%	75%	100%
Rolled Section-Steel Sash										
Industrial Pivoted	.33	.72	-	.99	-	-	-	1.45	-	2.6
Architectural Projected	-	.39	-	-	-	.55	.74	-	-	-
Residential	-	-	.28	-	-	.49	-	-	-	6.3
Heavy Projected	-	-	-	-	.23	-	-	.32	.39	-
Hollow Metal-Vertically Pivoted	.27	.58	-	.82	-	-	-	1.2	-	2.2



REPRESENTATIVE TYPES OF WINDOWS
(VIEWED FROM OUTSIDE)

TABLE 41-INFILTRATION THRU WINDOWS AND DOORS-SUMMER* (Contd)
7.5 mph Wind Velocity†

Table 41c-DOORS ON ONE OR ADJACENT WALLS, CORNER ENTRANCES

DESCRIPTION	CFM PER SQ FT AREA**		CFM	
	No Use	Average Use	Standing Open	
			No Vestibute	Vestibule
Revolving Doors-Normal Operation	.8	5.2	-	-
Panels Open	-	-	1,200	900
Glass Door-3/4" Crack	4.5	10.0	700	500
Wood Door (3"X7")	1.0	6.5	700	500
Small Factory Door	.75	6.5	-	-
Garage & Shipping Room Door	2.0	4.5	-	-
Ramp Garage Door	2.0	6.75	-	-

TABLE 41d-SWINGING DOORS ON OPPOSITE WALLS

	% Time 2nd Door is Open	CFM PER PAIR OF DOORS % Time 1st Door is Open				
		10	25	50	75	100
	10	100	250	500	750	1,000
	25	250	625	1250	1875	2,500
	50	500	1250	2500	3750	5,000
	75	750	1875	3750	5625	7,500
	100	1000	2500	5000	7500	10,000

TABLE 41e-DOORS

APPLICATION	CFM PER PERSON IN ROOM PER DOOR		
		36" Swinging Door	
	72" Revolving Door	No Vestibule	Vestibule
Bank	6.5	8.0	6.0
Barber Shop	4.0	5.0	3.8
Candy and Soda	5.5	7.0	5.3
Cigar Store	20.0	30.0	22.5
Department Store (Small)	6.5	8.0	6.0
Dress Shop	2.0	2.5	1.9
Drug Store	5.5	7.0	5.3
Hospital Room	-	3.5	2.6
Lunch Room	4.0	5.0	3.8
Men's Shop	2.7	3.7	2.8
Restaurant	2.0	2.5	1.9
Shoe Store	2.7	3.5	2.6

*All values in *Table 41* are based on the wind blowing directly at the window or door. When the wind direction is oblique to the window or door, multiply the above values by 0.60 and use the total window and door area on the windward side(s).

†Based on a wind velocity of 7.5 mph. For design wind velocities different from the base, multiply the above values by the ratio of velocities.

‡Includes frame leakage where applicable.

** Vestibules may decrease the infiltration as much as 30% when the door usage is light. When door usage is heavy, the vestibule is of little value for reducing infiltration.

لاكثر من ذلك يرجي الرجوع الي المرجع.

٦- حمل التهوية ventilation load

نحصل عليه من جدول ٤٥، ص٩٦ وهو التالي:

TABLE 45-VENTILATION STANDARDS

APPLICATION	SMOKING	CFM PER PERSON		CFM PER SQ FT OF FLOOR
		Recommended	Minimum*	Minimum*
Apartment { Average	Some	20	15	-
Apartment { De Luxe	Some	30	25	.33
Banking Space	Occasional	10	7½	-
Barber Shops	Considerable	15	10	-
Beauty Parlors	Occasional	10	7½	-
Broker's Board Rooms	Very Heavy	50	30	-
Cocktail Bars	Heavy	30	25	-
Corridors (Supply or Exhaust)	-	-	-	.25
Department Stores	None	7½	5	.05
Directors Rooms	Extreme	50	30	-
Drug Stores†	Considerable	10	7½	-
Factories‡§	None	10	7½	.10
Five and Ten Cent Stores	None	7½	5	-
Funeral Parlors	None	10	7½	-
Garage‡	-	-	-	1.0
Hospitals { Operating Rooms‡**	None	-	-	2.0
Hospitals { Private Rooms	None	30	25	.33
Hospitals { Wards	None	20	15	-
Hotel Roms	Heavy	30	25	.33
Kitchen { Restaurant†	-	-	-	4.0
Kitchen { Residence	-	-	-	2.0
Laboratories†	Some	20	15	-
Meeting Rooms	Very Heavy	50	30	1.25
Office { General	Some	15	10	-
Office { Private	None	25	15	.25
Office { Private	Considerable	30	25	.25
Restaurant { Cafeteria†	Considerable	12	10	-
Restaurant { Dining Room†	Considerable	15	12	-
School Rooms‡	None	-	-	-
Shop Retail	None	10	7½	-
Theater‡	None	7½	5	-
Theater	Some	15	10	-
Toilets‡ (Exhaust)	-	-	-	2.0

*When minimum is used, use the larger.
‡See local codes which may govern.
†May be governed by exhaust..
§Use these values unless governed by other sources of contamination or by local codes.
**All outdoor air is recommended to overcome explosion hazard of anesthetics.

