

طراحی نرم افزار بهینه سازی مصرف عایق در ساختمان

تهران ، فلکه چهارم تهرانپارس ، انتهای بلوار وفادار شرقی ، دانشکده مکانیک خواجه نصیر
e-mail: ma_soltani@yahoo.com

چکیده :

با توجه به محدود بودن منابع انرژی و لزوم صرفه جویی در مصرف انرژی، استفاده از عایق را در صنایع مختلف اجباری می سازد. لذا در این مقاله با طراحی نرم افزاری به زبان ویژوال بیسیک و با توجه به تمام پارامترهای مهم در بحث عایق نظیر شرایط آب و هوایی ، هزینه انرژی، هزینه عایق، جنس عایق، عمر آن و... سعی شده به سؤالاتی از قبیل ضخامت بهینه عایق، درصد جبران سرمایه اولیه از محل کاهش ظرفیت تأسیسات ، دوره بازگشت سرمایه و ... پاسخ داده شود. تا دست اندرکاران این صنعت بتوانند به راحتی و در کوتاه ترین زمان ممکن و با اطمینان بالا گامهای اساسی در پروژه های خود بردارند. درضمن با تحلیل یک نمونه پلان به کمک نرم افزار 99 carrier و نرم افزار طراحی شده، کارایی نرم افزار نشان داده شده است و پیشنهاداتی نیز در زمینه عایق، بر اساس نتایج حاصل از نمودارها مطرح شده است.

:

مقدمه :

انتقال حرارت زیاد از جداره های خارجی ساختمان و همچنین صرف انرژی زیاد برای جبران آن ، در دوره ای که بشریت با محدودیت منابع انرژی روبروست، بشر را به سوی مسیری، جهت کاهش تلفات سوق داده است. یکی مناسبترین روشها، استفاده از عایق می باشد. اما آیا استفاده از عایق با هر ضخامتی می تواند بازدهی مناسب را داشته باشد؟ جنبه های اقتصادی آن چگونه است؟ چرا که در صورت عدم عایقکاری مناسب ممکن است با مشکلاتی اعم از زیاد بودن انتقال حرارت، غیر اقتصادی بودن، میعان روی دیوارها، خوردگی عایق و ... مواجه شد.

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه خواجه نصیر

۲- مهندس مکانیک

لذا معرفی ضخامت بهینه عایق با توجه به پارامترهایی از قبیل ضریب هدایت حرارتی جدار، شرایط آب و هوایی منطقه، نوع تاسیسات مورد استفاده، هزینه های عایق و نصب و نگهداری آن، هزینه انرژی و ... ضروری بنظر می رسد.

در این مقاله، با توجه مطالب ذکر شده با طراحی نرم افزاری به زبان ویژوال بیسیک و با توجه به همه شرایط فوق ، ضخامت بهینه عایق، درصد جبران سرمایه اولیه از محل کاهش ظرفیت تاسیسات، دوره بازگشت سرمایه و ... مشخص شده است.

قابل ذکر است نرم افزار مذکور بسیار منعطف و دارای کاربری آسان و قابلیت های بالایی می باشد.

نرم افزار بهینه سازی اقتصادی ضخامت عایق :

این نرم افزار به زبان ویژوال بیسیک طراحی شده است و با گرفتن ورودیهایی از قبیل شرایط اقلیمی، شرایط جدارهای خارجی ساختمان ، نوع انرژی سرمایش و گرمایش، هزینه عایقکاری و نوع سیستمهای سرمایش و گرمایش (فقط دو سیستم)، ابتدا ضخامت اقتصادی تک تک جداره های موجود را محاسبه کرده و سپس میعان در سطح دیوار خارجی و داخلی را کنترل کرده و در پایان کاهش هزینه تأسیسات برودتی و حرارتی را به ریال مشخص کرده و در صد جبران هزینه عایقکاری از کاهش ظرفیت تأسیسات را مشخص کرده و بازگشت باقیمانده هزینه عایقکاری از مصرف سوخت و انرژی را مشخص می کند و امکان انتخابهای مختلف رابه کاربر برای عایقکاری ساختمان می دهد.

