

دفترچه محاسبات تأسیسات مکانیکی

فصل اول - محاسبات بار گرمایش

1-1- بارگرمایشی ساختمان

BTU/Hr. $Q_1=800000$

2- بار گرمایشی آبگرم مصرفی ساختمان:

$$\text{BTU/Hr} = \dots Q_2 = 8.33 \times \text{GPH (Actual hot water consumption)} \times 80^\circ\text{F}$$

$$\text{BTU/Hr. } Q_2 = 570000$$

گرمایش و محاسبات استخر: ۱

حجم آب استخر:

$$A \text{ (GROSS SEC. OF POOL)} = 300 \text{ m}^2 \quad H = 2 \text{ m} \quad V = 600 \text{ m}^3 \quad V = 160000 \text{ gal}$$

$$V_t = 160000 \quad \text{GAL}$$

استخر مناسب برای استفاده 170 نفر با وزن تقریبی (155 lb.) است.

تعداد دفعات گردش آب استخر در روز 4 بار می باشد.

مدت زمان گرمایش استخر در زمان راه اندازی 24 ساعت می باشد.

Inlet water temperature: 40°F

Pool water temperature: 80°F

Change pre day: 24hr ÷ 4 = 6hr

Flow rate = 160000 ÷ 6 = 27000 GPH or 440 GPM

Pool pump capacity: 440 GPM

The quantity of makeup water required for pool: (70(person) ÷ 8.33 (gal/lb.) × 155lb ÷ 60min = 22GPM

Pool heating load: ((Q₃ = 8.33 × 20 × 440 GPM × 40°F = 2932160 BTU/Hr

Hot water flow rate: 2932160 ÷ 9996 = 293 GPM

با توجه به حجم استخر دستگاه یونیزاسیون مورد نیاز جهت تصفیه آب داخل استخر مدل CS-75 از محصولات شرکت آب و

فاضلاب ایران است

Model	Gal. Cap.	In voltage	In power
CS-225	225000	220/50Hz	50w

$$V=16 \text{ m}^3 \quad V=4200 \text{ gal}$$

$$V_t=4200 \text{ GAL}$$

تعداد دفعات گردش آب استخر در روز 6 بار می باشد.

مدت زمان گرمایش استخر در زمان راه اندازی 24 ساعت می باشد.

Inlet water temperature: 40°F

Pool water temperature: 80°F

Change pre day: $24\text{hr} \div 6 = 4\text{hr}$

Flow rate = $4200 \div 4 = 1050 \text{ GPH}$ or 18 GPM

Pool pump capacity: 18 GPM

Pool heating load: $(Q_3 = 8.33 \times 20 \times 18 \text{ GPM} \times 40^\circ\text{F} = 120000 \text{ BTU/Hr}$

Hot water flow rate: $120000 \div 9996 = 12 \text{ GPM}$

با توجه به حجم استخر دستگاه یونیزاسیون مورد نیاز جهت تصفیه آب داخل استخر مدل CS-75 از محصولات شرکت آب و فاضلاب ایران است

Model	Gal. Cap.	In voltage	In power
CS-75	75000	220/50Hz	30w

حجم آب جکوزی :

$$V=6 \text{ m}^3 \quad V=1600 \text{ gal}$$

تعداد دفعات گردش آب جکوزی در روز 48 بار می باشد.

مدت زمان گرمایش جکوزی در زمان راه اندازی 2 ساعت می باشد.

Inlet water temperature: 40°F

Whirlpool water temperature: 100°F

Change pre day: $24\text{hr} \div 48 = 0.5\text{hr}$

Flow rate = $1600 \div 0.5 = 3200$ GPH or 53 GPM

Whirlpool pump capacity: 53 GPM

The quantity of makeup water required for whirlpool:

$10(\text{person} \times (155\text{lb} / 8.33(\text{lb}/\text{gal}) / 60) = 3$ GPM

Whirlpool heating load: $((Q_3 = 8.33 \times 15 \times 53 \text{ GPM} \times 60^\circ\text{F} = 400000 \text{ BTU}/\text{Hr}$

Hot water flow rate: $400000 \div 9996 = 40$ GPM

: با توجه به حجم جکوزی دستگاه یونیزاسیون مورد نیاز جهت تصفیه آب داخل جکوزی مدل CS-75 از محصولات شرکت آب و فاضلاب ایران است.