وتحدد قيمة الحرارة المفقودة لكل من التهوية والتسريب من العلاقة التالية:

$$H_S = 1.08 \times CFM \times \Delta T$$

٧- الاحمال الداخلية internal heat gain

- **الناس people:**

جدول ٤٨، ص ١٠٠

TABLE 48-HEAT GAIN FROM PEOPLE

DEGREE OF ACTIVITY	TYPICAL APPLICATION	Met-abolic Rate (Adult Male) Btu/hr	Aver-age Ad-justed Met-abolic Rate* Btu/hr	ROOM DRY-BULB TEMPERATURE									
				82 F Btu/hr		80 F Btu/hr		78 F Btu/hr		75 F But/hr		70 F Btu/hr	
				Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent
Seated at rest	Theater, Grade School	390	350	175	175	195	155	210	140	230	120	260	90
Seated, very light work	High School	450	400	180	220	195	205	215	185	240	160	275	125
Office worker	Offices, Hotels, Apts., College	475	450	180	270	200	250	215	235	245	205	285	165
Standing, walking slowly	Dept., Retail, or Variety Store	550											
Walking, seated	Drug Store	550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
Standing, walking slowly	Bank	550											
Sedentary work	Restaurant†	500	550	190	360	220	330	240	310	280	270	320	230
Light bench work	Factory, light work	800	750	190	560	220	530	245	505	295	455	365	385
Moderate dancing	Dance Hall	900	850	220	630	245	605	275	575	325	525	400	450
Walking, 3 mph	Factory, fairly heavy work	1000	1000	270	730	300	700	330	670	380	620	460	540
Heavy work	Bowling Alley‡ Factory	1500	1450	450	1000	465	985	485	965	525	925	605	845

*Adjusted Metabolic Rate is the metabolic rate to be applied to a mixed group of people with a typical percent composition based on the following factors:

Metabolic rate, adult female=Metabolic rate, adult male×0.85

Metabolic rate, children =Metabolic rate, adult male×0.75

†Restaurant-Values for this application include 60 Bu per hr for food per Individual (30 Btu sensible and 30 Btu latent heat per hr).

‡Bowling-Assume one person per alley actually bowling and all others sitting, metabolic rate 400 Btu per hr; or standing, 550 Btu per hr.

- **الاضاءة lights**

جدول ٤٩، ص ١٠٠

TABLE 49 – HEAT GAIN FROM LIGHT

TYPE	HEAT GAIN* Btu/hr
Fluorescent	Total Light Watts×1.25†×3.4
Incandescent	Total Light Watts×3.4

- الاجهزة appliances

جداول ٥٠-٥١-٥٢، ص ١٠٠-١٠١-١٠٢

TABLE 50-HEAT GAIN FROM RESTAURANT APPLIANCES

NOT HOODED*-ELECTRIC

APPLIANCE	OVERALL DIMENSIONS Less Legs and Handles (In.)	TYPE OF CON-TROL	MISCELLANEOUS DATA	MFR MAX RATING Btu/hr	MAIN-TAIN-ING RATE Btu/hr	RECOM HEAT GAIN FOR AVG USE		
						Sensible Heat Btu/hr	Latent Heat Btu/hr	Total Heat Btu/hr
Coffee Brewer-1/2 gal		Man.		2240	306	900	220	1120
Warmer-1/2 gal		Man.		306	306	230	90	320
4 Coffee Brewing Units with 41/2 gal Tank	20X30X26 H	Auto.	Water heater—2000 watts Brewers—2960 watts	16900		4800	1200	6000
Coffee Urn--3 gal	15 DiaX34H	Man.	Black finish	11900	3000	2600	1700	4300
--3 gal	12X23 oval X21H	Auto.	Nickel plated	15300	2600	2200	1500	3700
--5 gal	18 Dia X37H	Auto.	Nickel plated	17000	3600	3400	2300	5700
Doughnut Machine	22X22X57H	Auto.	Exhaust system to outdoors-1/2 hp motor	16000		5000		5000
Egg Boiler	10X13X25H	Man.	Med. ht. –550 watts Low ht—275 watts	3740		1200	800	2000
Food Warmer with Plate Warmer, per sq ft top surface		Auto.	Insulated, separate heating unit for each pot. Plate warmer in base	1350	500	350	350	700
Food Warmer without Plate Warmer, per sq ft top surface		Auto.	Ditto, without plate warmer	1020	400	200	350	550
Fry Kettle--111/2 lb fat	12 DiaX14H	Auto.		8840	1100	1600	2400	4000
Fry Kettle—25 lb fal	16X18X12H	Auto.	Frying area 12"X14"	23800	2000	3800	5700	9500
Griddle, Frying	18X18X8H	Auto.	Frying top 18"X14"	8000	2800	3100	1700	4800
Grille, Meat	14X14X10H	Auto.	Cooking area 10"X12"	10200	1900	3900	2100	6000
Grille, Sandwich	13X14X10H	Auto.	Grill area 12"X12"	5600	1900	2700	700	3400
Roll Warmer	26X17X13H	Auto.	One drawer	1500	400	1100	100	1200
Toaster, Continuous	15X15X28H	Auto.	2 Slices wide-- 360 slices/hr	7500	5000	5100	1300	6400
Toaster, Continuous	20X15X28H	Auto.	4 Slices wide-- 720 slices/hr	10200	6000	6100	2600	8700
Toaster, Pop-Up	6X11X9H	Auto.	2 Slices	4150	1000	2450	450	2900
Waffle Iron	12X13X10H	Auto.	One waffle 7" dia	2480	600	1100	750	1850
Waffle Iron for Ice Cream Sandwich	14X13X10H	Auto.	12 Cakes, each 2 1/2"X3 3/4"	7500	1500	3100	2100	5200