شروع برنامه :

پس از شروع برنامه منویی به شکل (۱) نمایش داده می شد که برای وارد کردن اطلاعات باید گام به گام جلو رفت.

۱- Weather Information :

که در این قسمت باید اطلاعات آب و هوایی مربوط به شهر مورد نظر را وارد نمود، که شامل، اطلاعاتی در مورد دمای هوای خارج در زمستان و تابستان، دمای طرح داخل و همچنین تعداد روزهای مورد نظر برای گرمایش و سرمایش پیوسته در طول سال می باشد. (شکل ۲)

۲-Wall Information:

در این قسمت اطلاعاتی از قبیل جهت دیوار، ضریب انتقال حرارت (از کتب تاسیسات)، مساحت دیوار، همچنین اختلاف دمای معادل در مرداد ماه برای هر دیوار و همچنین سقف (اطلاعات جدول ۱) از کاربر گرفته می شود. (شکل ۳)

اختلاف دمای معادل عددی است که مفهوم تشعشع و هدایت را در بر دارد و به منظور تعیین همزمانی بار سرمایی ناشی از تشعشع و هدایت در جدارها از آن استفاده می شود. که برای راحتی کاربر در جدول (۱) ارائه شده است.

در مورد کف چه در زمستان و چه در تابستان دمای فضای سرد نشده (گرم نشده) مجاور خواسته می شود.

۳- Insulation & Cost Information :

در این قسمت اطلاعاتی از قبیل نوع سوخت گرمایش، قیمت سوخت، نرخ تورم سالیانه به درصد، قیمت برق و نرخ تورم سالیانه به درصد و همچنین در قسمت عایقها، نوع عایق دیوارها، سقف، کف، همچنین هزینه عایق، هزینه نصب عایق در هر متر مربع و همچنین عمر عایق خواسته شده است. (شکل ۴)

عمر عایق به نصب و شرایط محیط آن بستگی دارد، در صورت کاربرد و نصب صحیح در محل به اندازه سازه عمر می کند که عمر عایق را در محاسبات ۳۰ سال در نظر می گیریم.

۴- Heating & Cooling System :

در این منو دو سیستم متداول در ساختمانهای مسکونی و اداری در نظر گرفته شده است که این دو سیستم عبارتند از:

- استفاده از رادیاتور برای گرمایش و کولر برای سرمایش (شکل ۵)

- استفاده از فن کویل برای سرمایش و گرمایش (شکل ۶)

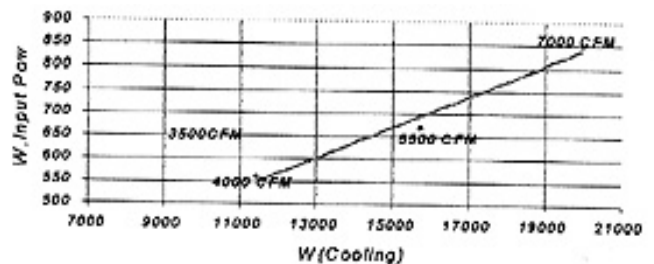
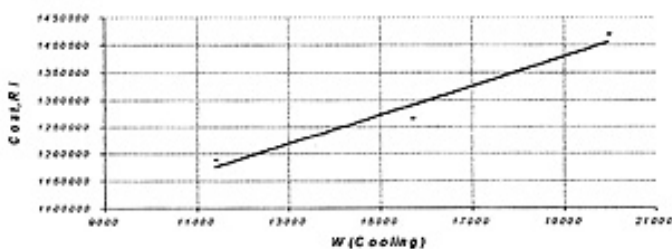
حال با انتخاب یک سیستم برنامه را ادامه می دهیم :

- Radiator and cooler system

بامراجعه به کاتالوگهای شرکتهای سازنده رادیاتور ابتدا مدل رادیاتور مورد نظر را انتخاب کرده و سپس انتقال حرارت از یک پره و همچنین قیمت هر پره آن را وارد می کنیم .

قیمت دیگر براساس هر کیلوکالری بر ساعت مشخص است.