Model	Gal. Cap.	In voltage	In power
CS-75	75000	220/50Hz	30w

Total heating load = $(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) = 4760000 \text{ BTU/Hr.}$

1.1: safety factor for piping heat loss

Two boilers to be used in project, each boiler should have a heat capacity equal to:

$(Q_{B(1)} + Q_{B(2)}) = 4760000 \times 0.66 = 3350000 \text{ BTU/Hr (840000 Kcal/hr)}$

To be considered two boiler : MODEL (HW10) -Manufacture made HARARATGOSTAR) EFF=85% & WATER PRESSER LOSS=2 FT .W

مشخصات دیگ آبگرم فولادی						
وزن دیگ	طول دیگ	عرض دیگ	قطر دودگش	حجم آبگیر دیگ	ظرفیت دیگ	مدل
4650 KG	2950 mm	1700 mm	30 CM.	4000 LIT.	1000000 KCAL/HR	HW10

5- انتخاب مشعل

Burner heat capacity: $Q_B \text{ (Btu/hr.)} \div 0.85 \text{ (efficiency)} = 3350000 \div 0.85 = 4000000 \text{ Btu/hr}$

The required gas amount of burner = $4000000 \text{ Btu/hr} \div 1055 \text{ Btu/ft}^3 = 4000 \text{ ft}^3/\text{hr}$

To be considered two double fuel burner: MODEL (DP-2A -Manufacture made IRAN RADIATOR

GAS BURNER SPECIFICATION						
Model	Output	Min.Gas Pressure	Electrical.S	Motor Power	Gas Train	Combustion Chamber Pressure
	Btu/hr	mbar	V/Ph/Hz	KW	Inch	mbar
DP-2A	4000000	20	220/1/50	2.2	2"	10

6- انتخاب منبع کوئلی

Hot water tank capacity: 1500 LIT

To be considered two tank: MODEL (1500LIT) -Manufacture made HARARAT GOSTAR

Domestic hot water flow rate in each tank: 380 GPH

To be considered: Heat exchanger Model (TCWH-1036) Manufacture made Hararat Gostar

DOMESTIC HOT WATER GENERATOR (H.EX) SPECIFICATION						
Model	FLOW RATE	HEATING SURFACE	LENGTH	DIAMETER.G	PRE.DROP	BOILER.H.W.FLOW RATE
	GPH	SQ.FT	CM	CM	FT	GPM
TCWH-1036	380	42	240	112	2	25

$$V_t = 2 \times \left(V_s \left(\frac{v_2}{v_1} - 1 \right) - 3\alpha \Delta T \right)$$

V_t = Volume of expansion tank (gal)

V_s = Volume of water in system (gal)

v_2 = specific volume of water at higher temperature (ft^3/lb)

v_1 = specific volume of water at lower temperature (ft^3/lb)

T_1 = Lower temperature of system ($T_{ambient}$)

T_2 = Higher temperature of system

α = Liner Coefficient of thermal expansion, $in/in.^{\circ}f$

$\alpha = 6.5 \times 10^{-6}$ for steel pipe

$\alpha = 9.5 \times 10^{-6}$ for copper pipe

$$V_t \text{ (actual)} = V_t \times A$$

A: 10 percent excess volume for storage water system.

$$\text{For } \begin{cases} = 1.03058 \frac{v_2}{v_1} & T_1 = 40-50^{\circ}F \\ T_2 = 180^{\circ}F \\ V_s = 100 \text{ gal} & V_t = 23.15 \text{ Lit} \end{cases}$$

SOLVE: TO BE:

Volume of water in system (V_s) = 2000 gal (بر اساس پروژه های نمونه)

$$2000 \div 100 = 20 \rightarrow V_T = 20 \times 23.15 \text{ Lit} = 500 \text{ lit}$$

$$V_t \text{ (actual)} = 500 \text{ lit}$$

To be considered: ONE UNIT **Open Expansion Tank**: $V_{T1} = 500 \text{ LIT}$

ج- محاسبات انتخاب پمپ ها

1- انتخاب پمپ آب گرم برای هواساز و دستگاه های گرمایشی:

$$Q_{\text{Hot}} = 800000 \text{ Btu/hr.} \div 9996 = 80 \text{ GPM}$$

To be used two pump (one pump is stand by) with flow rate equal to =80 GPM=18 m³/hr

$$\text{Total pump head} = \text{Piping (P.D)} + \text{BOILER} + \text{AHU} + \text{Header (P.D)} = 300\text{ft} \times 0.075 + 5\text{ft} + 5\text{ft} + 10\text{ft} = 43 \text{ ft}$$