*If properly designed positive exhaust hood is used, multiply recommended value by .50.

TABLE 51-HEAT GAIN FROM RESTAURANT APPLIANCES
NOT HOODED*--GAS BURNING AND STEAM HEATED

APPLIANCE	OVERALL DIMENSIONS Less Legs and Handles (In.)	TYPE OF CON-TROL	MISCELLANEOUS DATA	MFR MAX RATING Btu/hr	MAIN-TAIN-ING RATE Btu/hr	RECOM HEAT GAIN FOR AVG USE		
						Sensible Heat Btu/hr	Latent Heat Btu/hr	Total Heat Btu/hr
GAS BURNING								
Coffee Brewer-1/2 gal		Man.	Combination brewer	3400		1350	350	1700
Warmer-1/2 gal		Man.	and warmer	500	500	400	100	500
Coffee Brewing Units with Tank	19X30X26 H		4 Brewers and 4½ gal tank			7200	1800	9000
Coffee Urn--3 gal	15" DiaX34H	Auto.	Black finish	3200	3900	2900	2900	5800
Coffee Urn --3 gal	12X23 oval X21H	Auto.	Nickel plated		3400	2500	2500	5000
Coffee Urn --5 gal	18 Dia X37H	Auto.	Nickel plated		4700	3900	3900	7800
Food Warmer, Values per sq ft top surface		Man.	Water bath type	2000	900	850	450	1300
Fry Kettle—15 lb fat	12X20X18H	Auto.	Frying area 10X10	14250	3000	4200	2800	7000
Fry Kettle—28 lb fal	15X35X11H		Frying area 11X16	24000	4500	7200	4800	12000
Grill—Broil-O-Grill	22X14X17H		Insulated					
Top Burner	(1.4 sq ft)	Man.	22,000 Btu/hr	37000		14400	3600	18000
Bottom Burner	grill surface)		15,000 Btu/hr					
Stoves, Short Order-- Open Top. Values per sq ft top surface		Man.	Ring type burners 12000 to 22000 Btu/ea	14000		4200	4200	8400
Stoves, Short Order-- Closed Top. Values per sq ft top surface		Man.	Ring type burners 10000 to 12000 Btu/ea	11000		3300	3300	6600
Toaster, Continuous	15X15X28H	Auto.	2 Slices wide-- 360 slices/hr	12000	10000	7700	3300	11000
STEAM HEATED								
Coffee Urn--3 gal	15 DiaX34H	Auto.	Black finish			2900	1900	4800
--3 gal	12X23 ovalX21H	Auto.	Nickel plated			2400	1600	4000
--5 gal	18 DiaX37H	Auto.	Nickel plated			3400	2300	5700
Coffee Urn--3 gal	15 DiaX34H	Man.	Black finish			3100	3100	6200
--3 gal	12X23 ovalX21H	Man.	Nickel plated			2600	2600	5200
--5 gal	18 DiaX37H	Man.	Nickel plated			3700	3700	7400
Food Warmer, per sq ft top surface		Auto.				400	500	900
Food Warmer, per sq ft top surface		Man.				450	1150	1500

*If properly designed positive exhaust hood is used, multiply recommended value by. 50.