برای وارد کردن اطلاعات کولر با مراجعه به نمودار زیر می بینیم که کولر ۵۵۰۰ را می توانیم به عنوان نماینده در نظر بگیریم.



یاد آوری: کاهش قطر لوله ها، ابعاد کانالها، مشعل، پمپ سیرکولاتور به دلیل ناچیز بودن تغییر ظرفیتهای و ابعاد و همچنین دشواری محاسبات در نظر گرفته نشده است. روابط استفاده شده در این قسمت :

$$r = Cr/Rht \quad (1)$$

$$rt = K(x) \times ETD_H \times r \quad (2)$$

$$bt = K(x) \times ETD_H \times Cb \quad (3)$$

که در آن :

Cr : قیمت هر پره رادیاتور (Rial)

Cb : قیمت هر وات دیگ به ریال

Rht : مقدار حرارت منتقله از یک پره (W)

bt : هزینه دیگ در هر متر مربع (Rials/m²)

r : قیمت هر وات منتقله به ریال (Rials/W)

rt : هزینه رادیاتور در هر متر مربع (Rials/m²)

$$CCI = CC/Capc \quad (4)$$

$$CCt = CCI \times K(x) \times ETD_C \quad (5)$$

که در آن:

CC : قیمت هر واحد کولر (Rials)

Capc : ظرفیت هر واحد کولر (W)

CCI : هزینه هروات سرمایش کولر به ریال (Rials/W)

CCt : هزینه کولر در هر متر مربع (Rials/m²)

ETD_C : اختلاف دمای معادل تابستان (K)

که در نهایت داریم :

$$\text{System Cost} = rt + bt + CCt \quad (6)$$

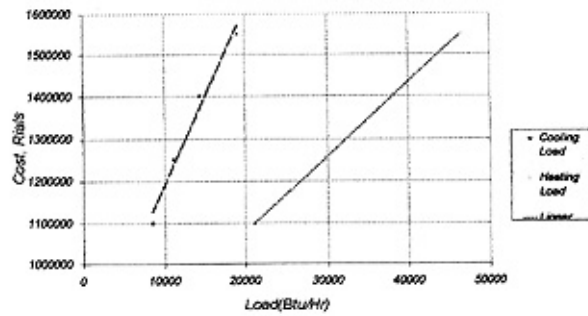
هنگامی که :

$$\text{Energy Cost} + \text{System Cost} = IC \quad (7)$$

ضخامت اقتصادی بدست می آید.

Chiller and fancoil system -

- فن کویل



$$C_{fanc} = C_{fan} / C_{apcf} \quad ()$$

$$C_{fanh} = C_{fan} / C_{aphf} \quad ()$$

$$C_{chilt} = C_{chil} \times K(x) \times ETD_C \quad ()$$

$$C_{fanct} = C_{fanc} \times K(x) \times ETD_C \quad ()$$

$$C_{colt} = C_{col} \times K(x) \times ETD_C \quad ()$$

$$C_{fanht} = C_{fanh} \times K(x) \times ETD_H \quad ()$$

(Rials)

: C_{fan}

(W)	: Capcf
(W)	: Caphf
(Rials/W)	: Cfanf
(Rials/W)	: Cfanh
(Rials/W)	: Cchil
(Rials/W)	: Ccol
(Rials/m ²)	: Cchilt
(Rials/m ²)	: Ccolt
(Rials/m ²)	: Cfanct
(Rials/m ²)	: Cfanht

:

$$\text{System Cost} = Ccolt + Cfanct + Cfanht + bt \quad ()$$

$$: Cchilt$$

$$\text{Energy Cost} + \text{Seystem Cost} = \text{IC} \quad ()$$

.

Seystem Cost

Cfanht Cfanct

() .

(Check Distillation)

() .

()

:

K(W/m ² .K)	Area (m ²)		K(W/m ² .K)	Area (m ²)	
		x			
		x			
		x			
		x			
-	-	-			
-	-	-			
-	-	-			

() ()

()

() ()

()

()

· () ()

·
()
)

· (

·

·

%

%

%

·

·

·

)

(...

