جزوه آموزشی درس تهویه مطبوع و حرارت مرکزی	شرکت مهندسی پتروپالامحور	**R&D Department**

جـــزوه آمـــوزشـــی درس

تهویه مطبوع و حرارت مرکزی

(رشته مهندسی مکانیک با گرایش حرارت و سیالات)

شرکت مهندسی پتروپالامحور

گردآوری و تنظیم :

فـــــرشـــــاد ســـــرایـــــی

با تقدیم والاترین درودها و احترامات به استاد ارجمندم جناب آقای دکتر طاهری قراگوزلو
که مطالب مندرج در این جزوه بر گرفته از آموزش های ایشان می باشد.

جزوه آموزشی درس تهویه مطبوع و حرارت مرکزی	شرکت مهندسی پتروپالامحور	**R&D Department**

مقدمه :

جزوه حاضر که فرا روی شما خواننده گرامی قرار دارد ، مشتمل بر مباحث و سرفصل های مربوط به درس دانشگاهی « تهویه مطبوع و حرارت مرکزی » در رشته مهندسی مکانیک با گرایش حرارت و سیالات می باشد.

مطالب مندرج در این جزوه آموزشی به تبیین اصول حاکم بر طراحی سیستم های تهویه مطبوع و حرارت مرکزی ، روش محاسبه بارهای حرارتی و برودتی و شناخت اجزاء اصلی این سیستم ها می پردازد.

کتاب مرجع دانشگاهی که میبایست به عنوان مکمل در کنار این جزوه مطالعه شده و مورد استناد و ارجاع قرار گیرد عبارت است از :

- Handbook of Air Conditioning System Design – Carrier

مطالب مندرج در این جزوه برگرفته از کلاس های آموزشی ارائه شده توسط جناب آقای دکتر طاهری قراگوزلو در دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب تهران در سال ۱۳۷۳ خورشیدی می باشد که به همان صورت دست نویس (برداشت شده توسط اینجانب) تقدیم حضور خوانندگان گرامی می شود ، به این امید که مفید فایده و مقبول نظر واقع گردد. بر خود لازم میدانم از حسن همکاری و زحمات سرکار خانم نیره رضائی که در تنظیم و انتشار این جزوه الکترونیکی اینجانب را یاری نمودند کمال سپاسگزاری را به عمل آورم.

همچنین از خوانندگان محترم درخواست می نمایم هرگونه نظرات اصلاحی ، انتقادات و پیشنهادات خود را از طریق آدرس ایمیل : f.saraei@petropalamehvar.com با اینجانب در میان گذارند.

فـرشـاد سـرایـی

دی ماه ۱۳۹۰

« سر درب ورودی دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب تهران »

« پیشنهاد همکاری به مهندسین تازه فارغ التحصیل دانشگاه »

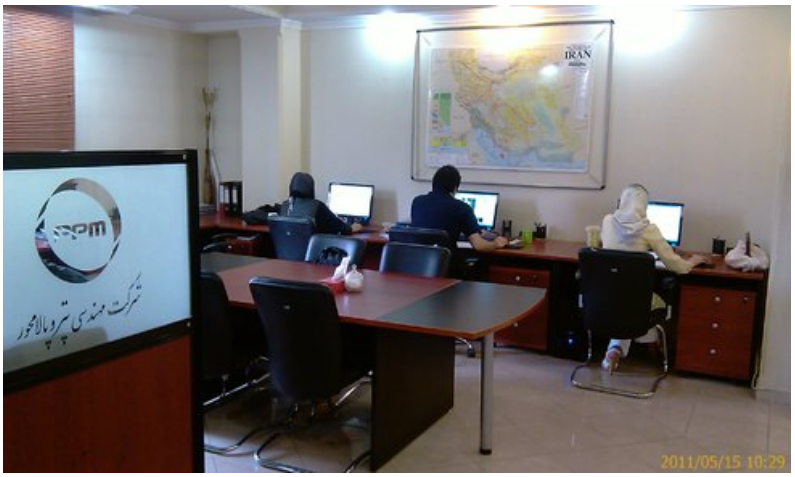
مدیریت شرکت مهندسی «پتروپالامحور» در راستای بسط و توسعه فرهنگ مهندسی دانش بنیان و حمایت از مهندسین جوان و علاقمند ، شرایطی را فراهم آورده که دانش آموختگان بتوانند با مراجعه به کتب ، جزوات و مقالاتی که بصورت رایگان در بخش «کتب و مقالات» وب سایت این شرکت در دسترس عموم قرار گرفته ، اصول و مبانی صحیح طراحی و مدلسازی سه بعدی سیستم های لوله کشی صنعتی (Piping) را به صورت خود آموز فراگرفته و سپس آموخته های خود را در قالب یک پروژه آموزشی پیاده سازی نموده و جهت بررسی مهندسین ارشد و با سابقه این شرکت ارسال نمایند تا پس از بررسی کارشناسی ، توصیه های فنی لازم در جهت بهبود طراحی به صورت رایگان به ایشان ارائه گردد.

مهندسین تازه فارغ التحصیل دانشگاه های معتبر در رشته «مکانیک» میتوانند با مراجعه به این کتابخانه الکترونیکی به آدرس : http://www.petropalamehvar.com/articles_fa.html ضمن دریافت فایل کتب ، جزوات و مقالات آموزشی با فرمت PDF به مطالعه آنها پرداخته و دانش مقدماتی مورد نیاز جهت طراحی و مدلسازی سه بعدی سیستم های لوله کشی صنعتی (Piping) را فرا گیرند.

پس از فراگیری مقدمات فوق ، مهندسین جوان میبایست به پروژه آموزشی ارائه شده در آیتم شماره ۳۲ کتابخانه الکترونیکی مراجعه نموده و بسته فشرده محتوی فایل های این پروژه را دانلود نمایند.
پروژه فوق متشکل از دو نقشه P&ID و Area Plot Plan یک واحد پتروشیمی فرضی می باشد که با ویرایش ۲۰۰۷ نرم افزار نقشه کشی Autocad و با فرمت فایل الکترونیک DWG تهیه شده و به همراه یک فایل PDF محتوی توضیحات مورد نیاز جهت اجرای پروژه ، در قالب یک پکیج رایگان ارائه گشته است.

مهندسین علاقمند میبایست بر اساس توضیحات ضمیمه این پروژه ، گام به گام نسبت به تکمیل طرح و تهیه نقشه ها و مدارک فنی مورد نیاز (که دقیقا مشابه یک پروژه واقعی تنظیم شده) اقدام نمایند.
نقشه ها و مدارک تهیه شده پس از تکمیل میبایست در قالب یک فایل فشرده با ظرفیت حداکثر ۱۰ مگابایت بسته بندی شده و جهت کنترل و بررسی مهندسین ارشد واحد تحقیق و توسعه شرکت مهندسی «پتروپالامحور» به آدرس پست الکترونیک این شرکت : info@petropalamehvar.co ارسال گردد. ذکر عبارت «درخواست بررسی پروژه آموزشی تکمیل شده» در عنوان (Subject) ایمیل و همچنین درج نام ، نام خانوادگی ، رشته تحصیلی ، میزان سابقه کار و شماره تماس مهندس طراح در متن ایمیل ارسالی ضروری بوده و به ایمیل هایی که فاقد مشخصات فوق الذکر باشد ترتیب اثر داده نخواهد شد.

طرح های دریافتی به نوبت توسط تیم بازبینی واحد تحقیق و توسعه شرکت مهندسی «پتروپالامحور» مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و نقاط قوت و ضعف موجود در آنها به انضمام توصیه های فنی و تجربی مورد نیاز جهت بهبود طرح ، متعاقبا به آدرس پست الکترونیک شخص فرستنده ارسال خواهد گشت.



علاوه بر خدمات فوق که به صورت رایگان از طرف مدیریت شرکت مهندسی «پتروپالامحور» برنامه ریزی و جهت استفاده عموم علاقمندان ارائه می گردد ، با هدف تشویق هر چه بیشتر دانشجویان و مهندسین جوان به شرکت در این خودآزمایی و توسعه دانش فنی طراحی لوله کشی صنعتی (Piping) در میان دانش آموختگان کشور ، هیئت بازبینی واحد تحقیق و توسعه این شرکت پس از بررسی طرح های دریافتی به آنها امتیازی بین ۰ الی ۱۰۰ خواهد داد.طرح هایی که موفق به کسب امتیاز ۸۰ یا بالاتر از مجموع ۱۰۰ امتیاز گردند به عنوان **طرح برگزیده** انتخاب گشته و مهندس طراح مربوطه پس از دعوت به محل دفتر مرکزی شرکت و انجام مصاحبه حضوری جهت اطمینان از صحت مدارک ارسالی و تهیه آن توسط خود شخص ، جهت **استخدام در شرکت مهندسی «پتروپالامحور»** دعوت به همکاری خواهد شد.

شماره های تماس شرکت مهندسی «پتروپالامحور»
۴۸ الی ۲۲۶۸۵۰۴۶ (کد شهر تهران ۰۲۱)

آدرس وب سایت شرکت مهندسی «پتروپالامحور»
www.petropalamehvar.com

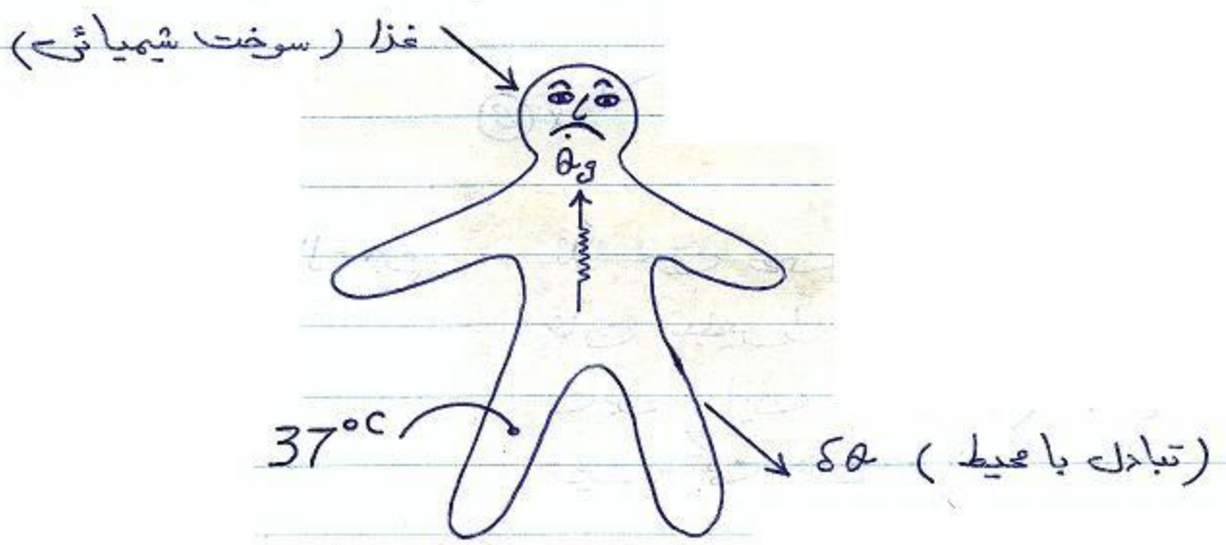
آدرس وبلاگ تخصصی «طراحی تاسیسات مکانیکی و لوله کشی صنعتی»
به مدیریت آقای مهندس «فرشاد سرایی»
www.fsaraei.persianblog.ir

درس : تهویه مطبوع و حرارت مرکزی

استاد : دکتر طاهری تراکوزلو

هدف - می خواهیم از قوانین ترمودینامیک استفاده کنیم و شرایط مطبوع را برای انسان ، گیاه ، حیوان ، نگهداری کالا و... فراهم سازیم . (با تغییر مشخصه های ترمودینامیکی هوا) .

مورد لزوم - اگر هوا خیلی گرم باشد یا خیلی سرد و یا خیلی خشک باشد یا زیادی مرطوب به سلامت انسان ضرر وارد می کند.



* انسان از نظر ترمودینامیکی یک ماشین حرارتی است و با افزایش یا

کاهش بیش از حدّ دما راندمان او کم می شود.

مشخصه های ترمودینامیکی هوا :

* هوا مخلوطی از N_2 ، O_2 ، گازهای دیگر و بخار آب است.

۱ - درجهٔ حرارت :
- a - درجه حرارت خشک (Drg Bulb) (T_{db})
- b - درجه حرارت مرطوب (Wet Bulb) (T_{WB})

---

* دو روش انتقال حرارت عبارتند از :

الف - اختلاف پتانسیل بین نقطه A و B .

$$Q = UA(\Delta t)$$

ب - از طریق انتقال جرم : مثلاً عرق روی بدن با تبخیر خود گرمای نهان تبخیر را از بدن می گیرد و به اتمسفر می برد. این انتقال جرم به پارامترهای زیر بستگی دارد :

I - میزان تراکم : اگر هوا خشک باشد قطرات عرق زودتر جذب محیط می شود

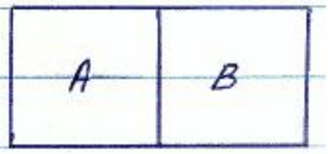
II - نفوذ پذیری : مثلاً He از CO_2 نفوذ پذیرتر است. انتقال

جرم با این پارامتر نسبت عکس ندارد، امّا (M) جرم مولکولی است و با - انتقال جرم نسبت عکس دارد.