TABLE 52-HEAT GAIN FROM MISCELLANEOUS APPLIANCES
NOT HOODED*

APPLIANCE	TYPE OF CONTROL	MISCELLANEOUS DATA	MFR MAX RATING Btu/hr	RECOM HEAT GAIN FOR AVG USE		
				Sensible Heat Btu/hr	Latent Heat Btu/hr	Total Heat Btu/hr
GAS BURNING						
Hair Dryer, Blower Type 15 amps, 115 volts AC	Man.	Fan 165 watts, (low 915 watts, high 1580 watts)	5,370	2,300	400	2,700
Hair Dryer, helmet type, 6.5 amps, 115 volts AC	Man.	Fan 80 watts, (low 300 watts, high 710 watts)	2,400	1,870	330	2,200
Permanent Wave Machine	Man.	60 heaters at 25 watts each, 36 in normal use	5,100	850	150	1,000
Pressurized Instrument Washer and Sterilizer		11"X11"X22"		12,000	23,460	35,460
Neon Sign, per		1/2" outside dia		30		30
Linear ft tube		3/8" outside dia		60		60
Solution and/or		18"X30"X72"		1,200	3,000	4,200
Blanket Warmer		18"X24"X72"		1,050	2,400	3,450
Sterilizer	Auto.	16"X24"		9,600	8,700	18,300
Dressing	Auto.	20"X36"		23,300	24,000	47,300
Sterilizer, Rectangular Bulk	Auto.	24"X24"X36"		34,800	21,000	55,800
	Auto.	24"X24"X48"		41,700	27,000	68,700
	Auto.	24"X36"X48"		56,200	36,000	92,200
	Auto.	24"X36"X60"		68,500	45,000	113,500
	Auto.	36"X42"X84"		161,700	97,500	259,200
	Auto.	42"X48"X96"		184,000	140,000	324,000
	Auto.	48"X54"X96"		210,000	180,000	390,000
Sterilizer, Water	Auto.	10 gallon		4,100	16,500	20,600
	Auto.	15 gallon		6,100	24,600	30,700
Sterilizer, Instrument	Auto.	6"X8"X17"		2,700	2,400	5,100
	Auto.	9"X10"X20"		5,100	3,900	9,000
	Auto.	10"X12"X22"		8,100	5,900	14,000
	Auto.	10"X12"X36"		10,200	9,400	19,600
	Auto.	12"X16"X24"		9,200	8,600	17,800
Sterilizer, Utensil	Auto.	16"X16"X24"		10,600	20,400	31,000
	Auto.	20"X20"X24"		12,300	25,600	37,900
Sterilizer, Hot Air	Auto.	Model 120 Amer Sterilizer Co		2,000	4,200	6,200
	Auto.	Model 100 Amer Sterilizer Co		1,200	2,100	3,300
Water Still		5 gal/hour		1,700	2,700	4,400
X-ray Machines, for making pictures		Physicians and Dentists office		None	None	None
X-ray Machines, for therapy		Heat load may be appreciable-- write mfg for data				
GAS BURNING						
Burner, Laboratory		7/16 dia barrel with				
small bunsen	Man.	manufactured gas	1,800	960	240	1,200
small bunsen	Man.	7/16 dia with nat gas	3,000	1,680	420	2,100
fishtail burner	Man.	7/16 dia with not gas	3,500	1,960	490	2,450
fishtail burner	Man.	7/16 dia bar with not gas	5,500	3,080	770	3,850
large bunsen	Man.	1 ½ dia mouth, adj orifice	6,000	3,350	850	4,200
Cigar Lighter	Man.	Continuous flame type	2,500	900	100	1,000
Hair Dryer System		Consists of heater & fan which				
5 helmets	Auto.	blows hot air thru duct system to	33,000	15,000	4,000	19,000
10 helmets	Auto.	helmets		21,000	6,000	27,000

*If properly designed positive exhaust hood is used, multiply recommended value by. 50.

- **المواتير الكهربية**

جدول ٥٣، ص ١٠٤

TABLE 53-HEAT GAIN FROM ELECTRIC MOTORS
CONTINUOUS OPERATION*

NAMEPLATE† OR BRAKE HORSEPOWER	FULL LOAD MOTOR EFFICIENCY PERCENT	LOCATION OF EQUIPMENT WITH RESPECT TO CONDITIONED SPACE OR AIR STREAM‡		
		Motor In-Driven Machine in HPX2545 % Eff	Motor Out-Driven Machine in HPX2545	Motor In-Driven Machine out HPX2545 (1-% Eff) % Eff
		Btu per Hour		
1/20	40	320	130	190
1/12	49	430	210	220
1/8	55	580	320	260
1/6	60	710	430	280
1/4	64	1,000	640	360
1/3	66	1,290	850	440
1/2	70	1,820	1,280	540
3/4	72	2,680	1,930	750
1	79	3,220	2,540	680
1 1/2	80	4,770	3,820	950
2	80	6,380	5,100	1,280
3	81	9,450	7,650	1,800
5	82	15,600	12,800	2,800
7 1/2	85	22,500	19,100	3,400
10	85	30,000	25,500	4,500
15	86	44,500	38,200	6,300
20	87	58,500	51,000	7,500
25	88	72,400	63,600	8,800
30	89	85,800	76,400	9,400
40	89	115,000	102,000	13,000
50	89	143,000	127,000	16,000
60	89	172,000	153,000	19,000
75	90	212,000	191,000	21,000
100	90	284,000	255,000	29,000
125	90	354,000	318,000	36,000
150	91	420,000	382,000	38,000
200	91	560,000	510,000	50,000
250	91	700,000	636,000	64,000

*For intermittent operation, an appropriate usage factor should be used, preferably measured.