()

·

:

-

-

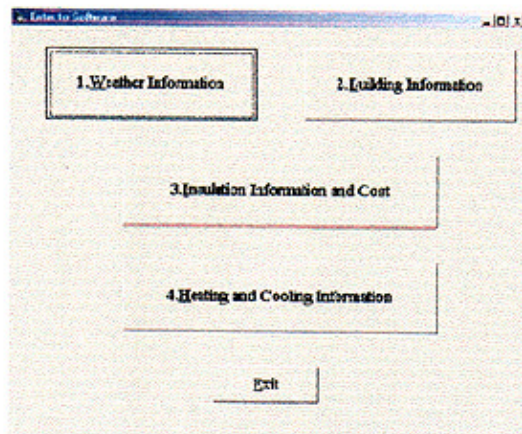
-

-

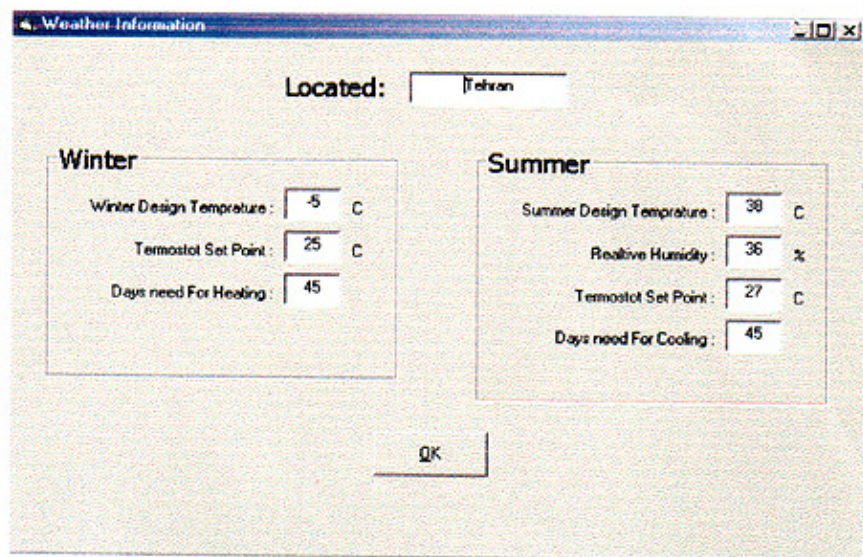
-

-

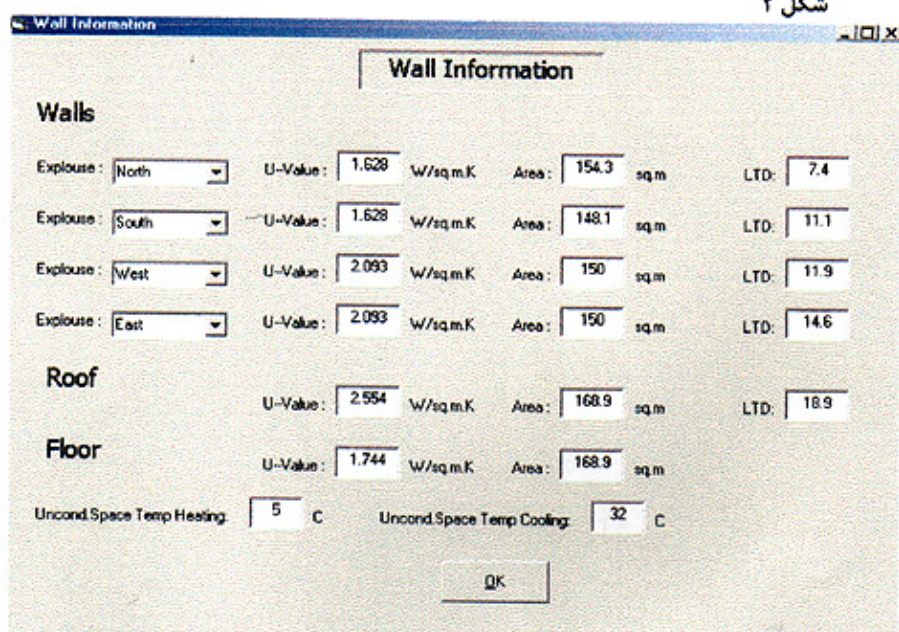
-()