دو دستگاه پمپ زمینی ساخت گراندفوس با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

مدل: NB 32-125.1/110 فلنچ ورودی : 1 1/2"

قدرت موتور: 1.1kw فلنچ خروجی: 1 1/4"

دور موتور: 2900rpm قطر پروانه: -----

هد پمپ: H=13m دبی: Q=18m³/h

2- انتخاب پمپ جهت منبع کوئلی

$$Q = (510000 \text{ Btu/hr.}) \div 9996 = 51 \text{ GPM}$$

To be used Two pump (one pump is stand by) with flow rate equal to=51GPM=12 m³/hr.

$$\text{Total pump head} = \text{Piping (P.D)} + \text{Boiler (P.D)} + \text{Heat exchanger (hot water generator) (P.D)} + \text{Header (P.D)} = 50 \text{ ft} \times 0.075 + 5 + 2\text{ft (max)} + 6\text{ft.} = 20 \text{ ft} = 6 \text{ m.H}_2\text{O}$$

دو دستگاه پمپ خطی ساخت کارخانه گراندفوس با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

مدل: NB-32-125/142 فلنچ ورودی : 1, 1/2"

قدرت موتور: 3 kW فلنچ خروجی: 1, 1/4"

دور موتور: 2900 rpm قطر پروانه : --

هد پمپ: H=6 m دبی: Q=12 m³/hr.

3- انتخاب پمپ برگشت آب گرم مصرفی

$$\text{Total fixture unit (domestic hot water)} = 60 \text{ F.U}$$

For 20FU compute 1G.P.M

$$60 \text{FU} \div 20 \text{F.U} = 3 \text{G.P.M}$$

$$\text{Total pump head} = \text{Piping (P.D)} + \text{Hot water generator (P.D)} + \text{Header (P.D)} = 200\text{ft} \times 0.075 + 1(\text{max}) + 4\text{ft} = 20\text{ft} = 7 \text{ m.H}_2\text{O}$$

دو دستگاه پمپ خطی ساخت کارخانه گراندفوس با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

مدل: UPS-25-80 فلنچ ورودی : 1"

قدرت موتور: 0.2 hp فلنچ خروجی: 1"

دور موتور: 1450rpm قطر پروانه : --

هد پمپ: H=20 ft دبی: Q=3 GPM

5- انتخاب پمپ گرمایش جکوزی و استخر (از دیگ به مدلها)

Whirlpool heating load: $Q_4 = 8.33 \times 15 \times 217 \text{ GPM} \times 60^\circ\text{F} = 400000 \text{ BTU/hr.}$

Pool heating load: $Q_3 = 8.33 \times 20 \times 512 \text{ GPM} \times 40^\circ\text{F} = 3050000 \text{ Btu/hr.}$

Hot water flow rate: $3450000 \div 9996 = 345 \text{ GPM}$

To be used two pump (one pump is stand by) with flow rate equal to $=345 \text{ GPM} = 79 \text{ m}^3/\text{hr}$

Total pump head = Piping (P.D) + Boiler (P.D) + Whirlpool Heat exchanger (P.D) + 3 Control V. (P.D) + Header (P.D) = $100 \text{ ft} \times 0.075 + 5 + 4 \text{ ft (max)} + 10 + 10 \text{ ft.} = 36.5 \text{ ft} \times 1.1 = 40 \text{ ft} = 11 \text{ m.H}_2\text{O}$

دو دستگاه پمپ زمینی ساخت شرکت پمپ ایران با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

مدل: NB-65-125/127 : فلنچ ورودی: 2 1/2"

قدرت موتور: 5.5kw : فلنچ خروجی: 2"