†If motors are overloaded and amount of overloading is unknown, multiply the above heat gain factors by the following maximum service factors:

Maximum Service Factors

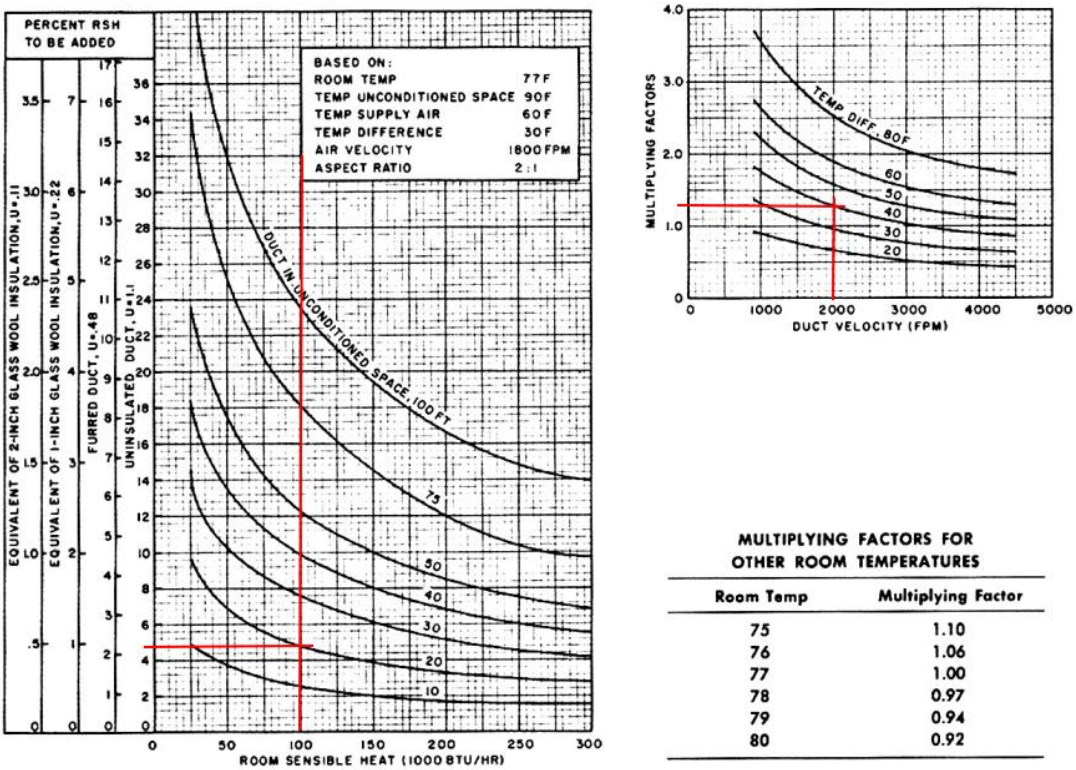
Horsepower	1/20 - 1/8	1/6 - 1/3	1/2 - 3/4	1	1 1/2 - 2	3 - 250
AC Open Type	1.4	1.35	1.25	1.25	1.20	1.15
DC Open Type	--	--	--	1.15	1.15	1.15

- **الممرات الهوائية duct heat gain**

خريطة ٣، ص ١٠٩

CHART 3- HEAT GAIN TO SUPPLY DUCT

Percent of Room Sensible Heat



MULTIPLYING FACTORS FOR OTHER ROOM TEMPERATURES

Room Temp	Multiplying Factor
75	1.10
76	1.06
77	1.00
78	0.97
79	0.94
80	0.92

$$Q = UPl \times \frac{2.165 \times AV}{(2.165 \times AV) + UPl} (t_3 - t_1)$$

where:

Q = duct heat gain (Btu/hr)
U = duct heat transmission factor (Btu/hr-sq ft-F)
P = rectangular duct perimeter (ft)
l = duct length (ft)
A = duct area (sq ft)
V = duct velocity (fpm)
t_1 = temperature of supply air entering duct (F)
t_3 = temperature of surrounding air (F)

Based on formulas in ASHRAE Guide 1963, p. 184, 185.