III - سرعت نسبی : مثلاً اگر باد بوزد انتقال جرم عرق بیشتر است. $V_{A/B}$

IV - ضریب ثابت.

$$\text{انتقال جرم} \equiv \frac{C^{-1}}{M} \times V_{A/B} \times K$$



* در Dry Bulb : تنها اختلاف پتانسیل در انتقال حرارت نقش دارد.

* در Wet Bulb : هم اختلاف پتانسیل و هم انتقال جرم در انتقال حرارت موثر است.

* هر قدر رطوبت هوا بیشتر باشد انتقال جرم کمتر صورت می گیرد و دمای Dry Bulb و Wet Bulb به هم نزدیک می شود.

---

۲ - رطوبت نسبی : (relative humidity)

رطوبت هوا را با رطوبت هوای اشباع مقایسه می کند. هوای اشباع هوائی است که اگر رطوبت بزنیم دیگر قبول نکند. رطوبت نسبی جرم بخار آب موجود در هوا است به جرم بخار آب موجود در هوای اشباع از بخار آب. هر قدر رطوبت در هوا بیشتر باشد فشار جزئی بخار آب در هوا - بیشتر است.

* بطور کلی در یک مخلوط گاز فشار جزئی هر گاز به مقدار جرم آن در مخلوط بستگی دارد.

$$\phi = \frac{P_{H_2O}}{P_{S\,H_2O}} = \frac{\text{فشار جزئی } H_2O \text{ در هوا}}{\text{فشار جزئی } H_2O \text{ در هوای اشباع}}$$

---

۳ - رطوبت مخصوص : مقدار رطوبت موجود است در یک پاوند هوای خشک.

(specific humidity)

$$\frac{lb\ H_2O}{lb\ dry\ air\ humidity}$$

---

۴ - انتالپی هوا : هر جسم دو نوع انتالپی دارد :

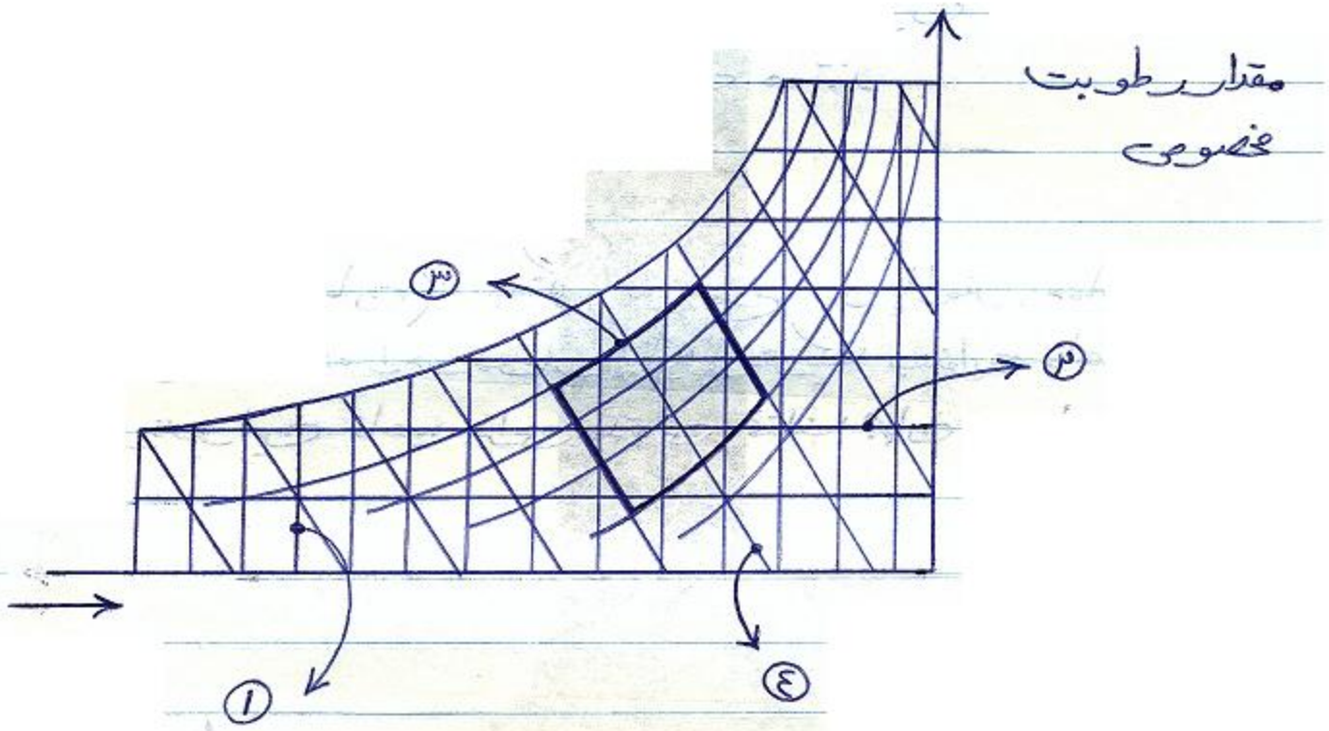
۱- گرمای محسوس sensible heat

۲- گرمای نهان تبخیر latend heat

اگر درجه حرارت هوا را بالا ببریم (گرمای محسوس) آن را بالا برده‌ایم و اگر به هوا رطوبت بزنیم (گرمای نهان تبخیر) را بالا برده‌ایم که در هر دو حال انتالپی هوا افزایش می‌یابد.

۵ - حجم مخصوص هوا : $v = \frac{V}{m}$

مکنی سایکرومتریک :



① واکنش T_{db} ثابت است . مثلاً به اتاقی که $T_{db} = 27^{\circ}C$ است رطوبت با دمای $27^{\circ}C$ بزنیم . (و یا مثلاً در اتاق رطوبت گیر بگذاریم) .

② واکنش رطوبت مخصوص ثابت . مثلاً حالتی که دمای اتاق را کم یا زیاد کنیم . در گرمایش تنها ، واکنش حتماً رطوبت مخصوص ثابت است و در سرمایش تنها تا جائی که هوا به حالت اشباع نرسیده رطوبت مخصوص

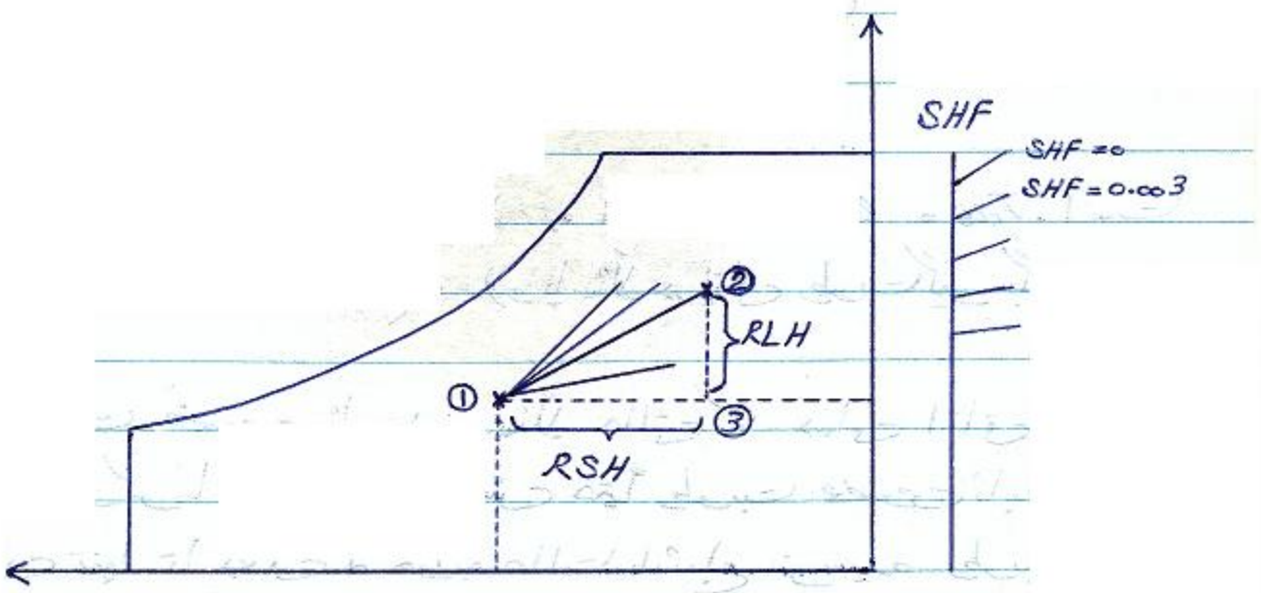
ثابت است و جهت وی مقنی حرکت می کند. $\omega = cte$

③ - واکنش رطوبت نسبی ثابت است که در گرم کردن همراه با رطوبت زنی و یا سرد کردن همراه با رطوبت گیری رخ می دهد. $\phi = cte$

④ - واکنش T_{WB} ثابت است . مثلاً در کولر آبی به شرط برابری درجه حرارت آب ورودی به کولر و هوا (یکسان باشد) واکنش T_{WB} ثابت رخ می دهد. بعد ثابت می شود که خطوط این واکنش با واکنش انتالپی ثابت ($h = cte$) برهم منطبق هستند.

---

* (شرایط راحتی انسان) بستگی به مجموع دو پارامتر دما و رطوبت هوا دارد و لذا یک محدوده را در نمودار سایکرومتریک بعنوان ناحیه مطبوع در نظر می گیرند و این ناحیه برای ملتهای مختلف جهان متفاوت است.



* فرض می کنیم هوا با شرایط نقطه معلوم، وارد اتاق می شود و دما و رطوبت آن تغییر می کند و به شرایط ② می رسد. این هوا مقداری (sensible heat) و مقداری (latend heat) مبادله کرده.

$$① \rightarrow ② \;=\; ① \rightarrow ③ \;+\; ③ \rightarrow ②$$

تغییرات latend heat　　تغییرات sensible heat

$$\begin{cases} RSH = \text{Room Sensible Heat} \\ RLH = \text{Room latend Heat} \end{cases}$$

تعریف : نسبت گرمای مبادله شده براثر SH به کل گرمای مبادله شده را (ضریب گرمای محسوس) گویند. این فاکتور نشان می دهد که تغییرات SH و LH هوای ورودی به اتاق نسبت به هم چگونه است.

$$SHF = \frac{SH}{SH + LH}$$

$$0 \leq SHF \leq 1$$

(بدون LH)　　(همه LH)

* یک ستون برای (SHF) در نمودار داریم. پس اگر SHF را بدانیم باید خط خود را موازی آن رسم کنیم و با یک پارامتر دیگر می توانیم

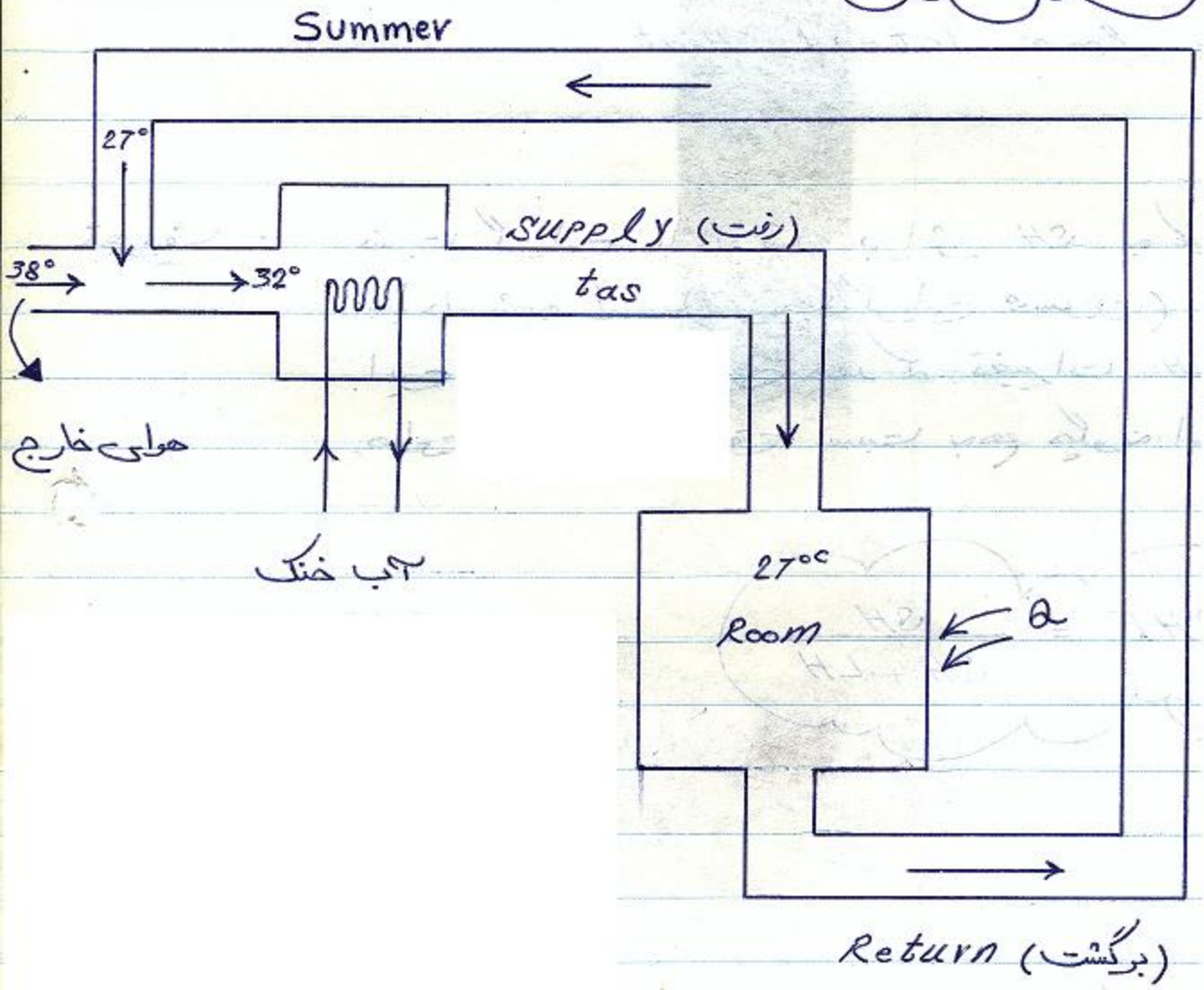
نقطه انتهائی راهم بیابیم.

