



دانشگاه صنعتی شریف

طرح سیستم های تهویه مطبوع

دکتر محمد حسن سعیدی

نیمسال دوم 92-93

محاسبات بار سرمایشی

بار سرمایشی در فصل تابستان از بخش‌های زیر تشکیل می‌شود:

§ بار تشعشع نور خورشید از پنجره

§ انتقال حرارت از جداره‌های ساختمان

§ بار نفوذ یا تهویه

§ بارهای داخلی (ساکنین، روشنایی، موتورها و ...)

§ بار وسایل و تجهیزات (آشپزخانه، سایت

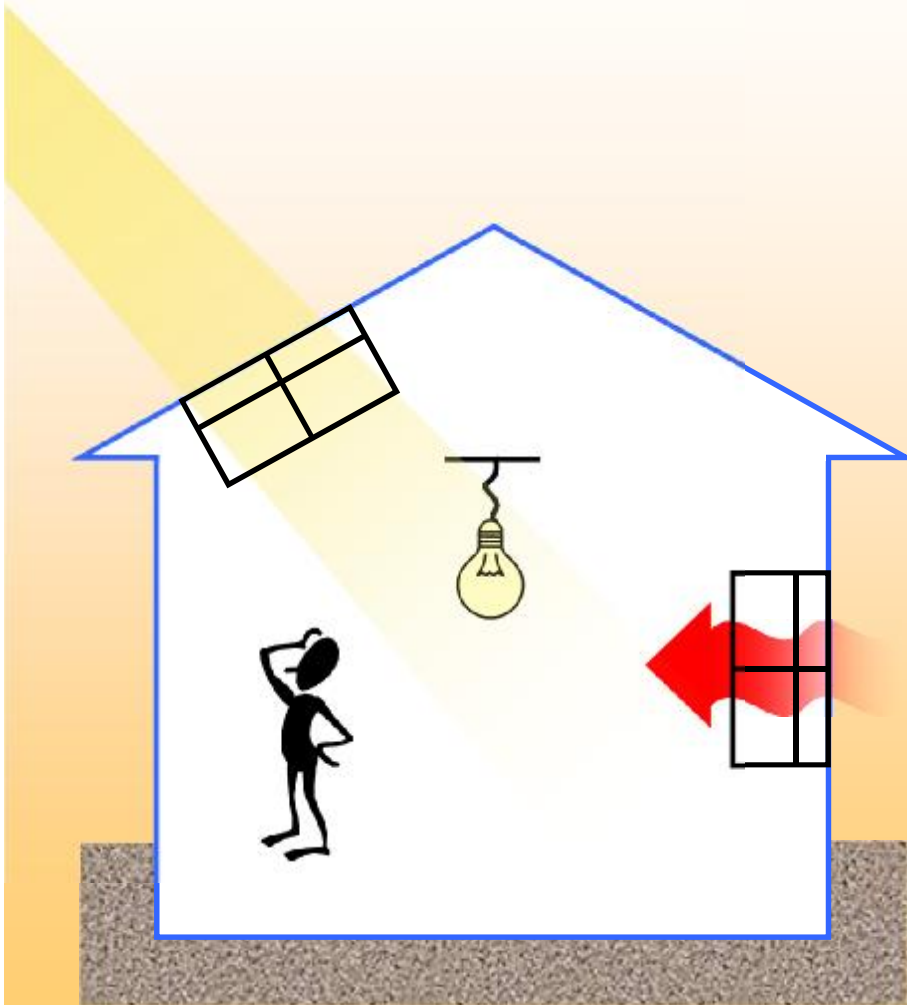
کامپیوتر، بیمارستان و ...)