٨- الحرارة المخزنة

الحرارة الساقطة من الشمس علي المبني هي حرارة لحظية instantaneous ولكن الحمل الفعلي لجهاز التكييف المطلوب نزعة من الغرفة يكون الفرق بين تلك الحرارة اللحظية والحرارة المخزنة storage في جدران ومكونات المبني او الغرفة، ويعتمد ذلك علي ما يسمي بالسعة الحرارية للمبني وهي تساوي وزن المبني مقسوما علي الحرارة النوعية للمبني تكون غالبا (٠،٢ btu/hr.f) وسبق ان اشرنا الي كيفية الحصول علي وزن كل مكون من مكونات الغرفة بالرجوع لجدول ٢١-٣٣، وكما ذكر ايضا بنفس البند يستخدم مصطلح وزن المبني للدخول الي الجداول المختلفة لتعيين القيم المطلوبة وهنا نستخدم ذلك العنصر للدخول الي جداول ٧-١٢، ص ٣١ والتالي مثال عليه:

TABLE 7-STORAGE LOAD FACTORS, SOLAR HEAT GAIN THRU GLASS
WITH INTERNAL SHADE*
24 Hour Operation, Constant Space Temperature†

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHT§ (lb per sq ft of floor area)	SUN TIME AM 6	7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	AM 1	2	3	4	5	EXPOSURE (South Lat)
Northeast	150 & over	.47	.58	.54	.42	.27	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.14	.12	.09	.08	.07	.06	.06	.05	.05	.04	.04	.04	.03	
	100	.48	.60	.57	.46	.30	.24	.20	.19	.17	.16	.15	.13	.11	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	.03	.02	.02	Southeast
	30	.55	.76	.73	.58	.36	.24	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.07	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0	
East	150 & over	.39	.56	.62	.59	.49	.33	.23	.21	.20	.18	.17	.15	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	.05	.05	.05	.04	.04	
	100	.40	.58	.65	.63	.52	.35	.24	.22	.20	.18	.16	.14	.12	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	.03	.02	East
	30	.46	.70	.80	.79	.64	.42	.25	.19	.16	.14	.11	.09	.07	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0	
Southeast	150 & over	.04	.28	.47	.59	.64	.62	.53	.41	.27	.24	.21	.19	.16	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.06	.05	.05	
	100	.03	.28	.47	.61	.67	.65	.57	.44	.29	.24	.21	.18	.15	.12	.10	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	Northeast
	30	0	.30	.57	.75	.84	.81	.69	.50	.30	.20	.17	.13	.09	.05	.04	.03	.02	.01	0	0	0	0	0	0	
South	150 & over	.06	.06	.23	.38	.51	.60	.66	.67	.64	.59	.42	.24	.22	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.07	
	100	.04	.04	.22	.38	.52	.63	.70	.71	.69	.59	.45	.26	.22	.18	.16	.13	.12	.10	.09	.08	.07	.06	.06	.05	North
	30	.10	.21	.43	.63	.77	.86	.88	.82	.56	.50	.24	.16	.11	.08	.05	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	
Southwest	150 & over	.08	.08	.09	.10	.11	.24	.39	.53	.63	.66	.61	.47	.23	.19	.18	.16	.14	.13	.11	.10	.09	.08	.08	.07	
	100	.07	.08	.08	.08	.10	.24	.40	.55	.66	.70	.64	.50	.26	.20	.17	.15	.13	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.05	Northwest
	30	.03	.04	.06	.07	.09	.23	.47	.67	.81	.86	.79	.60	.26	.17	.12	.08	.05	.04	.03	.02	.01	.01	0	0	
West	150 & over	.08	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.18	.36	.52	.63	.65	.55	.22	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	
	100	.07	.08	.08	.09	.09	.09	.09	.18	.36	.54	.66	.68	.60	.25	.20	.17	.15	.13	.11	.10	.08	.07	.06	.05	West
	30	.03	.04	.06	.07	.08	.08	.08	.19	.42	.65	.81	.85	.74	.30	.19	.13	.09	.06	.05	.03	.02	.02	.01	0	
Northwest	150 & over	.08	.09	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.16	.33	.49	.61	.60	.19	.17	.15	.13	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	
	100	.07	.08	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.16	.34	.52	.65	.64	.23	.18	.15	.12	.11	.09	.08	.07	.06	.06	.05	Southwest
	30	.03	.05	.07	.08	.09	.09	.10	.10	.17	.39	.63	.80	.79	.28	.18	.12	.09	.06	.04	.03	.02	.02	.01	0	
North and Shade	150 & over	.08	.37	.67	.71	.74	.76	.79	.81	.83	.84	.86	.87	.88	.29	.26	.23	.20	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	
	100	.06	.31	.67	.72	.76	.79	.81	.83	.85	.87	.88	.90	.91	.30	.26	.22	.19	.16	.15	.13	.12	.10	.09	.08	South and Shade
	30	0	.25	.74	.83	.88	.91	.94	.96	.96	.98	.98	.99	.99	.26	.17	.12	.08	.05	.04	.03	.02	.01	.01	.01	

Equation: Cooling Load, Btu/hr = [Peak solar heat gain, Btu/(hr) (sq ft), (*Table 6*)]
× [Window area, sq ft]
× [Shade factor, Haze factor, etc., (*Chapter 4*)]
× [Storage factor, (above Table at desired time)]