---

* اصلاح شده :

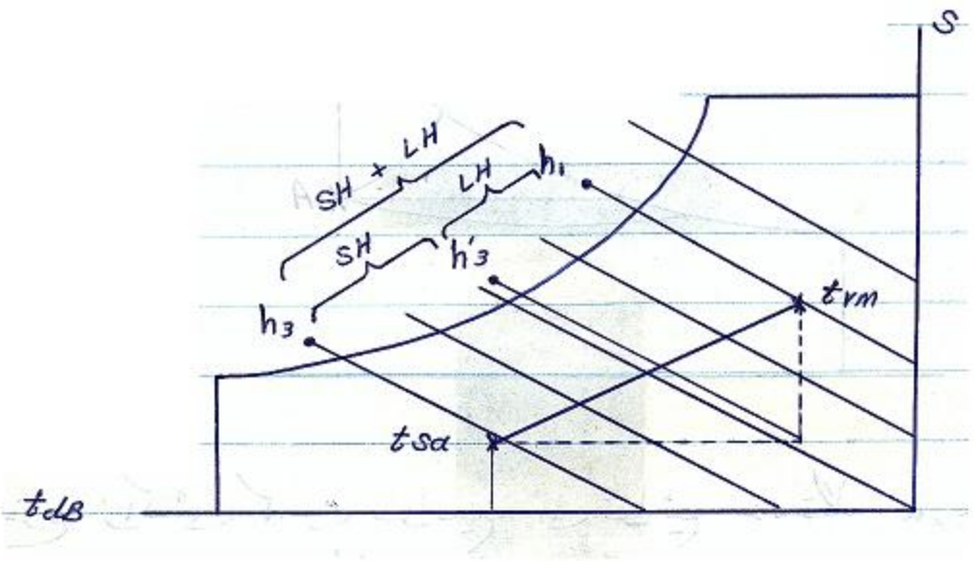
$$\text{انتقال جرم} \equiv \frac{\vec{V} \cdot K}{C \cdot M}$$

شمای کلی عمل تهویه مطبوع :



* معمولاً برای صرفه جوئی بخشی از هوای اتاق را برمی گردانند و با -

هوای ورودی مخلوط می کنند تا درجه حرارت آن را کاهش دهد.



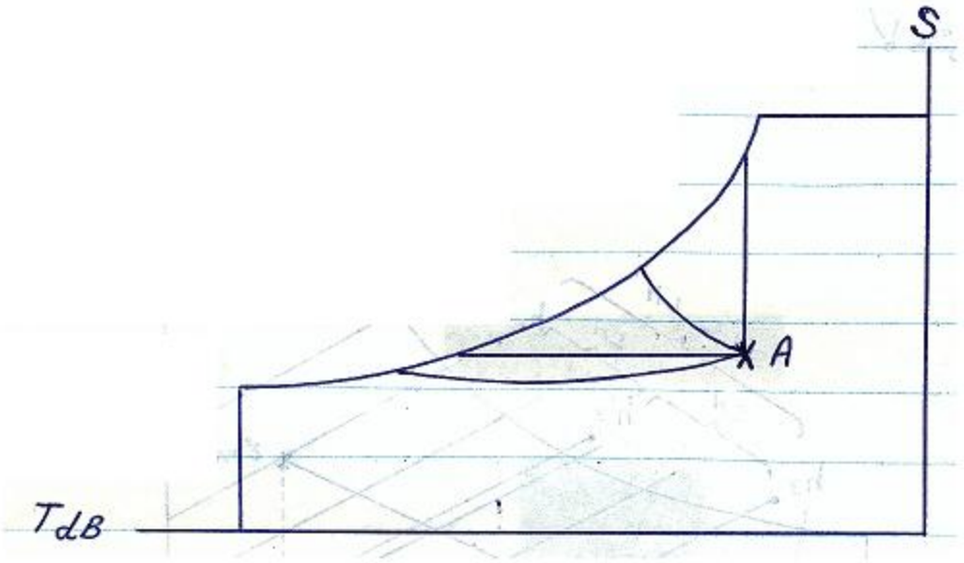
* برائر تغییر درجه حرارت یعنی حالتی که هوای ورودی رطوبت اتاق را اضافه نکند. : $(h'_3 - h_3)$

* برائر افزایش خالص رطوبت است یعنی حالتی که هوای مرطوب همان اتاق وارد شود. : $(h_1 - h'_3)$

* برائر افزایش دما و رطوبت بطور همزمان. : $(h_1 - h_3)$

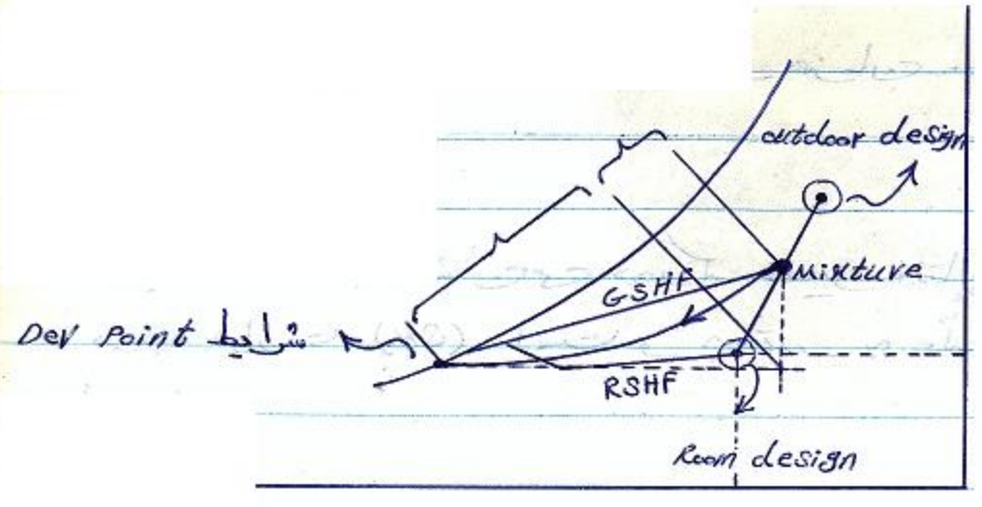
---

* ضریب (SHF) نشان می دهد که تغییر انتالپی چه قدر به علّت اختلاف درجه حرارت (SH) است و چه قدر به علّت اضافه شدن رطوبت (LH) است.



* بسته به نوع واکنشی که می خواهیم می توانیم دستگاه مورد نیازمان را انتخاب کنیم. برای دستگاه هم یک Sensible heat factor تعریف می کنند:

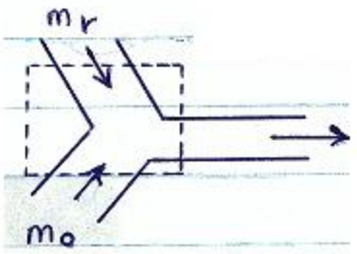
$$GSHF = \frac{GSH}{GSH + GLH}$$



$$m_o h_o + m_r h_r = (m_o + m_r) h_{mix}$$

$$h_{mix} = \frac{m_o h_o + m_r h_r}{m_o + m_r}$$

$$t_{mix} = \frac{m_o t_o + m_r t_r}{m_o + m_r}$$



* با معلوم بودن h_o و m_o و h_r و m_r می توان h_{mix} و t_{mix} را یافته و نقطه mixture را روی نمودار پیدا کرد. سپس هوا باید از نقطه mix. خنک شود و به شرایط نقطه شبنم (منفی) برسد و مسیر طی شده تا شرایط نقطه شبنم بستگی به ابعاد و نوع دستگاه دارد.

---

* GSHF یا (Grand Sensible Heat Factor) مشخص می کند که دستگاه رطوبت را تغییر می دهد یا درجه حرارت را و یا هر دو را با درصدی معین تغییر می دهد:

$$\begin{cases} GSHF = 0 & \text{دستگاه فقط رطوبت را تغییر می دهد} \\ GSHF = 1 & \text{دستگاه فقط دما را تغییر می دهد} \end{cases}$$

* مثلاً برای کولر گازی $GSHF \approx 1$ است امّا برای کولر آبی : $0 < GSHF < 1$ است.

---

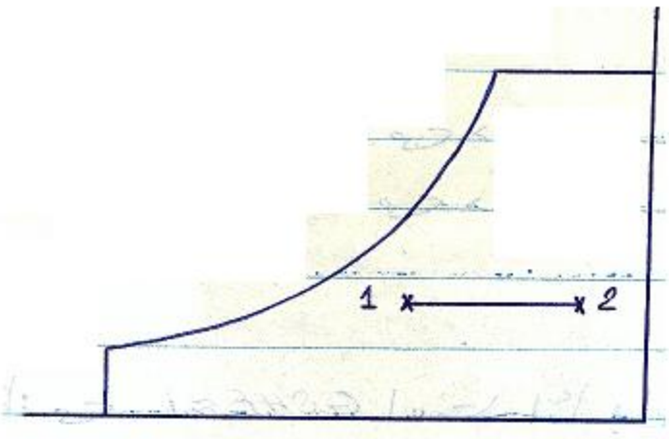
* در هر دستگاه فرض می کنیم که m% هوا از روی کویل عبور می کند

و n% هوا از روی کویل عبور نمی کند (هوای بای پاس). لذا برای هر دستگاه یک ضریب بای پاس تعریف می شود که مثلاً اگر 0.1 باشد یعنی 10% هوا بای پاس می شود. سعی می کنیم هوارد هوای بای پاس کمتر از 10% باشد.

فصل (1) کتاب مطالعه شود.

واکنش تهویه مطبوع:

1- واکنش گرمایشی:



$$\dot{Q}_2 = \dot{m}_a (H_2 - H_1)$$

$$H_2 = M_{air}\, C_{p\,air}\, t_2 + M_{water}\, C_{p\,water}\, t_2$$

$$H_1 = m_a C_{pa} t_1 + m_w C_{pw} t_1$$

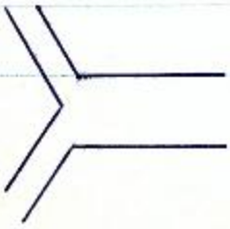
$$\rightarrow \quad H_2 = m_{air} \left[\dot{m}_a \text{ خشک} \left(C_{pa} (t_2 - t_1) \right) + \dot{m}_w \text{ رطوبت} \left(C_{pw} (t_2 - t_1) \right) \right]$$

مقدار رطوبت هوا (W) — جمع کل بخار آب و هوای خشک

مثال - مطلوبست حرارت لازم جهت گرمایش هوا 5000 CFM با درجه 39°F و رطوبت نسبی 80٪ تا درجه حرارت هوا به 90°F برسد.