§ انتقال حرارت از لوله‌ها و مخازن

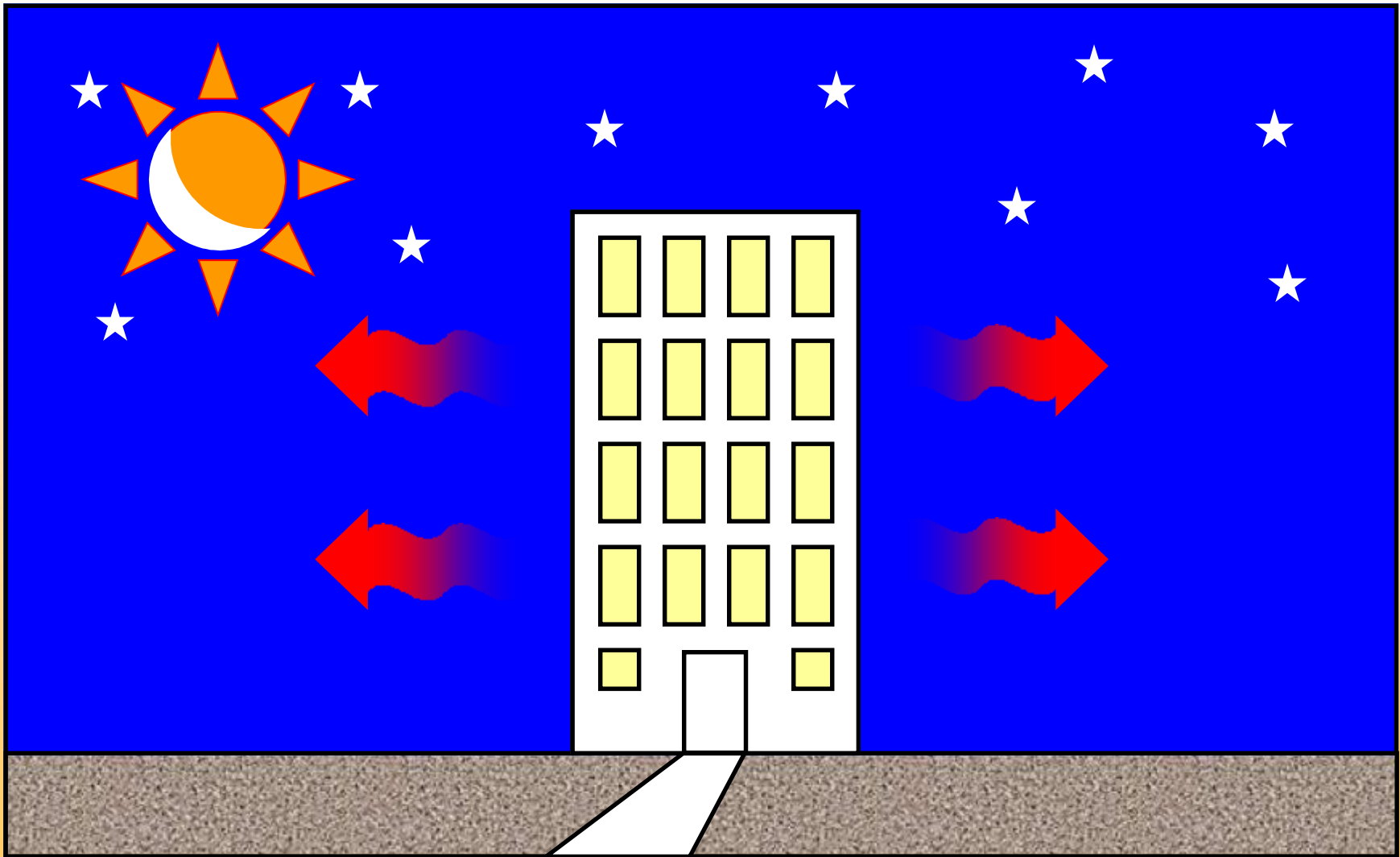
§ انتقال حرارت نهان از جداره‌های ساختمان

بدلیل به کم بودن انتقال حرارت از کف در تابستان، این بار در محاسبه بار برودتی منظور نمی‌گردد.

اصلی‌ترین تفاوت محاسبات بار سرمایشی با گرمایشی در نظر گرفتن اثرات ذخیره سازی حرارتی ساختمان است.