يوضح الشكل التالي منحني الحرارة اللحظية ومنحني الحرارة الحقيقية

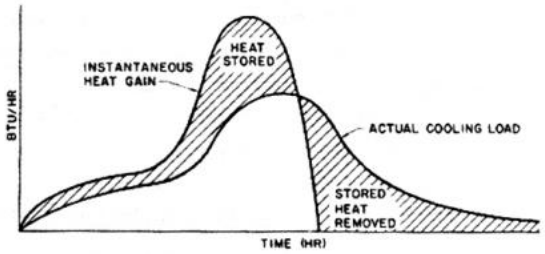


FIG. 3-ACTUAL COOLING LOAD, SOLAR HEAT GAIN, WEST EXPOSURE, AVERAGE CONSTRUCTION

ملاحظات هامة:

- **يستخدم العامل السابق بان يضرب في الحمل الحراري الشمسي الواقع علي الشبابيك او الحمل الحراري الخاص بالناس او الاجهزة او الاضاءة وذلك كما موضح بالمرجع وذلك لنحصل علي القيمة الحقيقية الفعلية للحمل المطلوب نزعه.**
- **عند الحصول علي القيمة الخاصة لوزن ال partition نقسم علي ٢ لانها ليست معرضه لاشعة الشمس كالحوائط الخارجية.**
- **للحوائط الداخلية partitions**

يكون فرق درجات الحرارة = $T_o - T_{in} - 5$

الا في حالة المطابخ او الغلايات $= T_o - T_{in} + 15$ to 25

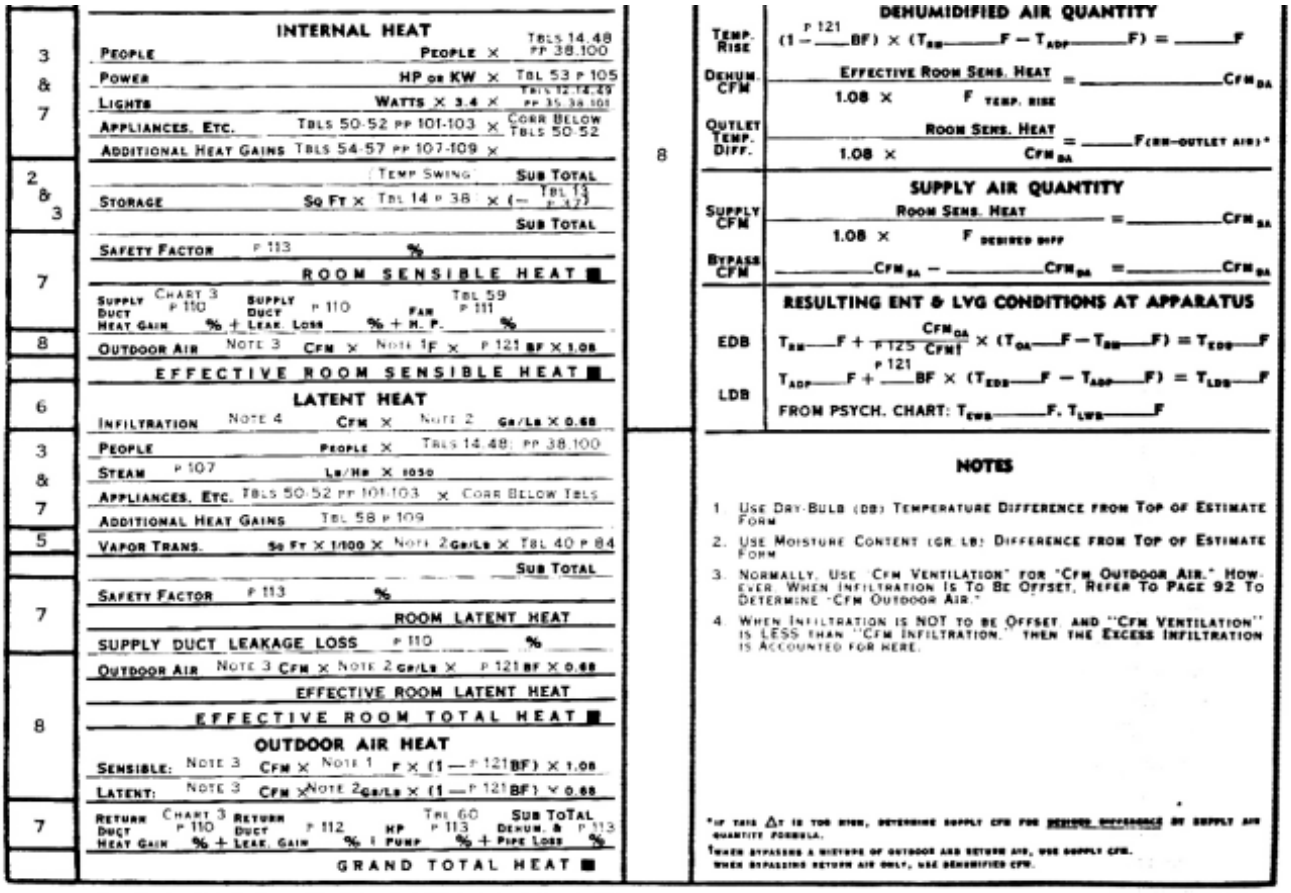
المرجع ص٦٩.