$t_1 = 39°F$, $\phi = \%80$ $\rightarrow$ $h_1 = 13.68$, $w_1 = 0.004$ — گرمایش $\rightarrow$ $t_2 = 90°F$, $h_2 = 26$, $\phi = 13.9\%$, $W_2 = 0.004$

5000 cfm, $v_1 = 12.64$ $\rightarrow$ $m_a = \frac{5000 \times 60}{12.64} = 23700$ lb/hr



$$m_1 h_1 + m_2 h_2 = (m_1 + m_2) h_{mix}$$

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = (m_1 + m_2) W_{mix}$$

m_1 و m_2 - جرم کل هوا

W - مقدار رطوبت

مثال- مطلوب است سرمای لازم جهت خنک کردن 10000 cfm هوا در درجه حرارت خشک 90°F و درجه حرارت مرطوب 80°F تا حالت اشباع اگر هوا تا 56°F خنک شود مقدار آب تقطیر شده در 56°F چقدر است؟

$T_{W.B}$, $T_{d.B}$ → نقطه (1) بدست می‌آید →

(1)
- $h_1 = 43.52$
- $W_1 = 0.0195$
- $\phi_1 = 65\%$
- $v_1 = 14.3$

(2)
dew point : 77°F
- $h_{d.p} = 40.5$
- $\phi = 100\%$

$\dot{V} = 10000$ cfm, v_1 → $\dot{m}_a = \frac{10000 \times 60}{14.3}$ → $m_a = 41950.16$ lb/hr

(3) 57°F
- $h_2 = 23.84$
- $W_2 = 0.0096$
- $\phi = 100\%$

$$q_2 = m_a \left[(h_1 - h_2) - (W_1 - W_2) h_v \right]$$

مسئله - جهت افزایش رطوبت هوا با مشخصات $T_{DB} = 100^{\circ}F$ و $T_{WB} = 60^{\circ}F$ بخار با کیفیت $x = 80\%$ با هوا مخلوط می شود تا رطوبت نسبی هوا به 60% برسد در این حالت T_{DB} هوا چقدر است؟ واکنش ۲ دیا با تیک و فشار فشار جو 76 cmHg است.

مسئله - هوایی با $T_{DB} = 80^{\circ}F$ و $T_{WB} = 60^{\circ}F$ در فشار جو با بخار اشباع رطوبت زنی می شود برای این که هوا تحت واکنش $T_{DB} = cte$ به حد اشباع برسد کیفیت هوا چقدر باید باشد.

مسئله - در هوائی با $T_{DB} = 100^{\circ}F$ و $T_{WB} = 80^{\circ}F$ آب اسپری شده درجه حرارت آب $150^{\circ}F$ است اسپری تا رطوبت نسبی 85% انجام می شود T_{DB} هوا در این حالت چقدر است؟

فرشاد سرایی - مهندس پایه یک تاسیسات مکانیکی
طراحی - نظارت - اجرا
نظام مهندسی: ۱۰-۴-۰-۱۷۲۷۶
پروانه مهندسی: ۱۰-۴۰۰-۰۲۸۱۵
شماره شهرسازی: ۱۰۴-۰۱۲۲۲

جزوه آموزشی درس تهویه مطبوع و حرارت مرکزی آقای دکتر طاهری قراگوزلو

دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب تهران – دانشکده فنی (۱۳۷۳)

قابل توجه مهندسین طراح تاسیسات مکانیکی و الکتریکی

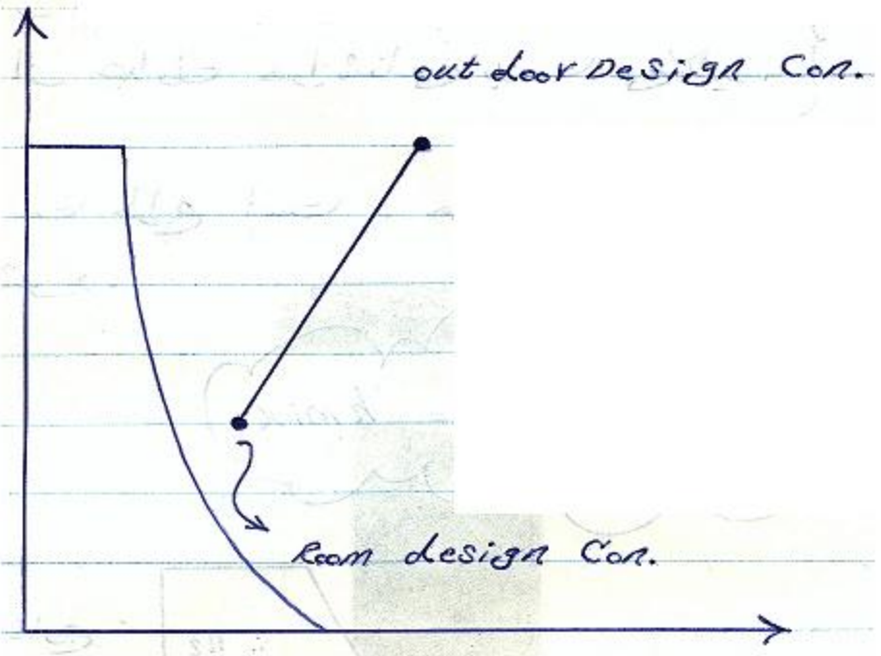
بدینوسیله به اطلاع میرساند که مجموعه ای کم نظیر از نقشه های تاسیسات مکانیکی و الکتریکی برترین پروژه های طراحی شده توسط اینجانب و سرکار خانم مهندس «شیما اعظم فرزان» مشتمل بر ٤٠ بسته طلایی از تیپ های مختلف پروژه های مسکونی ، بلند مرتبه ، اداری ، تجاری ، صنعتی ، تفریحی ، ورزشی ، بیمارستان ، آزمایشگاه ، داروسازی ، تعمیرگاه ، رستوران ، شعب بانک ، پست برق ، اتاق کنترل ، استخر و سونا و جکوزی ، آشپزخانه ، نانوائی ، رختشویخانه ، سوله ، حرارت و برودت مرکزی شهری ، کمپرسورخانه ، تلمبه خانه ، تاسیسات زیر بنایی ، سالن پاستوریزه تولید قارچ ، استخر پرورش میگو ، انکس آشیانه هواپیما ، پارکینگ طبقاتی ، جزئیات اجرایی و ... با دو فرمت پروژه های عمرانی و پروژه های نفت و گاز ، تهیه شده و هم اکنون از طریق این وبلاگ در دسترس همکاران محترم میباشد. کلیه نقشه های موجود در این بسته های طلایی دارای فرمت فایل الکترونیکی DWG بوده و مربوط به مرحله AFC پروژه ها میباشد که توسط نرم افزار نقشه کشی Autocad و با بهترین کیفیت تهیه گردیده است. انواع فلودیاگرام های موتورخانه ، رایزردیاگرام های لوله کشی و کانال کشی و کابل کشی ، پلان های تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ، پلان های چیدمان تجهیزات ، دیتیل های اجرایی ، توضیحات فنی ، نقشه های سیستم کنترل ، نقشه تابلوهای برق و ... برای سیستم های مختلفی همچون هواساز ، فن کویل ، یونیت هیتر ، زنت ، کولر آبی ، کولر گازی ، پکیج ، کندانسور هوایی ، برج خنک کن ، موتورخانه مرکزی ، دیگ های آبگرم و بخار ، چیلرهای جذبی و تراکمی و ... از طریق این بسته ها قابل دسترس میباشد. بی شک این مجموعه ، گنجینه ای گرانبها برای مهندسین مشاور و همچنین مهندسین طراح جوان محسوب میگردد زیرا از خلال بررسی این مدارک و نقشه ها ، امکان آشنا شدن و فراگیری روش های طراحی ، محاسبه ، تعیین سایز ، چیدمان و نقشه کشی برای ایشان فراهم خواهد گشت. دیگر نکته مهم و قابل توجه در خصوص بسته های طلایی فوق الذکر این است که بواسطه فرمت فایل قابل اصلاح مدارک و نقشه های موجود در این بسته ها (DWG , DOC , XLS) میتوان از بسیاری از آنها عینا و با اعمال تغییراتی اندک در پروژه های مشابه استفاده نمود. چند نمونه از این بسته های طلایی جهت مشاهده ، آشنایی و ارزیابی خوانندگان محترم ، از طریق وبلاگ تخصصی «طراحی تاسیسات مکانیکی و لوله کشی صنعتی» به آدرس : www.fsaraei.persianblog.ir هم اکنون در دسترس و قابل دانلود می باشد.

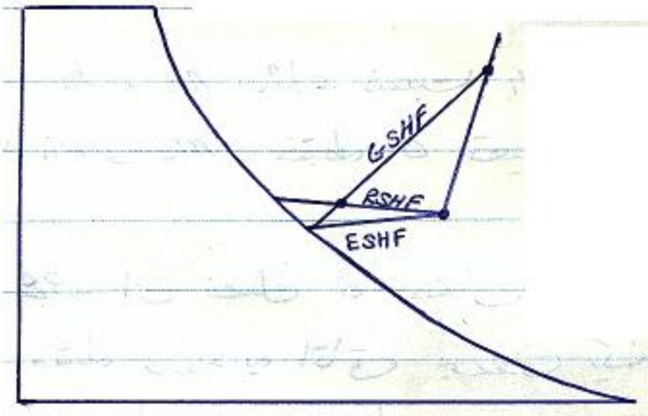
با احترام

« فرشاد سرایی / مدیر وبلاگ تخصصی طراحی تاسیسات مکانیکی و لوله کشی صنعتی »

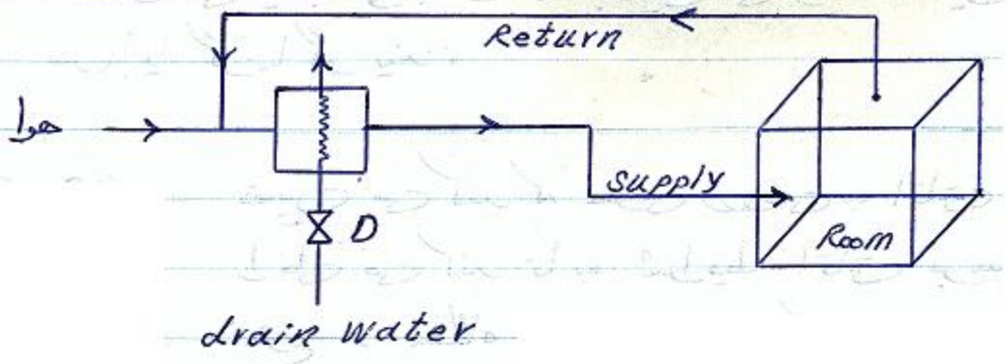
جهت دریافت فایل دستورالعمل دانلود نقشه ها ، به آدرس اینترنتی زیر مراجعه فرمایید :

http://www.4shared.com/office/bx8YIu84/hvac_and_plumbing_dwg_download.html





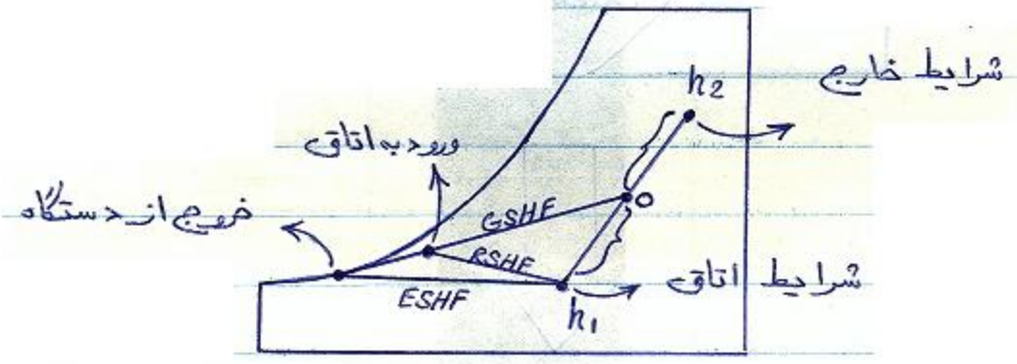
صفحه 195
chapter 8



شرایط اتاق از (جدول-۴) بدست می‌آید.
شرایط بیرون از جداول هواشناسی بدست می‌آید.

* m_1 و m_2 دست طراح است. هرقدر m_2 بزرگتر باشد دستگاه کوچکتری می‌شود.

$$\frac{m_1 h_1 + m_2 h_2}{m_1 + m_2} = h_{mix}$$

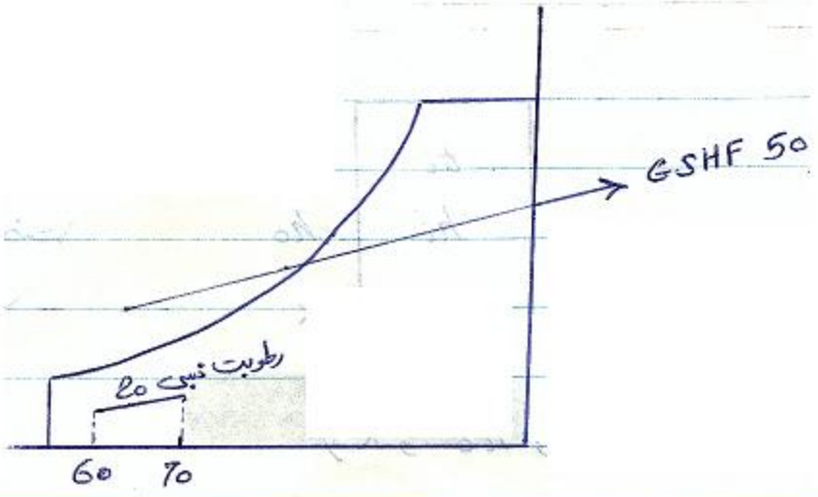


* نسبت h_1 و h_2 مثل نسبت m_1 و m_2 است و لذا با انتخاب نسبت m_1 و m_2 نقطه o تعیین می‌شود.