ذخیره‌سازی ساختمان



محاسبات بار سرمایشی

40° NORTH LATITUDE		SUN TIME														40° 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	32	20	12	13	14	14	14	14	14	13	12	20	32	South	DEC 22	
	Northeast	118	133	112	73	30	14	14	14	14	13	12	10	6	Southeast		
	East	126	161	162	142	95	44	14	14	14	13	12	10	6	East		
	Southeast	51	88	109	111	99	71	34	14	14	13	12	10	6	Northeast		
	South	6	10	12	19	35	44	54	44	35	19	12	10	6	North		
JULY 23 & MAY 21	Southwest	6	10	12	13	14	14	14	34	71	99	111	109	88	51	Northwest	NOV 21
	West	6	10	12	13	14	14	14	44	95	142	162	161	126	West		
	Northwest	6	10	12	13	14	14	14	14	30	73	112	133	118	Southwest		
	Horizontal	31	82	134	179	210	232	237	232	210	179	134	82	31	Horizontal		
	North	24	14	12	13	14	14	14	14	14	13	12	14	24	South	JAN 21 & FEB 20	
Northeast	106	127	105	56	26	14	14	14	14	13	12	10	5	Southeast			
East	118	16	164	144	98	43	14	14	14	13	12	10	5	East			
Southeast	54	96	119	125	110	82	42	15	4	13	12	10	5	Northeast			
South	5	10	13	26	44	63	69	63	44	26	13	10	5	North			
AUG 24 & APR 20	Southwest	5	10	12	13	14	15	42	82	110	125	119	96	54	Northwest	OCT 23 & NOV 21	
	West	5	10	12	13	14	14	14	43	98	144	164	151	118	West		
	Northwest	5	10	12	13	14	14	14	14	26	56	105	127	106	Southwest		
	Horizontal	24	73	126	171	203	225	233	225	203	171	126	73	24	Horizontal		
	North	7	8	11	13	14	14	14	14	14	13	11	8	7	South		FEB 20 & APR 20
Northeast	58	102	82	46	16	14	14	14	14	13	11	8	3	Southeast			
East	84	147	162	145	101	45	14	14	14	13	11	8	3	East			
Southeast	48	105	138	146	139	107	65	25	14	13	11	8	3	Northeast			
South	3	8	24	51	89	97	102	97	89	51	24	8	3	North			
SEPT 22 & MAR 22	Southwest	3	8	11	13	14	25	65	107	139	146	138	105	48	Northwest	MAY 21 & JULY 23	
	West	3	8	11	13	14	14	14	45	101	145	162	147	84	West		
	Northwest	3	8	11	13	14	14	14	14	16	46	82	102	68	Southwest		
	Horizontal	9	47	100	150	185	205	214	205	185	150	100	47	9	Horizontal		
	North	0	5	9	12	13	13	14	13	13	12	9	5	0	South		APR 20 & AUG 24
Northeast	0	51	58	26	13	13	14	13	13	12	9	5	0	Southeast			
East	0	116	149	139	99	45	14	13	13	12	9	5	0	East			
Southeast	0	95	144	162	157	133	90	41	14	12	9	5	0	Northeast			
South	0	12	44	81	110	122	140	122	110	81	44	12	0	North			
OCT 23 & FEB 20	Southwest	0	5	9	12	14	41	90	133	157	162	144	95	0	Northwest	MAY 21 & JULY 23	
	West	0	5	9	12	13	13	14	45	99	139	149	116	0	West		
	Northwest	0	5	9	12	13	13	14	13	13	26	58	51	0	Southwest		
	Horizontal	0	21	67	124	153	176	183	176	153	124	67	21	0	Horizontal		
	North	0	2	6	10	11	12	12	12	11	10	6	2	0	South		APR 20 & AUG 24
Northeast	0	35	33	12	11	12	12	12	11	10	6	2	0	Southeast			
East	0	85	117	122	88	39	12	12	11	10	6	2	0	East			
Southeast	0	81	132	161	153	144	107	63	20	10	6	2	0	Northeast			
South	0	21	59	104	137	154	162	154	137	104	59	21	0	North			
NOV 21 & JAN 21	Southwest	0	2	6	10	20	63	107	144	163	161	132	81	0	Northwest	MAY 21 & JULY 23	
	West	0	2	6	10	11	12	12	39	88	122	117	85	0	West		
	Northwest	0	2	6	10	11	12	12	11	12	33	35	0	0	Southwest		
	Horizontal	0	8	29	64	101	123	129	123	101	64	29	8	0	Horizontal		
	North	0	0	3	7	9	10	11	10	9	7	3	0	0	South		APR 20 & AUG 24
Northeast	0	0	12	7	9	10	11	10	9	7	3	0	0	Southeast			
East	0	0	91	100	74	33	11	10	9	7	3	0	0	East			
Southeast	0	0	109	144	156	144	116	70	27	7	3	0	0	Northeast			
South	0	0	59	104	139	158	155	158	139	104	59	0	0	North			
DEC 22	Southwest	0	0	3	7	9	27	70	116	144	156	144	109	0	Northwest	MAY 21 & JULY 23	
	West	0	0	3	7	9	10	11	33	74	150	91	0	0	West		
	Northwest	0	0	3	7	9	10	11	10	9	7	12	0	0	Southwest		
	Horizontal	0	0	16	43	73	92	103	92	73	43	16	0	0	Horizontal		
	North	0	0	2	6	9	10	10	10	9	6	2	0	0	South		JUNE 21
Northeast	0	0	7	6	9	10	10	10	9	6	2	0	0	Southeast			
East	0	0	72	86	68	31	10	10	9	6	2	0	0	East			
Southeast	0	0	88	134	148	142	115	73	30	7	2	0	0	Northeast			
South	0	0	51	99	134	158	165	158	134	99	51	0	0	North			
Soler Gain Correction	Southwest	0	0	2	7	30	73	115	142	148	134	88	0	0	Northwest	JUNE 21	
	West	0	0	2	6	9	10	10	31	68	86	72	0	0	West		
	Northwest	0	0	2	6	9	10	10	10	9	6	7	0	0	Southwest		
	Horizontal	0	0	8	32	55	76	85	76	55	32	8	0	0	Horizontal		
	Steel Sash, or No Sash	× 1/85 or 1.17	Haze		Altitude				Dewpoint Decrease From 67 F				Dewpoint Increase From 67 F				South Lat. Dec. or Jan. + 7%
		-15% [Max.]		+0.7% per 1000 Ft				+ 7% per 10 F				- 7% per 10 F					