٣-٣- الملخص

الجدول التالي يوضح جدول لحسابات الاحمال الحرارية اليدوية بالصورة التقليدية:

CHAP REF	TABLE REFERENCES					
	ITEM		AREA OR QUANTITY	SUN GAIN OR TEMP. DIFF.		FACTOR
	SOLAR GAIN—GLASS					
3 & 4	GLASS	WITH STORAGE	Sq Ft ×	Tbls 6&7, 8, 9, 10 or 11 pp 29-34	×	Tbls 16,17 pp 52-54
	GLASS	WITHOUT STORAGE	Sq Ft ×	Tbl 15 pp 44-49	×	Tbl 15 Corr pp 44-49
	SKYLIGHT		Sq Ft ×		×	
	SOLAR & TRANS. GAIN—WALLS & ROOF					
5	WALL		Sq Ft ×	Tbl 19 p 62	×	Tbls 21,22, 23,24 or 25 pp 66-69
	WALL		Sq Ft ×		×	
	WALL		Sq Ft ×		×	
	WALL		Sq Ft ×		×	
	ROOF—SUN		Sq Ft ×	Tbl 20 p 63	×	Tbls 27,28 71,72
	ROOF—SHADED		Sq Ft ×		×	
	TRANS. GAIN—EXCEPT WALLS & ROOF					
	ALL GLASS		Sq Ft ×	Note 1	×	Tbl 33 p 76
	PARTITION		Sq Ft ×	Notes, pp 69,70	×	Tbls 25,26 pp 69,70
	CEILING		Sq Ft ×	Notes pp 73,74	×	Tbl 29 or 30 pp 73,74
	FLOOR		Sq Ft ×		×	
6	INFILTRATION	Note 4	CFM ×	Note 1	×	1.08

CHAP REF	TABLE REFERENCES						
	ESTIMATE FOR		LOCAL TIME SUN TIME	PEAK LOAD	LOCAL TIME SUN TIME		
	HOURS OF OPERATION						
2	CONDITIONS	DB	WB	% RH	DP	GR/LB	
	OUTDOOR (OA)	Tbls 1-3	pp 10-19				
	ROOM (RM)	Tbls 4,5	pp 20,22,23				
	DIFFERENCE		X X X	X X X	X X X		
6	VENTILATION	**OUTDOOR AIR**					
		____ People × Tbl 45 p 97	CFM/Person = ____				
		____ Sq Ft × ____	CFM/Sq Ft = ____				
		CFM Ventilation ■					
	INFILTRATION	Swinging Revolving Doors ____ People × Tbl 41 p 90	CFM/Person = ____				
		Open Doors ____ Doors × ____	CFM/Door = ____				
		Exhaust Fan Tbls 46,47; p 98 ____					
		Crack ____ Feet × Tbl 44 p 95 ____	CFM/Ft = ____				
		CFM Infiltration ■ Tbl 42 p 92					
		CFM Outdoor Air Thru Apparatus ■ Note 3	CFM_{OA}				
	ESHF	**APPARATUS DEWPOINT**					
		Effective Sens Heat Factor = Effective Room Sens. Heat / Effective Room Total Heat = ____					
		Tbl 65 p 145, or Psych Chart, Fig 33 p 116					
	ADP	Indicated ADP = ____ F	Selected ADP = ____ F				



With Carrier Masthead Form E20. Without Carrier Masthead Form E5024.

الجدول التالي المعادلات المستخدمة في تحديد الاحمال الحرارية وذلك طبقا لما سابقا وكذلك بالجدول السابق:

Load name-اسم الحمل الحراري	Equation-المعادلة
Window solar heat gain-الحرارة المكتسبة الشمسية الشبابيك	Q=A*sc*q
Solar& -الحرارة المكتسبة من الشمس والمنتقلة الي الغرفة عن طريق الحوائط والاسقف Transmitted heat gain thru walls and roofs	$Q_2=A*U*\Delta T$ (equivalent)
Transmitted heat -الحرارة المنتقلة عبر الزجاج او الابواب او الاسقف الزجاجية gain thru doors and skylights and windows	$Q_1=A*U*\Delta T$
infiltration التسريب	$H_S = 1.08 \times CFM \times \Delta T$
ventilation load حمل التهوية	$H_S = 1.08 \times CFM \times \Delta T$

internal heat gain الاحمال الداخلية people الناس	
lights الاضاءة	
appliances الاجهزة	
المواتير الكهربية	
duct heat gain الممرات الهوائية	
الحرارة المخزنة	

٣-٤- المرجع