دور موتور: 2900rpm : قطر پروانه: -----

هد پمپ: H=12m : دبی: Q=80 m³/h

7- انتخاب پمپ جهت مدار تصفیه و گرمایش جکوزی

Whirlpool pump capacity: 53 GPM

To be used two pump with flow rate equal to $=53 \text{ GPM} = 12 \text{ m}^3/\text{hr}$

Total pump head = Piping (P.D) + Sand filter (P.D) + Whirlpool Heat exchanger (P.D) + Header (P.D) = $150 \text{ ft} \times 0.075 + 30 \text{ ft} + 5 \text{ ft (max)} + 6 \text{ ft} = 52 \text{ ft} = 16 \text{ m.H}_2\text{O}$

دو دستگاه پمپ زمینی ساخت شرکت پمپ ایران با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

مدل: NB32-125-1 /121 : فلنچ ورودی: 1 1/4"

قدرت موتور: 1.5 kw : فلنچ خروجی: 1 1/2"

دور موتور: 2900rpm : قطر پروانه: -----

هد پمپ: H=17m : دبی: Q=12 m³/h

7- انتخاب پمپ جهت مدار تصفیه و گرمایش استخر

Whirlpool pump capacity: 440 GPM

To be used two pump (one pump is stand by) with flow rate equal to $=440 \text{ GPM} = 100 \text{ m}^3/\text{hr}$

Total pump head = Piping (P.D) + Sand filter (P.D) + pool Heat exchanger (P.D) + Header (P.D) = $300 \text{ ft} \times 0.075 + 30 \text{ ft} + 5 \text{ ft (max)} + 6 \text{ ft} = 63 \text{ ft} = 20 \text{ m.H}_2\text{O}$

دو دستگاه پمپ زمینی ساخت شرکت پمپ ایران با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

فلنچ ورودی : 2 1/2"

مدل: NB65-125 /137

فلنچ خروجی: 2"

قدرت موتور: 7.5 kw

قطر پروانه: -----

دور موتور: 1450rpm

دبی: Q=100m³/h

هد پمپ: H=23.5m

8- انتخاب پمپ جهت نازل‌های جکوزی

Total flow rate of water jets: 15 GPM ×16=240GPM

To be used one pump with flow rate equal to=240GPM≈56 m³/hr

Total pump head= Piping (P.D) + Water jets output .P + pressure required for water resistance +Header (P.D) =150ft×0.075+50+15ft (max) +10ft=86ft ×1.1=95ft=29 m.H₂O

یک دستگاه پمپ زمینی ساخت شرکت پمپ ایران با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

فلنچ ورودی : 2 1/2"

مدل: NB50-160 /150

فلنچ خروجی: 2"

قدرت موتور: 7.5 kw

قطر پروانه: -----

دور موتور: 1450rpm

دبی: Q=55 m³/h

هد پمپ: H=29 m

9- انتخاب پمپ جهت مدار تصفیه و گرمایش استخر کودکان

Child pool pump capacity: 18 GPM

To be used two pump (one pump is stand by) with flow rate equal to=18 GPM=4 m³/hr

Total pump head= Piping (P.D) + Sand filter (P.D) + pool Heat exchanger (P.D) +Header (P.D) =150 ft×0.075+30ft+5 ft (max) +6 ft=52 ft=16 m.H₂O

دو دستگاه پمپ زمینی ساخت شرکت پمپ ایران با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

فلنچ ورودی : 1 1/4"

مدل: TP32-230 /2

فلنچ خروجی: 1 1/4"

قدرت موتور: 0.75 kw

قطر پروانه: -----

دور موتور: 1450rpm

دبی: Q=4 m³/h

هد پمپ: H=17m

10- انتخاب پمپ جهت مدار تصفیه حوضچه آب سرد

Change pre day: $24\text{hr} \div 4 = 6\text{hr}$

Flow rate = $700 \div 6 = 117\text{ GPH}$ or 2 GPM

Cold water pump capacity: 2 GPM

To be used one pump with flow rate equal to = $2\text{ GPM} = 0.5\text{ m}^3/\text{hr}$

Total pump head = Piping (P.D) + Sand filter (P.D) + pool Heat exchanger (P.D) + Header (P.D)
 $= 150\text{ ft} \times 0.075 + 30\text{ft} + 5\text{ ft (max)} + 6\text{ ft} = 52\text{ ft} = 16\text{ m.H}_2\text{O}$