* شکل 39 از فصل 8 نشان می‌دهد که اگر طول کانال کشی زیاد باشد نقطه ورود به اتاق بر روی یک خط افقی افزایش دما و انتقال می‌یابد و به نقطه جدیدی می‌رسد. این عمل را (Gain) سرمایا گرما گویند.

RSHF - تعیین می‌کند که هوای ورودی به اتاق چه مقدار ترمودینامیکی را طی می‌کند تا به شرایط اتاق برسد.

GSHF - نوع دستگاه را معین می‌کند.



محاسبات تهویه مطبوع در زمستان (گرمایش)

۱ - انتخاب شرایط مطبوع : می بینیم که سالن را برای چه کاری لازم داریم . اگر برای انسان باشد باید سن افراد ساکن تعیین گردد . جدول شماره (۴) شرایط مطبوع را برای ما تا بدست می دهد مثلاً برای اتاق :

$\phi = 50\%$ $\quad t = 72°F = 22°C$

۲ - شرایط فضای خارج : از جداول هواشناسی بدست می آید .

* در بدست آوردن شرایط خارج باید دقت کنیم که از دستگاه در چه ساعاتی باید استفاده شود مثلاً محیط مدرسه است ، دانشگاه و ....

۳ - محاسبه حرارت انتقالی $Q = U.A.\Delta T$

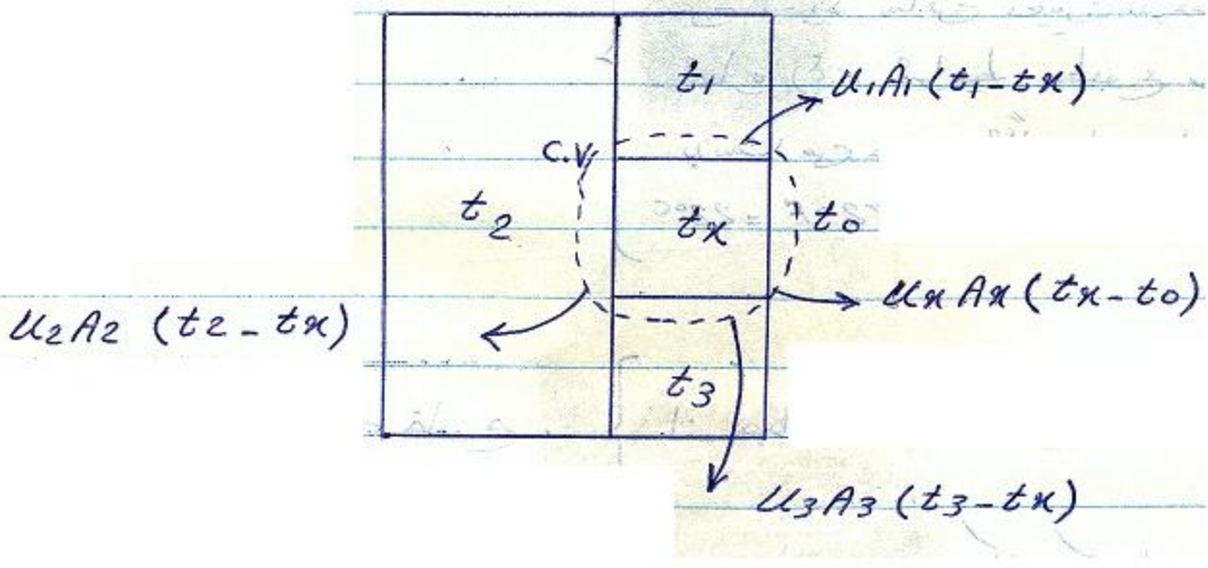
در تهویه مطبوع h_i و h_o تقریباً یکی است.
مقدار K به کمک شناخت مصالح ساختمان بدست می آید.

$$U = (h_i, h_o, K)$$

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

---

* اگر اتاقی بدون تهویه مطبوع و دمای آن نامعلوم باشد:



$\sum Q = 0 \rightarrow$ t_x بدست می آید

تشعشع خورشید را در زمستان در نظر نمی گیریم چون به نفع ما است.
همینطور گرمای تجهیزات داخلی.

فرشاد سرایی - مهندس پایه یک تاسیسات مکانیکی
طراحی - نظارت - اجرا
نظام مهندسی: ۱۰-۴-۰-۱۷۲۷۶
پروانه مهندسی: ۱۰-۴۰۰-۰۲۸۱۵
شماره شهرسازی: ۱۰۴-۰۱۲۲۲

جزوه آموزشی درس تهویه مطبوع و حرارت مرکزی آقای دکتر طاهری قراگوزلو
دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب تهران – دانشکده فنی (۱۳۷۳)

پتروپالامحور پیشتاز در ارائه خدمات مهندسی و متعهد به کیفیت

PPM , Dedicated For The Best Quality

محاسبات گرمایش :

جدول شماره ۴ - درجه حرارت طراحی را برای تابستان و زمستان می دهد. یک حالت برای رطوبت زن و یک حالت برای بدون رطوبت زن است.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \longrightarrow$$
$$Q = \frac{1}{R} \cdot A \cdot \Delta T$$

A - تعیین اختلاف درجه حرارت معادل :

از جداول هواشناسی می توان در هر ماه و در هر ساعت و در هر شهری دمای محیط را تعیین نمود (مثلاً جدول شماره (۱) برای شهرهای ایالات متحده آمریکا)

جداول (۲) و (۳) { yearly range / daily range

(daily range) : اختلاف بین Max و Min ، (dry Bulb) در یک شبانه روز است. در شهرهای کویری مثل یزد بیشتر و در شهرهائی مثل رشت کمتر است.

(Yearly range) : اختلاف (dry Bulb) زمان در تابستان و زمستان - است.

* مثلاً در یزد اگر کارخانه‌ای بیشتر در شب کار کند باید درجه حرارت - شب را در نظر بگیریم وگرنه دستگاهها (over load) می شود امّا - در رشت بخاطر کم بودن (daily range) این اتفاق نمی افتد.

روش کار : از جدول (۲) که برای ماه جولای تنظیم شده در ساعت مورد نظر درجه حرارت را می خوانیم و اگر حالا در ساعت مورد نظر در ماه مثلاً May درجه حرارت را بخوانیم عدد مقابل ماه May را - از جدول (۳) می خوانیم و عدد بدست آمده را از اولی کم می کنیم و سپس به ۱۰ صبح ماه May انتقال می دهیم.

July ۳ بعداز ظهر

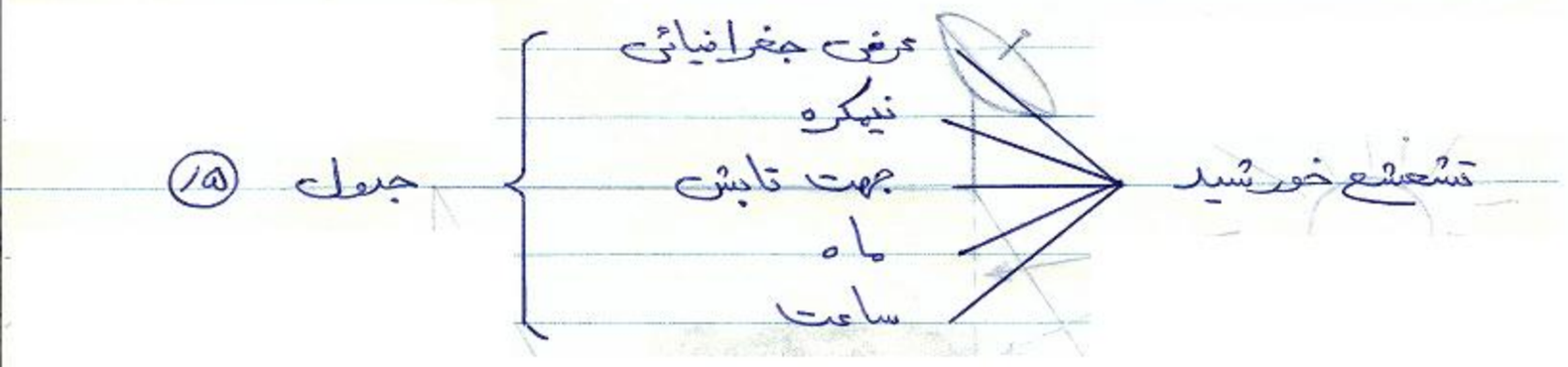
۱۱۵°F

↓

May ۳ بعداز ظهر ⟵ May ۱۰ صبح

۱۱۵ - ۹ - ۱۶ = ۸۵°F

محاسبات سرمایش : محاسبات سرمایش بستگی به میزان تشعشع خورشید دارد یعنی بسته به عرض جغرافیائی و ساعات روز - است.



* در ماه (JULY) ، جهت شرق ، عرض ۱۰° و ساعت ۱۰ جمع می شود 98 BTU/hr ft². عددی که زیر آن خط کشیده MAX - تابش در آن ماه است. ستون راست نیمکره جنوبی و ستون چپ نیمکره شمالی است.

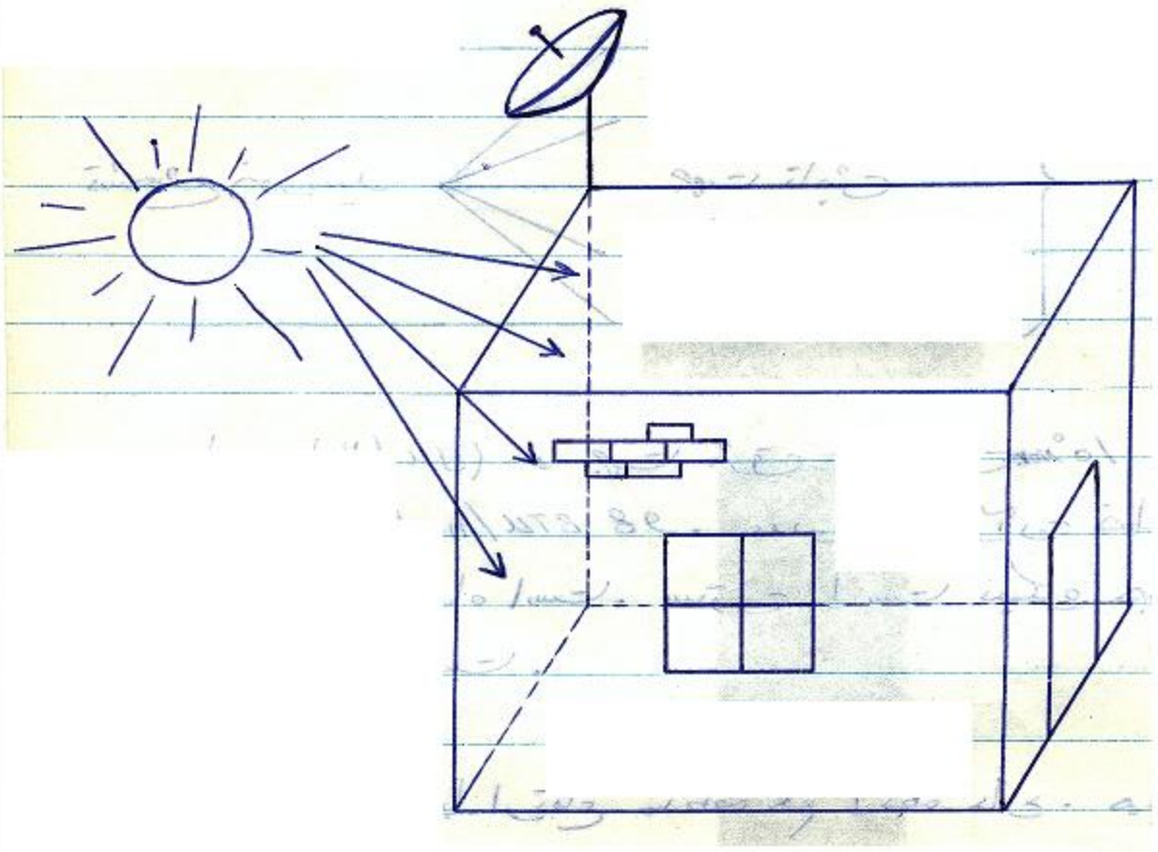
* شدت تشعشع با ارتفاع منطقه هم رابطه دارد. همین طور با میزان تراکم گرد و غبار در منطقه ، ابری بودن . براین اساس در انتهای جدول ضرایب تصحیح داریم :

Haze - گرد و غبار - از عدد خوانده شده 15% کم شود.
Altitude - به ازای هر 1000ft - به عدد خوانده شده 0.7% اضافه کنیم.
Dew Point - اختلاف نسبت به 67.