بار تشعشع خورشید 

$$Q = SHG \times A \times F_s$$

بار تابش خورشید از پنجره، Btu/hr

حد اکثر تشعشع ورودی از شیشه، Btu/hr.ft²

سطح مقطع قاب پنجره، ft²

ضریب ذخیره سازی ساختمان

محاسبات بار سرمایشی

NORTH LAT.	MONTH	EXPOSURE NORTH LATITUDE										MONTH	SOUTH LAT.
		N†	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Horiz			
0°	June	59	156	147	42	14	42	147	156	276	Dec Nov & Jan Oct & Feb Sept & March Aug & April July & May June	0°	
	July & May	48	153	152	52	14	52	152	153	233			
	Aug & April	25	141	163	79	14	79	163	141	245			
	Sept & March	10	118	167	118	14	118	167	118	230			
	Oct & Feb	10	79	163	141	34	141	163	79	245			
	Nov & Jan	10	52	152	153	67	153	152	52	233			
Dec	10	42	147	156	82	156	147	42	226				
10°	June	40	153	155	55	14	55	155	153	243	Dec Nov & Jan Oct & Feb Sept & March Aug & April July & May June	10°	
	July & May	30	146	158	65	14	66	156	148	247			
	Aug & April	13	130	163	94	14	94	163	130	250			
	Sept & March	10	103	164	127	28	127	164	103	247			
	Oct & Feb	10	66	155	149	73	149	155	66	230			
	Nov & Jan	9	37	143	161	106	161	143	37	210			
Dec	9	26	137	163	120	163	137	26	202				
20°	June	26	154	160	73	14	73	160	154	250	Dec Nov & Jan Oct & Feb Sept & March Aug & April July & May June	20°	
	July & May	19	138	163	85	14	85	163	138	251			
	Aug & April	11	118	165	113	26	113	165	118	247			
	Sept & March	10	87	163	140	63	140	163	87	233			
	Oct & Feb	9	52	147	160	111	160	147	52	233			
	Nov & Jan	8	26	128	164	141	164	128	26	180			
Dec	8	18	121	167	149	167	121	18	170				
30°	June	20	139	151	90	21	90	151	139	250	Dec Nov & Jan Oct & Feb Sept & March Aug & April July & May June	30°	
	July & May	14	131	154	103	30	103	154	131	246			
	Aug & April	11	108	155	129	63	129	155	108	235			
	Sept & March	9	90	158	152	105	152	158	90	212			
	Oct & Feb	8	39	135	163	145	163	135	39	179			
	Nov & Jan	7	16	116	162	159	162	116	16	145			
Dec	6	12	105	162	163	162	105	12	131				
40°	June	17	135	152	111	34	111	152	135	237	Dec Nov & Jan Oct & Feb Sept & March Aug & April July & May June	40°	
	July & May	15	127	154	125	69	125	154	127	233			
	Aug & April	11	102	152	146	102	146	152	102	214			
	Sept & March	9	58	149	162	140	162	149	58	183			
	Oct & Feb	7	35	122	163	162	163	122	35	129			
	Nov & Jan	5	12	100	156	166	156	100	12	103			
Dec	5	10	86	148	165	148	86	10	85				
50°	June	14	126	154	135	93	135	154	126	220	Dec Nov & Jan Oct & Feb Sept & March Aug & April July & May June	50°	
	July & May	14	117	163	143	106	143	163	117	211			
	Aug & April	11	94	158	157	138	157	158	94	185			
	Sept & March	8	58	138	163	158	163	138	58	148			
	Oct & Feb	5	29	105	157	167	157	105	29	94			
	Nov & Jan	4	9	54	127	153	127	54	9	53			
Dec	3	7	47	116	141	116	47	7	40				
		S	SE	E	NE	N	NW	W	SW	Horiz			
EXPOSURE SOUTH LATITUDE													
Solar Gain Correction	Steel Sash or No Sash ×1/.85 or 1.17	Haze -1% (Max)	Altitude -0.7% per 1000 ft			Dewpoint Above 67 F -7% per 10 F			Dewpoint Below 67 F +7% per 10 F		South Lat Dec or Jan -7%		

محاسبات بار سرمایشی

ضرایب تصحیح تابش ورودی از شیشه عبارت است از:

- § **تصحیح جنس قاب:** برای قابهای فلزی یا پنجره‌های بدون قاب ضریب تصحیح برابر 17/1 می‌باشد.
- § **تصحیح غبار:** چنانچه هوا غبارآلود باشد از تشعشع ورودی از شیشه حداکثر تا 15% کاسته می‌شود.
- § **تصحیح ارتفاع:** به ازای هر 1000 ft، تشعشع ورودی از شیشه 7/0% افزایش می‌یابد.
- § **تصحیح میزان رطوبت:** چنانچه دمای نقطه شبنم بالاتر از 67 F باشد، به ازای هر 10 F اختلاف، 7/0% از تشعشع ورودی کاسته شده و چنانچه پایین‌تر از 67 F باشد، به ازای هر 10 F اختلاف، 7/0% به تشعشع ورودی افزوده می‌گردد.
- § **تصحیح نوع شیشه:** مقادیر جدول فوق برای شیشه معمولی بوده و برای سایر موارد تابش ورودی از شیشه باید مطابق جدول صفحه بعد تصحیح گردد.
- § **تصحیح وجود پوشش:** مقادیر جدول فوق برای شیشه بودن پوشش بوده و در صورت وجود پرده یا سایر پوشش‌ها، مقادیر جدول فوق باید مطابق جدول صفحه بعد تصحیح گردد.