دو دستگاه پمپ زمینی ساخت شرکت پمپ ایران با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

مدل: TP32-160 /2 : فلنچ ورودی : 1 1/4"

قدرت موتور: 0.55 kw : فلنچ خروجی: 1 1/4"

دور موتور: 1450rpm : قطر پروانه: -----

هد پمپ: H=16m : دبی: Q=0.5 m³/h

د- محاسبات انتخاب مبدل‌های حرارتی و فیلتر شنی

1- انتخاب مبدل حرارتی استخر

Tube : ($T_{in}=40^\circ\text{F}$, $T_{out}=80^\circ\text{F}$, $\text{GPM}=440$)

Shell : ($T_{in}=180^\circ\text{F}$, $T_{out}=160^\circ\text{F}$, $\text{GPM}=293$)

Pool heating load: $Q_3 = 8.33 \times 20 \times 440\text{GPM} \times 40^\circ\text{F} = 2930000\text{Btu/hr.}$

To be used two heat exchanger with capacity equal to = 2930000 BTU/hr.

Select heat exchanger: **MODEL-(WU-89-24 TYPE (A)** From Manufacture **TEHRANMOBADEL**

POOL HEAT EXCHANGER SPECIFICATION						
Sell velocity	Shell(P.D)	Fouling factor	Tube (P.D)	Heating area	QTY	F.F.C.C
FPS	FT.W		FT.W		UNIT	
2.5	5	0.001	2	24	1	1.45

2- انتخاب مبدل حرارتی استخر کودکان

Tube : ($T_{in}=40^\circ\text{F}$, $T_{out}=80^\circ\text{F}$, $\text{GPM}=108$)

Shell : ($T_{in}=180^\circ\text{F}$, $T_{out}=160^\circ\text{F}$, $\text{GPM}=72$)

Pool heating load: $Q_3 = 8.33 \times 20 \times 108\text{ GPM} \times 40^\circ\text{F} = 720000\text{ Btu/hr.}$

To be used One heat exchanger with capacity equal to = 2930000 BTU/hr.

Select heat exchanger: MODEL-(WU-63-23 TYPE (A) From Manufacture TEHRANMOBADEL

POOL HEAT EXCHANGER SPECIFICATION						
Sell velocity	Shell(P.D)	Fouling factor	Tube (P.D)	Heating area	QTY	F.F.C.C
FPS	FT.W		FT.W		UNIT	
2.5	5	0.001	2	24	1	1.45

3- انتخاب مبدل حرارتی جکوزی

Tube :($T_{in}=40^{\circ}F$, $T_{out}=100^{\circ}F$, GPM=107)

Shell :($T_{in}=180^{\circ}F$, $T_{out}=160^{\circ}F$, GPM=80)

Whirlpool heating load: $Q_4 = 8.33 \times 15 \times 107 \text{ GPM} \times 60^{\circ}F = 800000 \text{ BTU/Hr}$

To be used one heat exchanger with capacity equal to=800000 BTU/Hr

Select heat exchanger: MODEL-(WU-64-23)) From Manufacture khan Iran

POOL HEAT EXCHANGER SPECIFICATION						
Sell velocity	Shell(P.D)	Fouling factor	Tube(P.D)	Heating area	QTY	F.F.C.C
FPS	FT.W		FT.W		UNIT	
2.5	3.5	0.001	5	38	1	1.45

F.F.C.C= Fouling factor correction Coefficient

4- انتخاب فیلتر شنی جهت استخر

Change pre day: $24\text{hr} \div 4 = 6\text{hr}$

Flow rate = $160000 \div 6 = 27000\text{GPH}$ or 440 GPM

The required sand filter – bed area = $440\text{GPM} \div 10\text{gal/ (min.ft}^2) = 44 \text{ft}^2$

To be used two sand filter with flow rate & bed area equal to=220 GPM & 22 ft²

To be considered: MODEL (SAF-170) -Manufacture made SAF AB IRAN

Model	Dimension		Bed area	Silica.H	Pipe size	Flow rate	Washing flow rate
	Diameter (cm)	Height (cm)	M ²	CM	INCH	GPM	GPM
SAF-170	170	150	2.26	35	3	220	250