جدول براساس پنجره های چوبی استاندارد تنظیم شده و اگر پنجره چوبی دوجداره بود ضرب در (1.17) می کنیم.

$$\text{جذب شده} \quad Btu/hr = \frac{Btu}{(hr)(ft^2)} \times (\text{سطح شیشه})$$

مثال : (سرمایش)



نما و ۲ جر 8"
گچ $\frac{3}{4}$"
سقف بتنی

جدول (٤) ← 77 - 79°F

40°C : ساعت ۳ بعداز ظهر و خرداد ۱۵

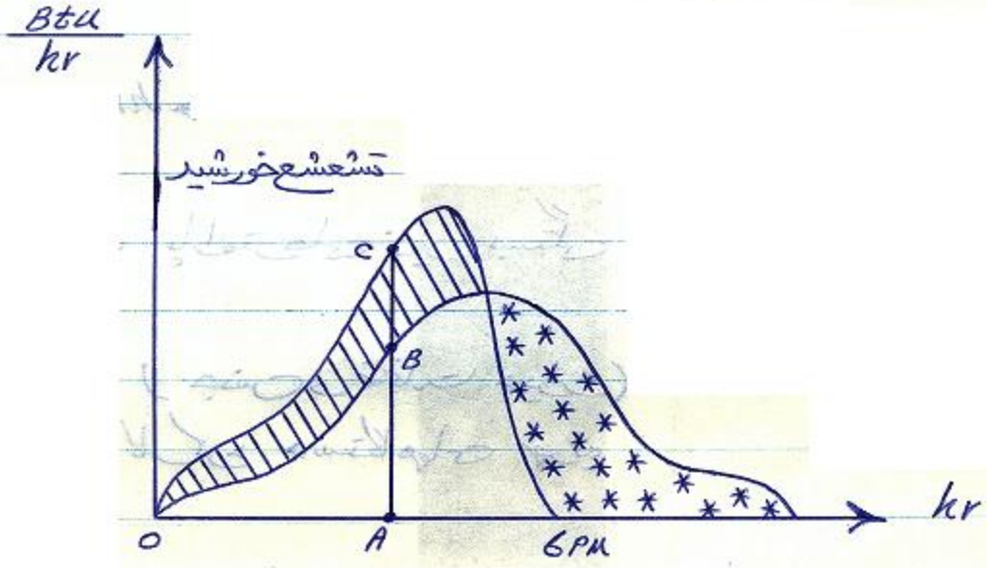
↓

از جدول هواشناسی

* حال اگر برای ساعت ۷ صبح ۱۵ تیر بخواهیم براساس جداول کتاب و تعریف daily range و yearly range برای تهران - تبدیل را انجام می دهیم : 47°C

تشعشع
- به پنجره : مستقیماً وارد منزل می شود و جذب دیوارها می شود. به نوع پرده و جنس پنجره هم بسته است.
- به دیوار : بسته به رنگ دیوار مقداری جذب شده و پس از مدت زمانی به داخل راه می یابد.

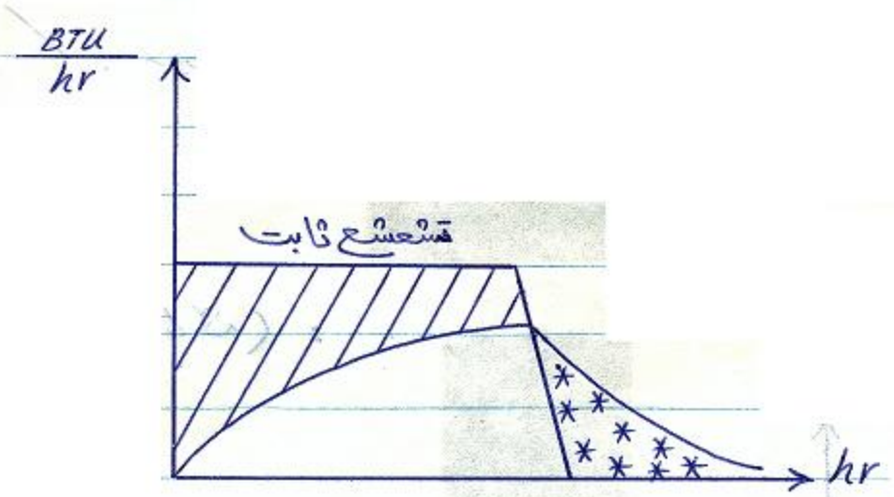
: (Storage factor)



- AC - کل انرژی داده شده توسط تشعشع
- AB - انرژی جبران شده توسط دستگاه
- BC - انرژی ذخیره شده

* اگر قسمت های شور خورده از نظر سطح با قسمت ستاره دار برابر باشد - یعنی از 6 PM تا صبح مقدار ذخیره از میان می رود و صبح دوباره - دستگاه مانند روز قبل شروع بکار می کند.

* در حالتی که چراغ روشن است و تشعشع می کند :



* Storage fa. به پارامترهای زیر بستگی دارد :

۱- وزن دیوار (جنس و ضخامت دیوار)
۲- مدت زمان کارکرد دستگاههای تهویه

جداول (۷) و (۸) و ... ضرایب ذخیره (انباشت) حرارت را می دهد.

* از جدول (6) یا (15) Pic تابش را می یابیم و در مساحت پنجره و ضریب ذخیره ضرب می کنیم.

جمعه 7.5 صبح
سه هفته دیگر امتحان

محاسبات تشعشع :

* جداول «۱۵» مقدار تشعشع را برای شیشه معمولی می‌دهد به شرطی که پنجره لخت باشد و هیچ حفاظی نداشته باشد.

* تشعشع به دو عامل بستگی دارد :

۱- نوع شیشه
۲- سایه‌بان و نوع آن (موانع)

* جذب تشعشع به زاویه تابش خورشید هم بستگی دارد.

مثلاً - شیشه معمولی (80°) 50% ← 100
شیشه خاصّی (80°) ← x

کمیت شیشه معمولی را مرجع قرار دهیم و سایر شیشه‌ها را با آن بسنجیم. جدول «۱۶»، این مقایسه را انجام داده است. عدد خوانده شده در جدول «۱۵» مربوط به شیشه معمولی است و اگر غیر از آن بخواهیم باید در (Glass Factor) مربوطه که از جدول «۱۶» بدست آمده ضرب کنیم.

مثال - برای پنجره (Heat absorbing) باساین 3' x 6' در عرض جغرافیائی 40° در جهت West در ماه July در ساعت

3 PM میزان تشعشع جذبی چقدر است؟

$$144 \times \underbrace{\frac{3 \times 6}{144}}_{\text{شیشه معمولی}} \times 0.8$$

شیشه Heat absorbing

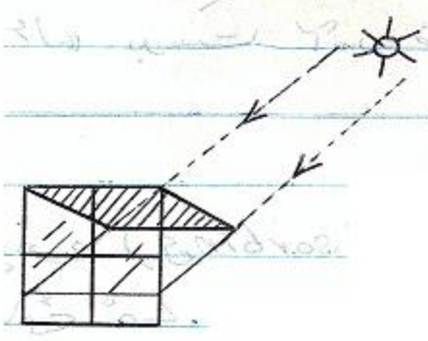
---

* اگر جریان باد داشته باشیم شیشه خنک می شود و تابلیت جذب تشعشع بیشتری را پیدا می کند.

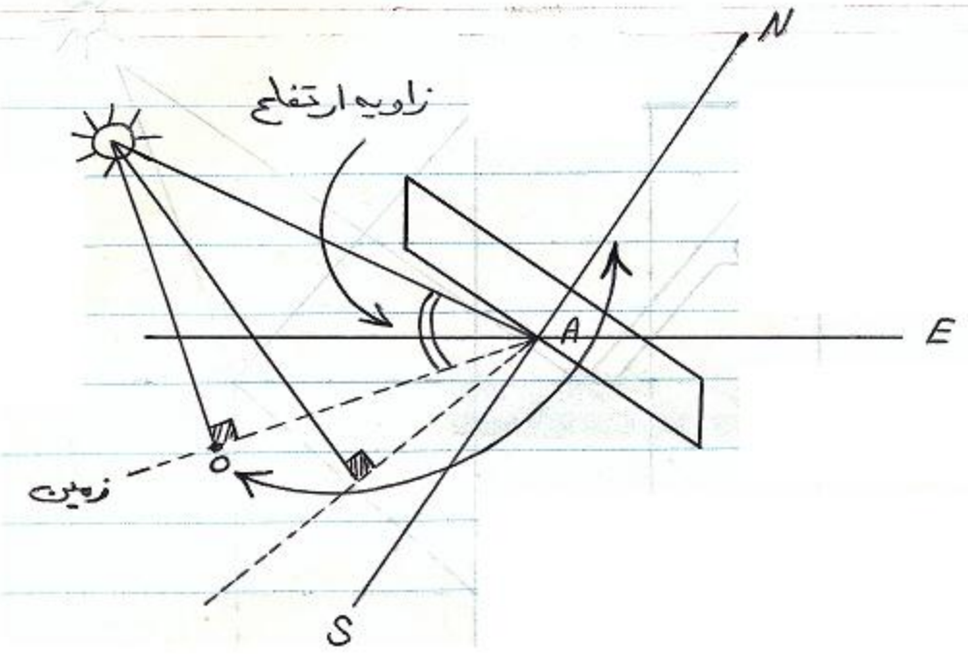
---

* در شکل «16» 8٪ تشعشع بازتابش می شود، 15٪ جذب می شود و 77٪ عبور می کند. این 77٪ بسته به طرز قرار گرفتن پرده کرکره زاویه تابشی دارد که در شکل «16» از 77٪ 12٪ به داخل اتاق رسیده، 51٪ به طرف شیشه بازتابش شده و 37٪ آن جذب کرکره شده.

* جدول «16» ستون (1) در مورد پرده کرکره (45°) است در رنگهای مختلف. مثلاً در مثال قبلی اگر پرده کرکره با رنگ Medium قرار گیرد، در 0.62 ضرب می شود.



* از جدول «18» و چارت «1» میزان سایه را برای پنجره‌ها بدست می آوریم.



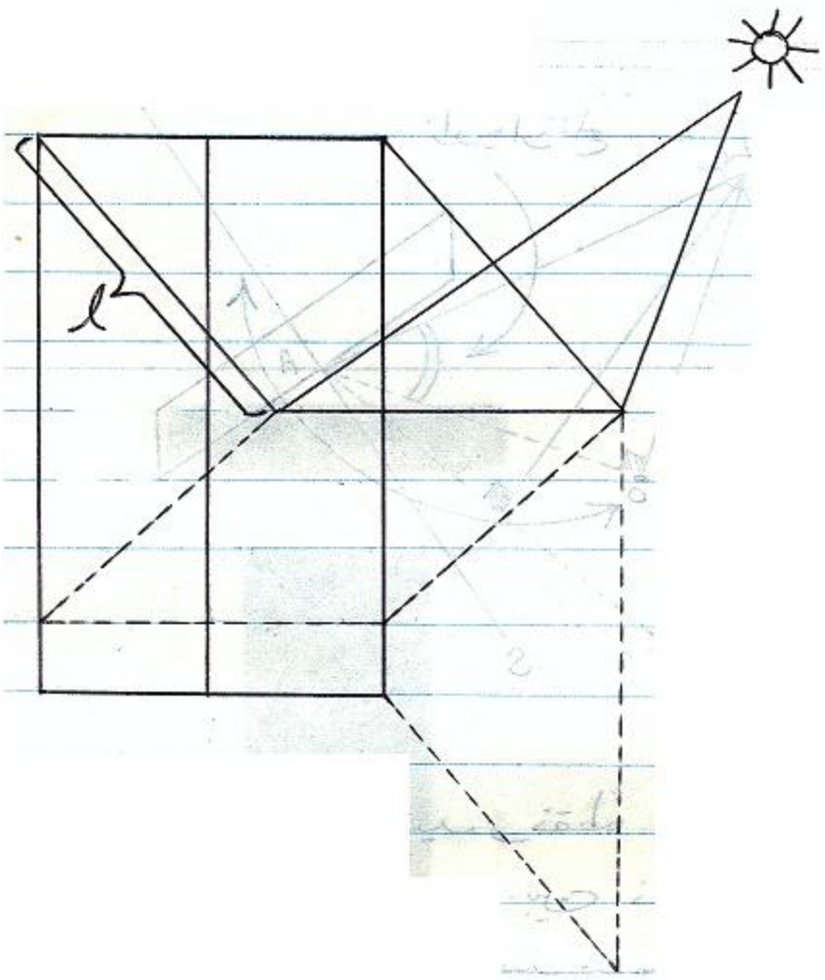
* زاویه (AO) و خط واصل بین خورشید و نقطه A را (زاویه ارتفاع) یا (Alitude angle) گویند و زاویه بین نقطه o و جهت شمال را زاویه جهت (Azimuth Angle) گویند. ما از خورشید به زمین عمود کردیم تا نقطه o بدست آمد و سپس از o به نقطه (A) بر دیوار پنجره ساختمان وصل کردیم. به این ترتیب موقعیت خورشید را نسبت به ساختمان با دو زاویه نشان می دهیم. ص۱۴