محاسبات بار سرمایشی

STORAGE FACTOR

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHT § (lb per sq ft of floor area)	SUN TIME																				EXPOSURE (South Lat)				
		AM										PM														
		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	150 & over	.17	.27	.33	.33	.31	.29	.27	.25	.23	.22	.20	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.07	.06	.06	Southeast
	100	.19	.31	.38	.39	.36	.34	.27	.24	.22	.21	.19	.17	.16	.14	.12	.10	.07	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.03	
	30	.31	.56	.65	.61	.46	.33	.26	.21	.18	.16	.14	.12	.09	.06	.04	.03	.02	.01	.01	.01	0	0	0	0	
East	150 & over	.16	.26	.34	.39	.40	.38	.34	.30	.28	.26	.23	.22	.20	.18	.16	.14	.13	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	East
	100	.16	.29	.40	.46	.46	.42	.36	.31	.28	.25	.23	.20	.18	.15	.14	.12	.11	.09	.08	.08	.06	.06	.05	.04	
	30	.27	.50	.67	.73	.68	.53	.38	.27	.22	.18	.15	.12	.09	.06	.04	.03	.02	.01	.01	.01	0	0	0	.01	
Southeast	150 & over	.08	.14	.22	.31	.38	.43	.44	.43	.39	.35	.32	.29	.26	.23	.21	.19	.16	.15	.13	.12	.11	.10	.09	.08	Northeast
	100	.05	.12	.23	.35	.44	.49	.51	.47	.41	.36	.31	.27	.24	.21	.18	.16	.14	.12	.10	.09	.08	.08	.06	.06	
	30	0	.18	.40	.59	.72	.77	.72	.60	.44	.32	.23	.18	.14	.09	.07	.05	.03	.02	.01	.01	.01	0	0	0	
South	150 & over	.10	.10	.13	.20	.28	.35	.42	.48	.51	.51	.48	.42	.37	.33	.29	.26	.23	.21	.19	.17	.15	.14	.13	.12	North
	100	.07	.06	.12	.20	.30	.39	.48	.54	.58	.57	.53	.45	.37	.31	.27	.23	.20	.18	.16	.14	.12	.11	.10	.08	
	30	0	0	.12	.29	.48	.64	.75	.82	.81	.75	.61	.42	.28	.19	.13	.09	.06	.04	.03	.02	.01	.01	0	0	
Southwest	150 & over	.11	.10	.10	.10	.10	.14	.21	.29	.36	.43	.47	.46	.40	.34	.30	.27	.24	.22	.20	.18	.16	.14	.13	.12	Northwest
	100	.09	.09	.08	.09	.09	.14	.22	.31	.42	.50	.53	.51	.44	.35	.29	.26	.22	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.09	
	30	.02	.03	.05	.06	.08	.12	.34	.53	.68	.78	.78	.68	.46	.29	.20	.14	.09	.07	.05	.03	.02	.02	.01	.01	
West	150 & over	.12	.11	.11	.10	.10	.10	.10	.13	.19	.27	.36	.42	.44	.38	.33	.29	.26	.23	.21	.18	.16	.15	.13	.12	West
	100	.09	.09	.09	.09	.09	.10	.12	.19	.30	.40	.48	.51	.42	.35	.30	.25	.22	.19	.16	.14	.13	.11	.09		
	30	.02	.03	.05	.06	.07	.08	.14	.29	.49	.67	.76	.75	.53	.33	.22	.15	.11	.08	.05	.04	.03	.02	.01	.01	
Northwest	150 & over	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.12	.17	.25	.34	.39	.34	.29	.26	.23	.20	.18	.16	.14	.13	.12	.10	Southwest
	100	.08	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.11	.19	.29	.40	.46	.40	.32	.26	.22	.19	.16	.14	.13	.11	.10	.08		
	30	.02	.04	.05	.07	.08	.09	.10	.10	.13	.27	.48	.65	.73	.49	.31	.21	.16	.10	.07	.05	.04	.03	.02	.01	
North and Shade	150 & over	.16	.23	.33	.41	.47	.52	.57	.61	.66	.69	.72	.74	.59	.52	.46	.42	.37	.34	.31	.27	.25	.23	.21	.17	South and Shade
	100	.11	.33	.44	.51	.57	.62	.66	.70	.74	.76	.79	.80	.60	.51	.44	.37	.32	.29	.27	.23	.21	.18	.16	.13	
	30	0	.48	.66	.76	.82	.87	.91	.93	.95	.97	.98	.98	.52	.34	.24	.16	.11	.07	.05	.04	.02	.02	.01	.01	

ضریب ذخیره سازی ساختمان در درجه اول به تعداد ساعات کارکرد سیستم بستگی دارد. جدول فوق برای کارکرد 24 ساعته تنظیم شده است. مشابه همین جدول برای 12 و 16 ساعت کار سیستم هم وجود دارد.