5- انتخاب فیلتر شنی جهت جکوزی

Change per day: $24\text{hr} \div 48 = 0.5\text{hr}$

Flow rate = $6500 \div 0.5 = 52000 \text{GPH}$ or 217GPM

The required sand filter – bed area = $217\text{GPM} \div 10\text{gal/ (min.ft}^2) = 22\text{ft}^2$

To be considered: MODEL (SAF-170) -Manufacture made SAF AB IRAN

Model	Dimension		Bed area	Silica.H	Pipe size	Flow rate	Washing flow rate
	Diameter (cm)	Height (cm)	M ²	CM	INCH	GPM	GPM
SAF-170	170	150	2.26	35	3	220	250

6- انتخاب فیلتر شنی جهت استخر کودک

Change per day: $24\text{hr} \div 6 = 4\text{ hr}$

Flow rate = $26000 \div 4 = 6500\text{ GPH}$ or 108 GPM

The required sand filter – bed area = $108\text{ GPM} \div 10\text{gal/ (min.ft}^2) = 11\text{ ft}^2$

To be considered: MODEL (SAF-120) -Manufacture made SAF AB IRAN

Model	Dimension		Bed area	Silica.H	Pipe size	Flow rate	Washing flow rate
	Diameter (cm)	Height (cm)	M ²	CM	INCH	GPM	GPM
SAF-120	120	150	1.13	35	2.5	108	250

7- انتخاب فیلتر شنی جهت حوضچه آب سرد

Change per day: $24\text{hr} \div 4 = 6\text{ hr}$

Flow rate = $700 \div 6 = 117\text{ GPH}$ or 2 GPM

The required sand filter – bed area = $2\text{ GPM} \div 10\text{gal/ (min.ft}^2) = 0.2\text{ ft}^2$

To be considered: MODEL (SAF-120) -Manufacture made SAF AB IRAN

Model	Dimension		Bed area	Silica.H	Pipe size	Flow rate	Washing flow rate
	Diameter (cm)	Height (cm)	M ²	CM	INCH	GPM	GPM
SAF-120	45	50	0.159	35	1.5	9	15

8- انتخاب سختی گیر

Water hardness (PPM) × Washing cycle (hr) × 60 × (GPM) Flow rate = water softener capacity

17.1

Total flow rate = water loss in steam boiler = 1 GPM

Water loss in boiler = $560\text{ GPM} \times 0.2\% = 1\text{ GPM}$

Water hardness = 400 PPM

Water hardness (PPM) = 70000 grain × 48(hr) × 60 1GPM × = water softener capacity

17.1

یک دستگاه سختی گیر مدل PWS-30 ساخت کارخانه پاکمن با مشخصات زیر انتخاب می کنیم:

حجم رزین: 3.5ft^3

ظرفیت: 75000 Grain

نمک لازم: 14Lb
ارتفاع دستگاه: 180cm
سطح مورد نیاز: 80×40cm
افت فشار: 19Kpa

دبی متوسط: 10.5GPM
دبی ماکزیمم: 17.5GPM
دبی شستشو: 122GPM
اندازه لوله ها " 3/4
قطر ستون: 30cm

*- انتخاب شیرهای کنترل.
1- مبدل استخر

FLOW RATE: 293 GPM
WATER P.D AT COIL = 7 PSI
 $C_v = \text{GPM} / (1.5 \times \text{P.D})^{0.5}$
CV= 90

3WAY MIXING VALVE DN125 Equal Percent: Manufacture Honeywell

2- مبدل استخر کودکان

FLOW RATE: 12 GPM
WATER P.D AT COIL = 5 PSI
 $C_v = \text{GPM} / (1.5 \times \text{P.D})^{0.5}$
CV= 4.5

3WAY MIXING VALVE DN125 Equal Percent: Manufacture Honeywell

3- مبدل جکوزی

FLOW RATE: 53 GPM
WATER P.D AT COIL = 5 PSI
 $C_v = \text{GPM} / (1.5 \times \text{P.D})^{0.5}$
CV= 20

3WAY MIXING VALVE DN100 Equal Percent: Manufacture Honeywell