* جدول (18) موقعیت خورشید را بر حسب عرض جغرافیائی، ماه و ساعت بدست می دهد:

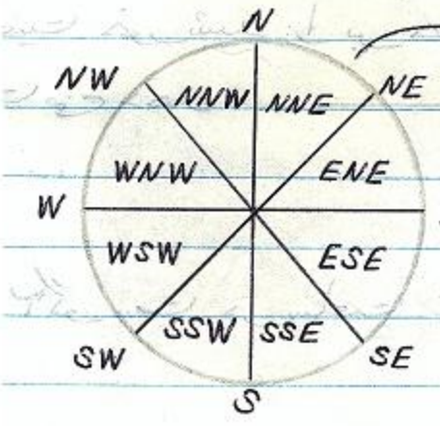
مثال ↓

* عرض 40° در ماه آگوست در ساعت ۶ بعداز ظهر:

$$\begin{cases} Alt = 41^\circ \\ Az = 247^\circ \end{cases}$$

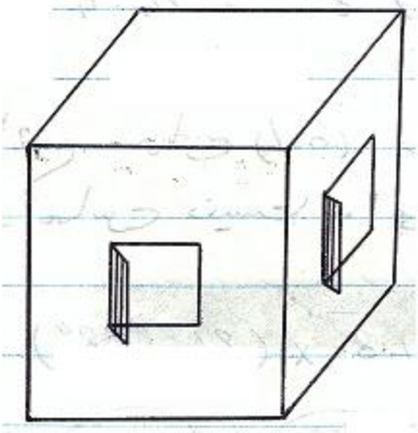


* مقدار سایه را با داشتن زوایای (Alt) و (Az)، وطول سایه بان می توان بدست آورد. (نمودار 1)



NNE شمال شرقی است که به شمال نزدیکتر است.

* پس اینکه پنجره درجه جهت باشد هم مهم است.



* $AZ = 40^\circ$ ، جهت S و طول سایبان "1 مقدار سایه ("1.75) است
اگر طول سایبان بیش از "1 باشد مقدار طول را در عدد بدست-
آمده ضرب می کنیم تا طول سایه بدست آید. (سایه بان پهلوئی)

* حال اگر ("1) سایه بان عمودی را بخواهیم ببینیم چه قدر سایه تولید-
می کند (ناشی از سایه بانی که افقی نصب شده) باید از-
(Alt) استفاده کنیم ، برعکس حالت قبل که از (AZ) استفاده-
کردیم .

مثال 9 - پنجره در جهت غرب باز می شود . حاشیه‌ها "8 است
و سایه بان '2 در "6 بالاتر از پنجره نصب شده .
ساعت 2PM ، 23 ژوئیه در عرض 40° شمالی .

* از جدول «18» :

$$\begin{cases} AZ = 242^\circ \\ Alt = 57^\circ \end{cases}$$

* از نمودار «1» : سایه از پهلو = "8 × 0/6 = "4/8

سایه از بالا = $1.8 \times 8'' = 14.4''$

* اگر حاشیه نداشته باشیم همان (۵.۱) در نظر می گیریم چون به هر حال پنجره بر دیوار مماس نیست. می‌توان یکجا حساب کرد:

سایه حاصل از سایه‌بان = $1.8 \times (24'' + 8'') = 57.6''$

سایه حاصل = $57.6'' - 6'' = 51.6''$

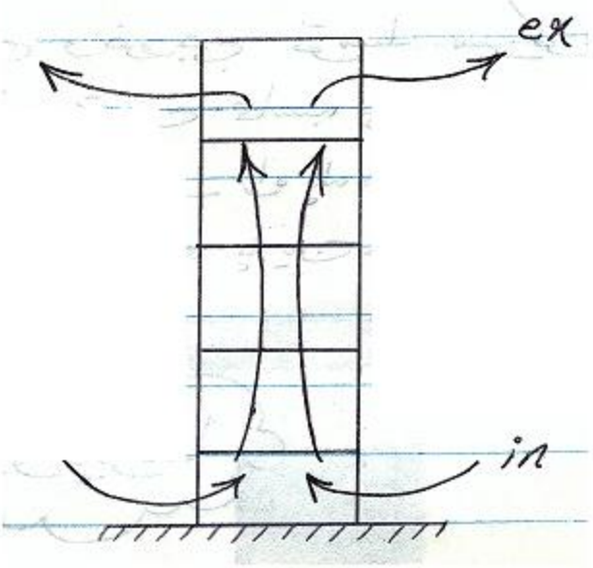
---

* مطالب تا فصل ۶ گفته شده. فصل ۸ هم گفته شده.

تهویه هوا: علاوه بر درجه حرارت کیفیت بهداشتی هوا هم اهمیت دارد.

infiltration : نفوذ هوا به داخل ساختمان
exfiltration : نفوذ هوای ساختمان به خارج

« در یک ساختمان بلند در زمستان » : به علت جابجائی طبیعی هوا در ساختمان ex داریم و در طبقات پایین خلاء ایجاد شده و in رخ می‌دهد.



* در تابستان سیرکولاسیون عکس صورت می گیرد. لذا در ساختمانهای بلند باید این پدیده جابجائی طبیعی در محاسبه بار گرمائی وسرمائی مدنظر قرار گیرد.

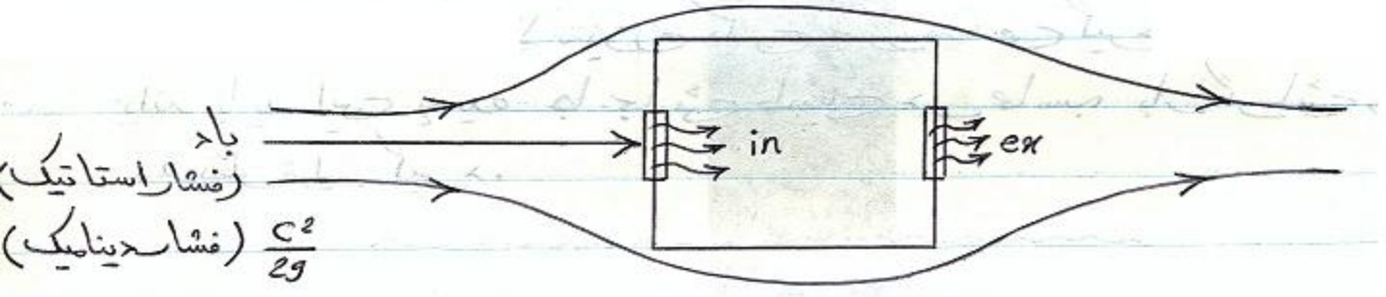
* در صفحه ۱۴۸ : جدول (۴۵) استاندارد تهویه هوا به ازای هر نفر برحسب (cfm) را بدست می دهد. البته این در صورتی است که فضای مشخص شده قبلاً توسط مهندس معمار برای تعداد افراد ساکن طراحی مناسب شده باشد.

* اگر فرضاً دمای خارج 38° باشد و بخواهیم درجه داخل را 21° ثابت نگه داریم باید بار لازم برای سرمایش هوای تازه ورودی را هم به عنوان یک بار سرمائی محاسبه کنیم ؛ همینطور برای بارگرمائی در زمستان :

$$Q = 1.08 \times cfm \times (t_o - t_i) \quad \frac{BTU}{hr}$$

* میزان cfm ورودی و خروجی توسط سیرکولاسیون آزاد در ساختمانهای بلند توسط فرمولهای تجربی محاسبه می شود. این پدیده کاملاً دارای اهمیت است و در تابستان در راه پله‌های یک ساختمان بلند می توان وزش باد خنک را از بالا به پایین حس کرد. ص۱۳۴

نفوذ هوا از در و پنجره‌ها



* هواده در پنجره‌های رو به باد infiltration و در پنجره‌های پشت به باد exfiltration داریم. محاسبه میزان نفوذ هوا به داخل یا خارج توسط درز در و پنجره‌ها براساس واکنش خفقان صورت می گیرد و هر قدر اختلاف فشار بیشتر باشد بیشتر عبور می کند. در محاسبه میزان هوای نفوذی ΔP و سطح درز مهم است لذا باید درها و پنجره‌ها استاندارد باشد.

* جدول (۴۱) یک سری پنجره‌های استاندارد تعریف کرده سپس در جدول اندازه‌های آنها را داده. W-strip یعنی محل درز عاج دار است و مانع نفوذ هوا می شود و No W-strip یعنی محل درز ساده است. سرعت و جهت باد هم مهم است و در صورت متفاوت -

بودن باید اعداد بدست آمده در ضریب تصحیح ضرب شوند. در این جدول اعداد بدست آمده بر حسب واحد مساحت است و باید در مساحت پنجره ضرب شود.

* روش دوم این است که مجموعه درزها را بطور طولی اندازه بگیرند و از جدول (۴۴) استفاده می کنیم.

فصل ۷ : میزان تولید گرمای افراد و تجهیزات داخل ساختمان را مطرح می کند. (مطالعه شود)

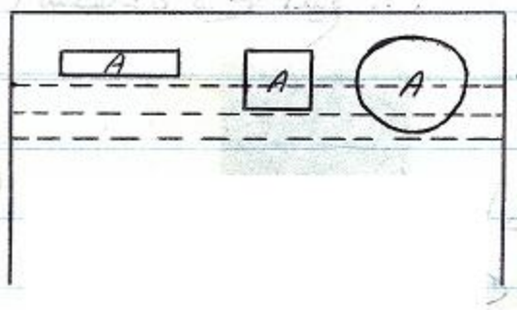
لوله کشی «کانال کشی»

* لوله را یا با قطر نامی نشان می دهند که براساس فرمول $r = R/A$ محاسبه شده و یا با عدد اسکجول (Sch) نشان می دهند که نشاندهنده ضخامت لوله است و براساس فرمول $t = \frac{PD}{2S}$ بدست آمده.

* در تهویه مطبوع چون فشار پایین و نزدیک فشار جوی می باشد ضخامتها کم است و لذا بجای لوله از کانال استفاده می کنیم.

* سعی ما این است که حداقل محیط ترشده را داشته باشیم تا اصطکاک حداقل شود. دایره حداقل محیط ترشده را دارد و

بعد از آن مربع . امّا کانال دایره مشکلی که دارد این است که اگر به ازای Q و V خاص یک A بدست آورد مربع باید کانالی با قطر ثابت استفاده شود امّا اگر مستطیل شکل باشد می توان طول و عرض را براساس محدودیتهای فضای ساختمان کم و زیاد کرد.



* سعی می کنیم تا حد امکان سطح مقطع مربع در نظر بگیریم . اگر نشد می توان عرض را کاهش داد و طول را افزود که این در مورد طول زیاد محدودیت ارتعاش دارد. (البته در صورت امکان دایره ارجح است)

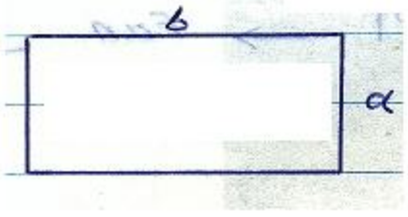
* ضخامت و رتهای کانال را با (Gage) نشان می دهند که هر قدر (Gage) افزایش یابد ضخامت زیادتر می شود.

* انواع کانال کشی را بر حسب سرو صدای ایجاد شده به سه بخش تقسیم می کنیم :

۱ - کانال کشی سرعت پایین
۲ - " " متوسط
۳ - " " بالا

* مثلاً در یک آهنگری آنقدر سر و صدا هست که سر و صدای کانال مهم نیست و می توان سرعت را بالا گرفت تا سطح مقطع کاهش یابد و هزینه کم شود اما برای بیمارستان سرعت کم نیاز است چون بیمارستان یک محیط آرام است و کانالها نباید سر و صدا کنند.

« کانال دکتری : »



« $\frac{b}{a}$ = aspect Ratio »

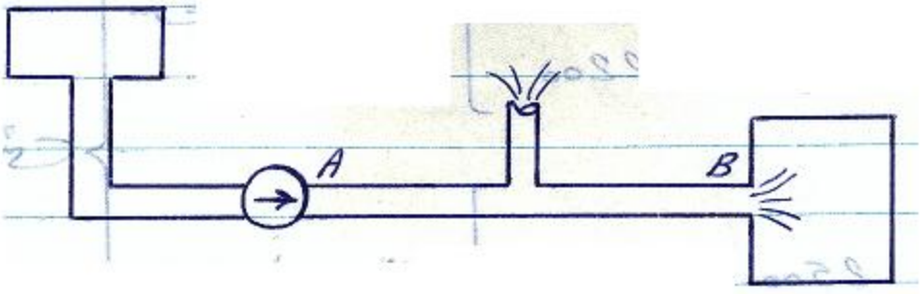
* سیالات : * $\Delta P = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$ افت فشار

$Re = \frac{\rho V D_H}{\mu}$

$\frac{\varepsilon}{d}$

Mody diagram

$\longrightarrow$ (f)



روش ۱- محاسبه طول معادل

روش ۲ - تعریف یک ضریب افت فشار برای هریک از اتصالات.

$$\dot{Q} = V \times A = cte$$

$V \downarrow \rightarrow A \uparrow \rightarrow \Delta P \downarrow \rightarrow$ Fan ضعیفتر

$V \uparrow \rightarrow A \downarrow \rightarrow \Delta P \uparrow \rightarrow$ Fan قویتر

این یک ارزیابی فنی - اقتصادی است.