محاسبات میزان سایه

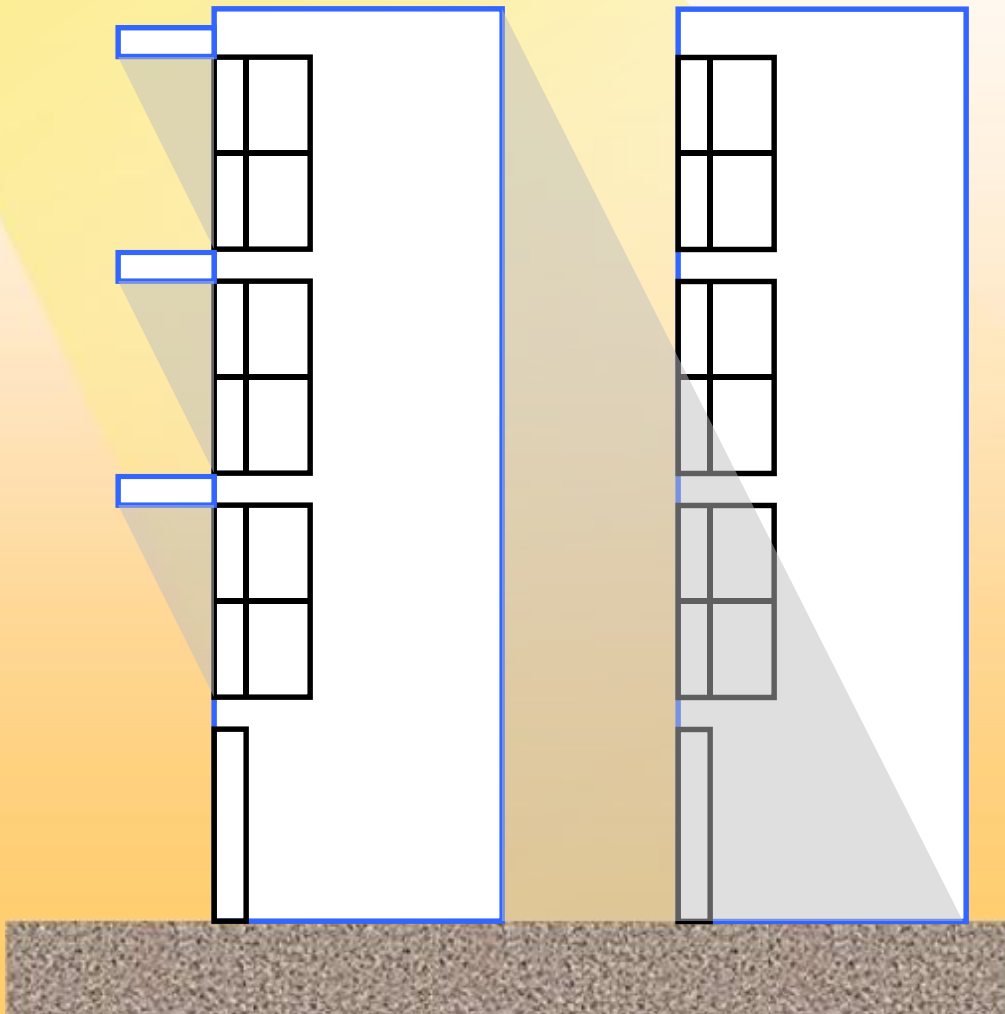
وجود موانع می تواند موجب ایجاد سایه روی بخش هایی از ساختمان شود. این موانع عبارت است از:

§ تورفتگی پنجره

§ سایه بانها

§ اثرات ساختمانهای مجاور

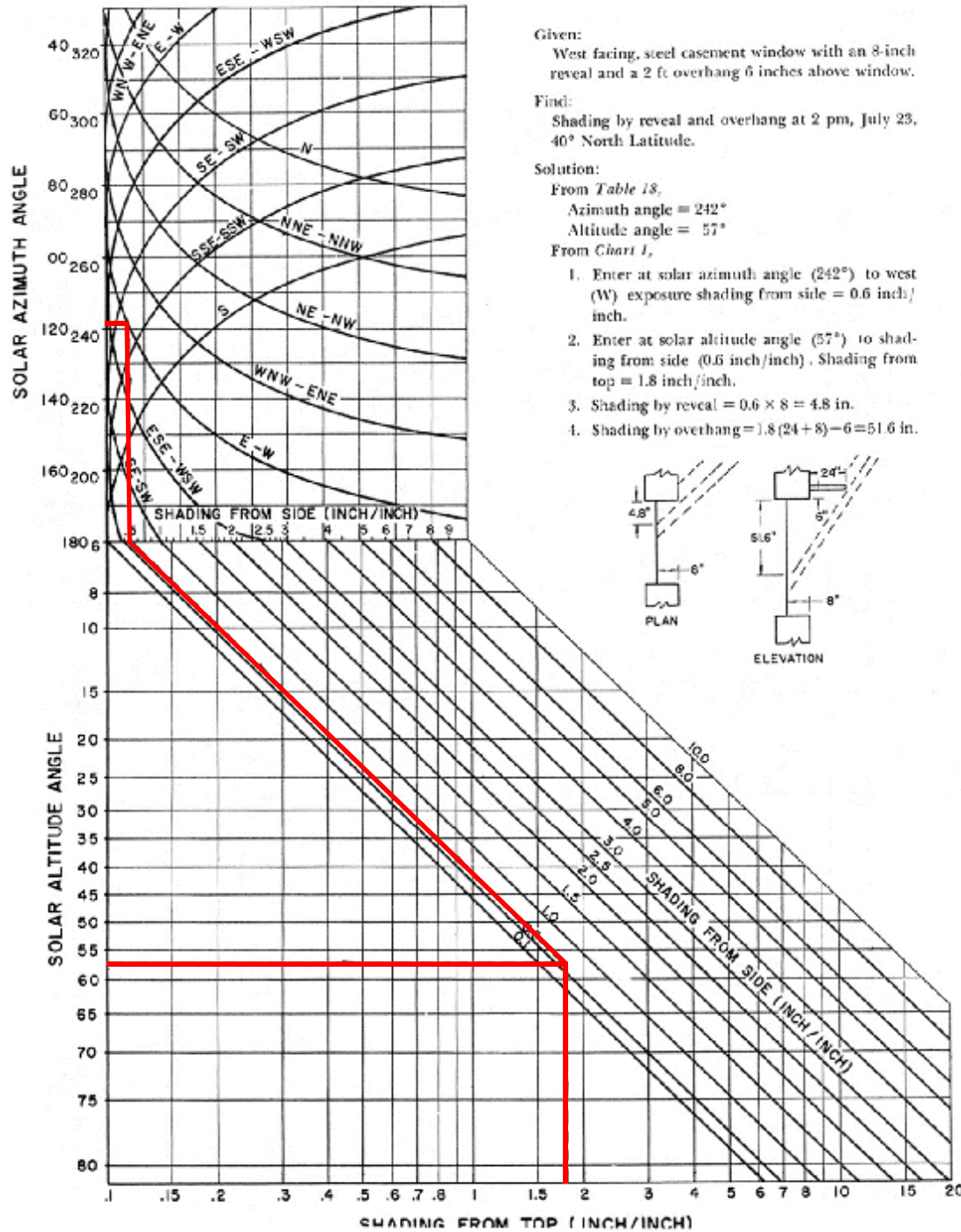
چنانچه بخشی از ساختمان در سایه قرار گیرد محاسبات تشعشع خورشید برای آن مشابه دیوارهای شمالی انجام می شود. چرا؟