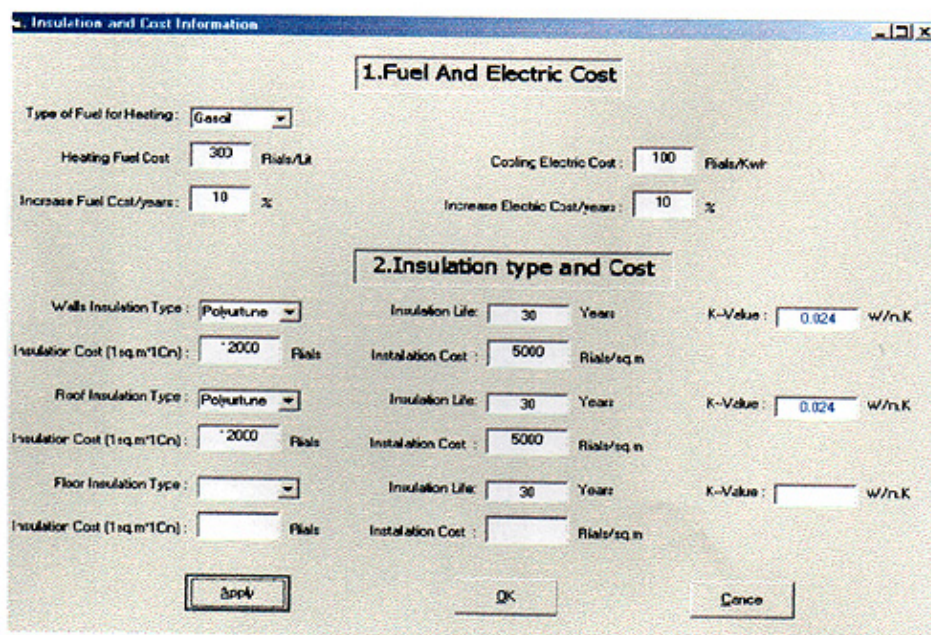
شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳



شکل ۴

Radiator and Cooler

Radiator
Heat Transfer/fin : 140 W/fin Cost : 22000 Riads/fin

Boiler
Cost : 40 Riads/W

Cooler
Capacity/Unit : 5500 CFM Cost : 1265000 Riads/Unit
Input Electric : 670 W

Calculate Economic Thickness Enter Other Thickness

Cancel

شكل ٥

Fancoil and Chiller

FanCoil
Selected By : FanCoil Capacity : 46500 Blw/h
Cost/Unit : 1250000 Riads/Unit

Boiler
Cost : 40 Riads/W

Chiller
Cost : 2300000 Riads/ton Input Electric : 0.8 Kw/ton

Cooling Tower
Cost : 300000 Riads/ton

Calculate Economic Thickness Enter Other Thickness

Cancel

شكل ٦

Economic Insulation Thickness

Check Distillation

Continue

Cancel

Roof Insulation Thickness 0.081 m

North Wall Insulation Thickness 0.058 m

South Wall Insulation Thickness 0.064 m

West Wall Insulation Thickness 0.069 m

East Wall Insulation Thickness 0.073 m

شكل ٧

Winter		Summer		OK
Tdp @25 C Relative Humidity 50% = 13.8 C		Tdp @25 C Relative Humidity 80% = 21.3 C		
Inner Wall Surface Temp.		Outer Wall Surface Temp.		
North Wall	23.9	23.9	37.7	There is No Distillation
South Wall	24.0	24.0	37.7	There is No Distillation
West Wall	24.0	24.0	37.7	There is No Distillation
East Wall	24.1	24.1	37.6	There is No Distillation
Roof	24.3	24.3	37.6	There is No Distillation
Floor	19.1	19.1	—	It's better Change Or Add Insulation

شكل ٨

Located: Tehran

Heating Fuel: Gasoil

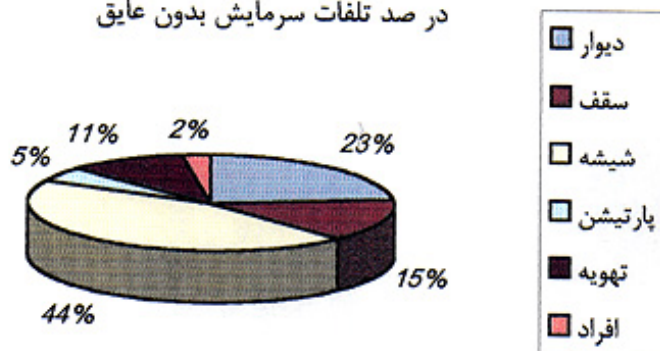
Fancoil And Chiller System

Annual Investing Return: 23

	Prim. K-Value	Type Of Insulation	Insulation Thickness	New K-Value	K Dec.	Area	Heating System Cost Decrease	Cooling System Cost Decrease	Insulation Cost	System Dec. Insul. Cost
Envelope	W/sqmK		Cm	W/sqmK	%	Sq.m	Rials	Rials	Rials	%
Floor	1.744					0				
Roof	2.554	Polyurethane	8.1	0.265	89.60	168.9	1,527,411	5,390,499		33.92
North	1.628	Polyurethane	5.8	0.330	79.73	154.3	791,475	1,093,655		16.38
South	1.628	Polyurethane	6.4	0.305	81.28	148.1	774,386	1,605,061		19.64
West	2.093	Polyurethane	6.9	0.298	85.75	150	1,063,818	2,363,881		26.03
East	2.093	Polyurethane	7.3	0.284	86.42	150	1,072,190	2,382,484		24.87
Total:					84.56	771.3	5,229,279	12,835,581		26.59

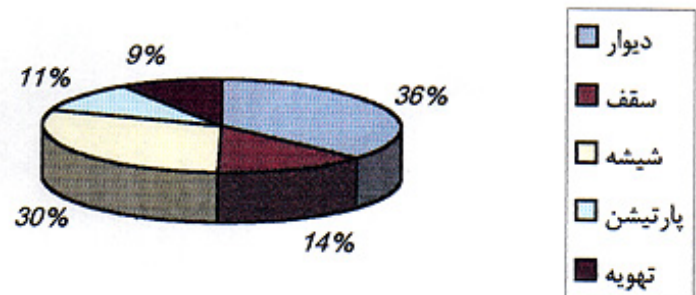
شکل ۹

در صد تلفات سرمایش بدون عایق



نمودار ۱

درصد تلفات گرمایش بدون عایق



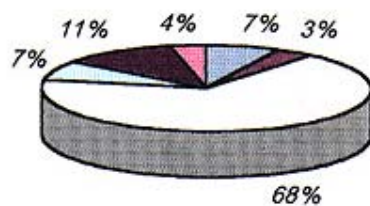
نمودار ۲

ضخامت بهینه (Optimal thickness) جبران هزینه عایقکاری از هزینه تاسیسات % (Offset insulation cost from infrastructure cost %)
 بازگشت سرمایه به سال (Payback period in years) کاهش ضریب هدایت % (Reduction in U-value %)

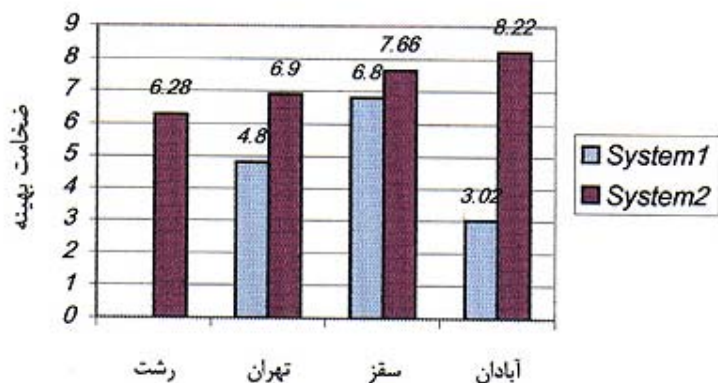
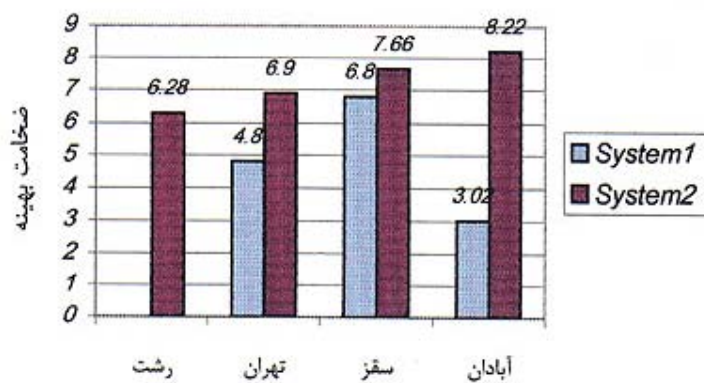