محاسبات میزان سایه

NORTH* LATITUDE	SUN TIME	Jan. 21		Feb. 20		Mar. 22		Apr. 20		May 21		June 21		July 23		Aug. 24		Sept. 22		Oct. 23		Nov. 21		Dec. 22		SUN TIME	
		Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az		
LAT 0°	6 AM	14	111	15	102	15	90	15	78	14	69	14	66	14	69	15	78	15	90	15	102	14	111	14	114	6 AM	
	7	28	113	30	103	30	89	30	77	28	67	27	63	28	67	30	77	30	89	30	103	28	113	27	117	7	
	8	42	117	44	106	45	89	44	74	42	63	41	58	42	63	44	74	45	89	44	106	42	117	41	122	8	
	9	54	126	58	112	60	89	58	68	54	54	53	49	54	54	58	68	60	89	58	112	54	126	53	131	9	
	10	65	144	71	127	75	88	71	53	65	36	62	32	55	36	71	53	75	88	71	127	65	144	62	146	10	
	11	70	180	79	180	90	0	79	0	70	0	67	0	70	0	79	0	90	0	79	180	70	180	67	180	11	
	12 N																									12 N	
	1 PM	65	216	71	233	75	272	71	307	65	324	62	328	65	324	71	307	75	272	71	233	65	216	62	212	1 PM	
	2	54	234	58	248	60	271	58	292	54	306	53	311	54	306	58	292	60	271	58	248	54	234	53	229	2	
	3	42	243	44	254	45	271	44	286	42	297	41	302	42	297	44	286	45	271	44	254	42	243	41	238	3	
	4	28	247	30	257	30	271	30	283	28	293	27	297	28	293	30	283	30	271	30	257	28	247	27	243	4	
	5	14	249	15	258	15	270	15	282	14	291	14	294	14	291	15	282	15	270	15	258	14	249	14	246	5	
6																									6		
LAT 10°	6 AM	10	113	12	103	15	92	2	78	3	70	4	67	3	70	2	78	1	90	10	113	12	103	15	116	6 AM	
	7	24	117	27	108	30	95	31	83	32	72	32	68	32	72	31	83	30	95	27	108	24	117	23	121	7	
	8	37	124	41	115	44	99	46	84	46	72	45	67	45	72	45	84	44	99	41	115	37	124	35	128	8	
	9	48	136	54	125	59	106	61	84	60	67	58	61	60	67	61	84	59	106	54	125	48	136	46	136	9	
	10	57	155	64	144	72	122	75	84	73	53	70	44	73	53	75	84	72	122	64	144	57	155	53	156	10	
	11	60	180	69	180	80	180	89	0	90	0	77	0	80	0	89	0	90	80	180	60	180	69	180	57	180	11
	12 N																									12 N	
	1 PM	57	205	64	216	72	238	75	276	73	307	70	316	73	307	75	276	72	238	64	216	57	205	53	204	1 PM	
	2	48	224	54	235	59	254	61	276	60	293	58	299	60	293	61	276	59	254	54	235	48	224	46	221	2	
	3	37	236	41	245	44	261	46	276	46	288	45	293	46	288	46	276	44	261	41	245	37	236	35	232	3	
	4	24	243	27	252	30	265	31	277	32	288	32	292	32	288	31	277	30	265	27	252	24	243	23	239	4	
	5	10	247	12	257	15	268	16	279	17	288	18	292	17	288	16	279	15	268	12	257	10	247	9	244	5	
6																									6		
LAT 20°	6 AM	6	114	10	106	14	95	18	84	20	75	21	72	20	75	19	84	14	95	10	106	6	114	5	117	6 AM	
	7	19	121	23	112	28	101	32	89	34	79	35	75	34	79	32	89	28	101	23	112	19	121	17	124	7	
	8	30	130	36	121	42	108	46	94	48	82	48	77	48	82	46	94	42	108	36	121	30	130	28	133	8	
	9	40	142	47	133	55	120	59	102	62	85	62	77	62	85	59	102	55	120	47	133	40	142	38	146	9	
	10	47	158	55	152	66	143	72	117	75	88	74	75	88	72	117	66	143	55	152	47	158	44	163	10		
	11	50	180	59	180	70	180	81	180	80	0	87	0	90	0	81	180	70	180	59	180	50	180	47	180	11	
	12 N																									12 N	
	1 PM	47	202	55	208	66	217	72	243	75	272	74	286	75	272	72	243	66	217	55	208	47	202	44	197	1 PM	
	2	40	218	47	227	55	240	59	258	62	275	62	283	62	275	59	258	55	240	47	227	40	218	38	215	2	
	3	30	230	36	239	42	252	46	266	48	278	48	283	48	278	46	266	42	252	36	239	30	230	28	227	3	
	4	19	239	23	248	28	259	32	271	34	281	35	285	34	281	32	271	28	259	23	248	19	239	17	236	4	
	5	6	246	10	254	14	265	18	276	20	285	21	288	20	285	18	276	14	265	10	254	6	246	5	243	5	
6																									6		
LAT 30°	6 AM	2	115	7	107	13	97	19	87	23	79	24	76	23	79	19	87	13	97	7	107	2	115			6 AM	
	7	14	124	19	116	26	106	31	95	35	86	37	82	35	86	31	95	26	106	19	116	14	124	11	126	7	
	8	24	134	30	127	38	116	44	104	48	93	49	88	48	93	44	104	38	116	30	127	24	134	21	136	8	
	9	32	146	40	141	49	130	56	117	61	103	62	96	61	103	56	117	49	130	40	141	32	146	29	149	9	
	10	38	162	46	159	57	151	67	140	72	122	75	112	73	122	67	140	57	151	46	159	38	162	35	164	10	
	11	40	180	49	180	60	180	71	180	80	180	83	180	80	180	71	180	60	180	49	180	40	180	37	180	11	
	12 N																									12 N	
	1 PM	38	198	46	201	57	209	67	220	73	238	75	249	73	238	67	220	57	209	46	201	38	198	35	196	1 PM	
	2	32	214	40	219	49	230	56	243	61	257	62	264	61	257	56	243	49	230	40	219	32	214	29	211	2	
	3	24	226	30	233	38	244	44	256	48	267	49	272	48	267	44	256	38	244	30	233	24	226	21	224	3	
	4	14	236	19	244	26	254	31	265	35	274	37	279	35	274	31	265	26	254	19	244	14	236	11	234	4	
	5	2	245	7	253	13	263	19	273	23	281	24	284	23	281	19	273	13	263	7	253	2	245			5	
6																									6		
LAT 40°	6 AM	7		5	110	12	99	19	81	23	74	25	72	23	74	19	81	12	99	5	110					6 AM	
	7	8	125	15	119	23	110	30	102	36	93	37	89	36	93	30	102	23	110	15	119	8	125	5	127	7	
	8	17	135	24	131	32	122	41	113	47	104	49	100	47	104	41	113	32	122	24	131	17	136	14	138	8	
	9	24	149	32	145	42	135	51	129	57	118	60	114	57	118	51	129	42	135	32	145	24	149	21	151	9	
	10	28	164	37	162																						

محاسبات میزان سایه



تعیین زوایای خورشیدی

1

تعیین جهت دیوار

2

تعیین درصد سایه افقی

3

تعیین درصد سایه عمودی

4