نمودار ۳- بررسی چهار عایق بالا با نرم افزار

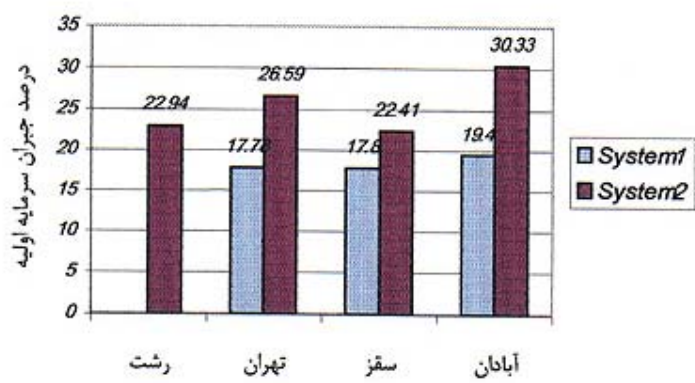
درصد تلفات سرمایی با عایق پلی اورتان



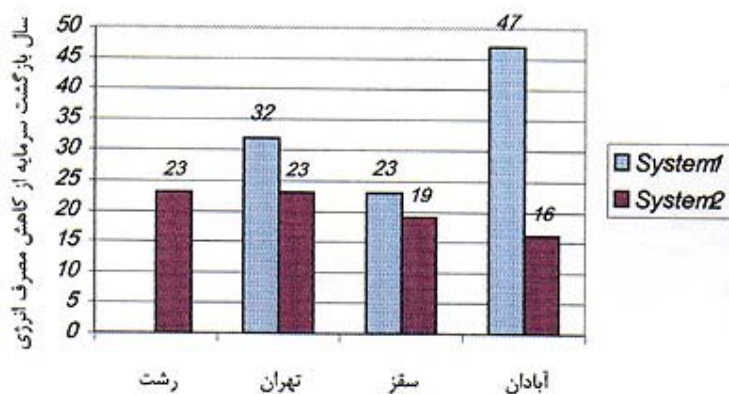
نمودار ۴



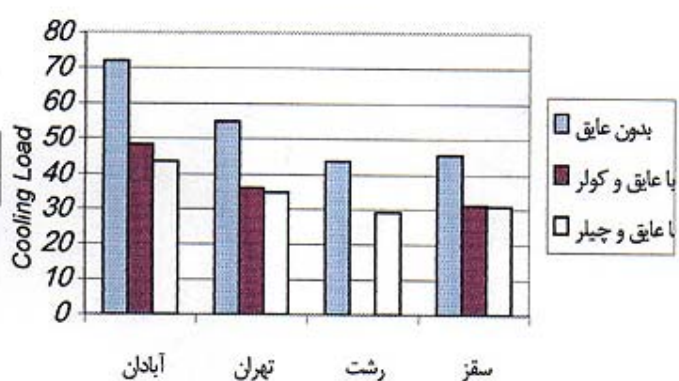
نمودار ۵- نمودار ضخامت بهینه عایق



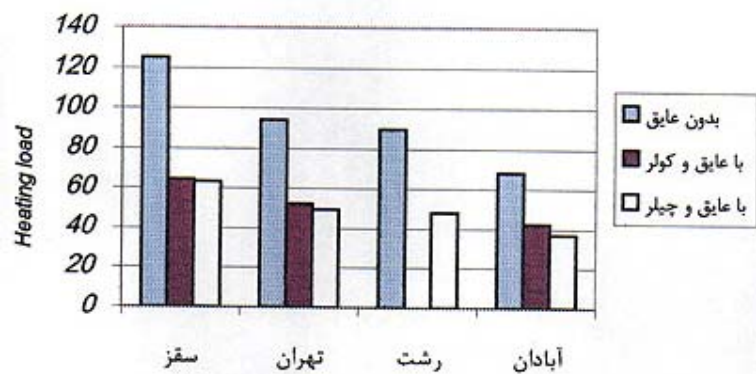
نمودار ۶- نمودار درصد جبران هزینه اولیه از کاهش هزینه تاسیسات



نمودار ۷- نمودار مدت بازگشت سرمایه از کاهش مصرف انرژی



نمودار ۸- مقایسه بار سرمایی با دو ضخامت عایق بدست آمده



نمودار ۹- مقایسه بار گرمایی با دو ضخامت عایق بدست آمده

-()

ROOF	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE		
36	16.3	21.3	25.3	26.2	19.2	19.9	20.4	18.7	L	
24.7	13.4	15.5	17.6	17	15.1	18.5	20.2	17.7	M	
21.4	10.6	12.5	13.8	12.7	10.8	13.9	15.6	13.9	H	
27.9	8.3	12.7	17.4	17.4	13.2	12.7	12.6	10.6	L	
16.9	5.4	7.3	9.9	10	8.8	11.5	12.5	9.6	M	
13.7	2.8	4.7	6.2	5.4	3.8	6.7	8	6	H	
26	6.6	10.5	15.9	17	13.5	12	11.2	8.8	L	
15.5	4	5.7	8.6	9.5	8.9	11.1	11.4	8	M	
12.4	1.6	3.5	5.2	4.7	3.4	6.1	7.1	4.7	H	
29.4	9.9	14.4	19	18.6	14.3	14.1	14.2	12.2	L	
18.9	7.1	9.1	11.5	11.5	10.1	13	14.2	11.3	M	
15.4	4.6	6.5	7.9	7	5.4	8.3	9.8	7.8	H	
37.8	14	21.3	23	21.1	15.7	17.2	18.1	16.7	L	
24	12.6	14.9	16.7	15.8	13.2	17.1	19.2	17	M	
20.9	19.6	12.4	13.5	12.2	18	13.4	15.3	13.9	H	
31	12	16	22.2	21.9	18.3	17	16.5	14.2	L	
21.8	15.1	11.9	14.7	15.4	14.6	16.9	17.4	14.2	M	
18.7	8	10	11.6	11	9.7	12.5	13.5	11.3	H	
27.3	8	11.9	17.3	18.4	14.9	13.4	12.6	10.2	L	
17.2	5.7	7.4	10.3	11.2	10.6	12.8	13.1	9.7	M	
14.2	3.4	5.3	7	6.6	5.3	8	8.9	6.6	H	
29.5	10	14.2	19.2	19.4	15.4	14.6	14.4	12.3	L	
19	7.4	9.2	11.9	12.3	11.2	13.8	14.6	11.5	M	
15.8	5	6.9	8.4	7.7	6.2	9.1	10.3	8.2	H	
27.1	7.2	11.3	16.4	16.9	13	12	11.6	9.9	L	
15.1	3.7	5.5	8.2	8.7	7.8	10.2	10.9	7.8	M	
4.9	8	2.7	4.3	3.6	2.2	5	6.2	4	H	
3.7	5.9	9.9	15.2	15.9	12.3	12.9	10.4	8.1	L	
15.3	3.7	5.5	8.3	9	8.2	10.5	11	7.8	M	
12.3	1.5	3.4	5.1	4.5	3.2	5.9	7	4.7	H	
31.7	12.3	17	21.3	20.7	16.2	16.3	16.5	14.6	L	
21.2	9.6	11.6	13.4	13.8	12.2	15.3	16.6	13.9	M	
17.9	7.1	9.1	10.3	9.4	7.7	19.7	12.2	10.3	H	