* در کانال کشی باید محل Max مصرف هوا را یافت و سعی کرد که افت به ۲/۳ انشعاب داد تا طول کانال کشی کم شود.

1 - سرعت:

کانال کشی:

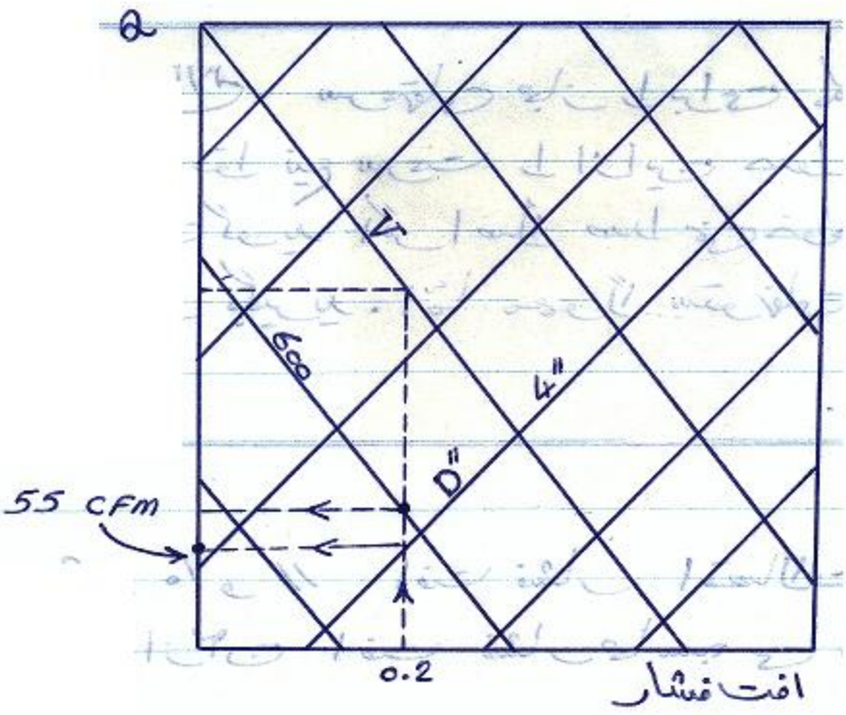
- سرعتهای پایین:
  - 1200 ft/min
  - 2200 ft/min
- سرعتهای بالا: 2200 - 2500 حتی تا 5000

برای منازل معمولاً 1500 - 1800 ft/min

2- فشار : گاهی هوا باید بداخل یک محوطه تحت فشار وارد شود و یا باید با فشار بالا پرتاب شود تا به انتهای یک سالن برسد و در این حالات فشار بالا نیاز است امّا در مورد یک اتاق معولی خیر. براین اساس هم کانالها را تقسیم بندی می کنند.

در جدول (۱) صفحه ۳۰۷ : (کانال مدوّر)

۱- Q از محاسبه بار گرمائی و سرمائی بدست می‌آید.
۲- افت فشار باید محاسبه شود
۳- با داشتن Q و افت فشار مشابه لوله‌ها قطر و سرعت را بدست می‌آوریم. (به ازای سرعت ثابت در هر سایز لوله یک دبی و افت فشار خاص داریم).



تبدیل به کانال چهار گوش:

* برای این که سرعت در کانال چهار گوش با سرعت در کانال مدور برابر باشد باید مساحت ۲ تا برابر باشد:

$$a \times b = \frac{\pi}{4} D^2$$

* جدول (۶) ص۲۰۸ تبدیلات را نشان می دهد. ما از نمودار قطر (D) را می یابیم و سپس در خط مورد نظر از ستون افقی و عمودی a و b را می خوانیم.

مثال - $D = 10.8''$ → $12 \times 8''$ یا $10.7''$

$16'' \times 10''$ → $10.9''$ یا

---

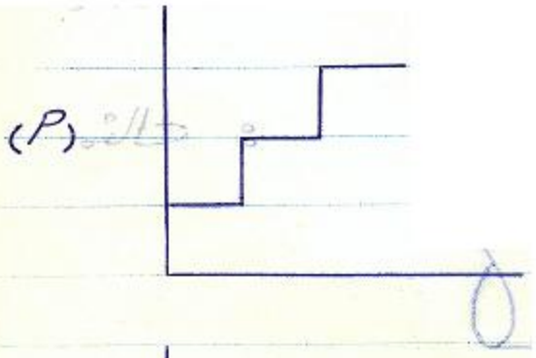
* جدول (۷) ص۲۱۱ سرعتهای مجاز را برای مکانهای مختلف تعیین می کند و ما می توانیم سرعت را از این جدول بدست آوریم. ستون اول می گوید اگر اصلاً صدا نمی خواهید سرعت را این مقدار در نظر بگیرید. امّا معمولاً ستونهای بعدی بیشتر بکار می روند.

---

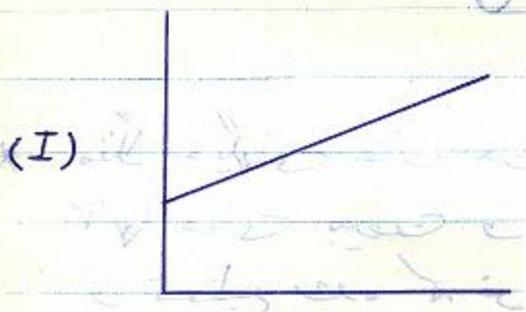
* جداول ۹ و ۱۰ و ۱۱ افت فشار اتصالات را می دهد. ($\frac{L}{D}$ را می دهد که از آن افت فشار محاسبه می شود.)

نیروگاه : (HVAC)

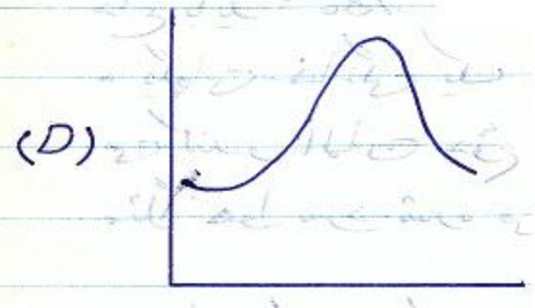
* انواع سیستمهای کنترل
  1- پله‌ای P
  2- انتگرالی I
  3- دیفرانسیلی D



پله‌ای سریع عمل می کند امّا پایداری ندارد.



انتگرالی پایداری دارد امّا سریع عمل نمی کند.



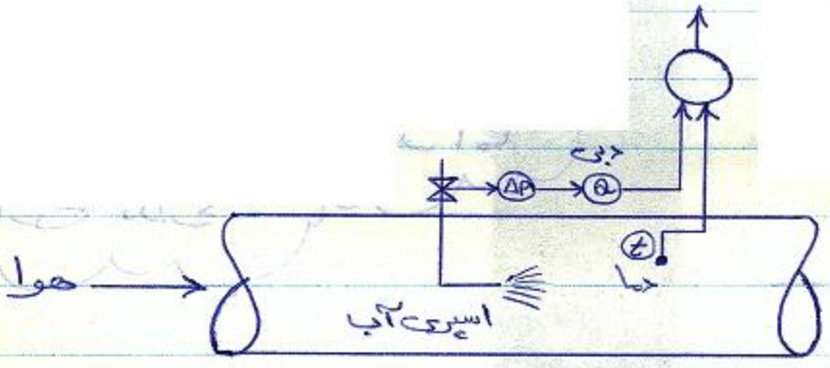
دیفرانسیلی

* معمولاً در نیروگاهها سیستمهای فوق را باهم ترکیب می کنند.

۱- کنترل کننده‌های تک ورودی الکترونیکی
۲- کنترل کننده‌های دوورودی الکترونیکی
۳- کنترل کننده‌های تک ورودی پنوماتیکی
۴- کنترل کننده‌های دوورودی پنوماتیکی

* کنترل کننده دوورودی مثلاً هم دما را می‌خواند و هم دبی شیر آب را که عامل ایجاد دما است می‌خواند و وقتی تغییر دما را خواند تشخیص می‌دهد که دبی را چقدر تغییر دهد تا دما ثابت بماند.

مثال:

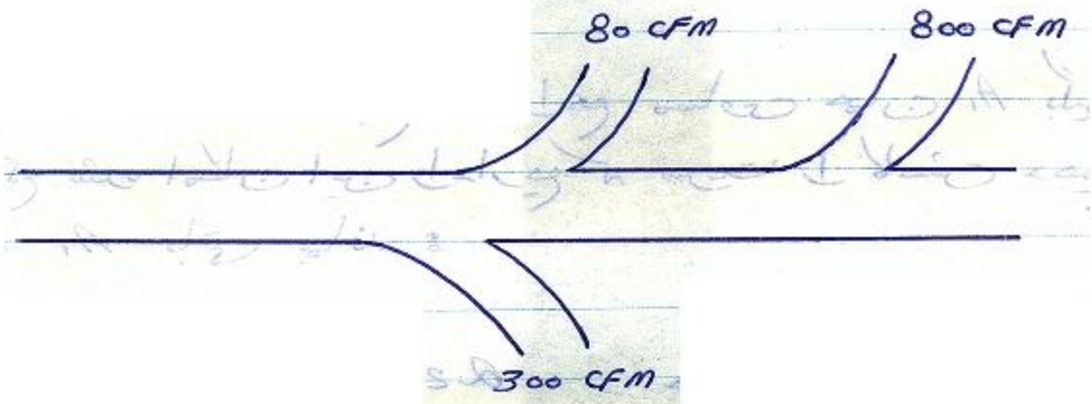


* مثلاً دیگهای بخار دو المانه (دوورودی) هستند که یک ترموستات آنها دمای بیرون و دیگری دمای آب (بخار) داغ را می‌خواند و تنظیم شده که فرضاً به ازای ۵۰° دمای خارج، دمای آب داغ باید ۱۸۰° باشد و دیگ به این صورت عمل می‌کند. امّا دیگهای خانگی یک المانه است و تنها دمای آب داغ را کنترل می‌کند و المان دوّم آن خود ما هستیم که وقتی احساس می‌کنیم مثلاً هوا سرد شده می‌رویم و درجه دیگ را بالا می‌بریم.

* راه یک کنترل کننده حفاظتی است و تنها یک ورودی کنترلی از ترموستات دارد امّا کار خود را حفاظت است.

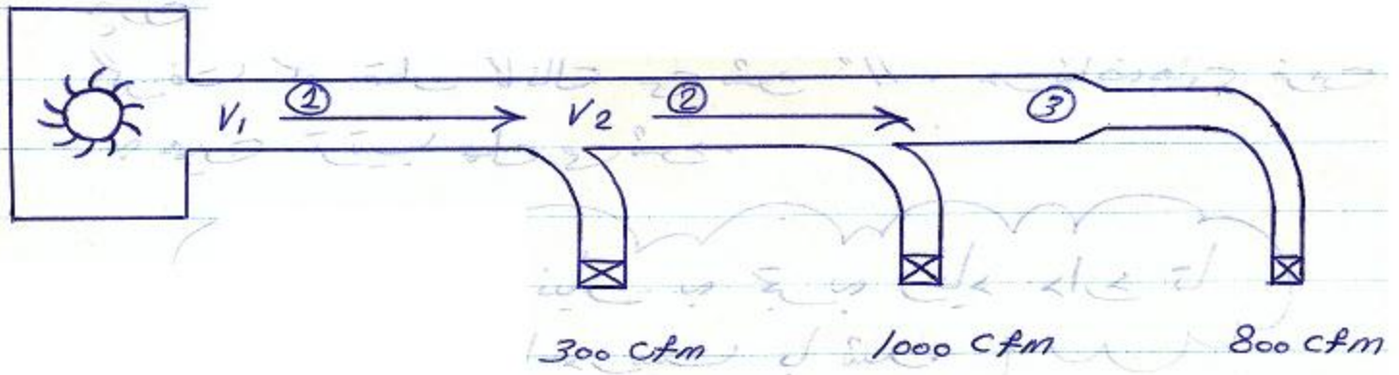
محاسبه افت فشار

* با انتخاب درست افت فشار در هر مسیر می توان هوا را در هر مقطعی به اندازه مورد نیاز تقسیم کرد .



* در این مورد سه روش وجود دارد :

۱- روش (Reducing Velocity) :



هرچقدر به طرف جلو حرکت می کنیم چون Q کاهش می یابد می توان سرعت را کاهش داد. امّا در مرحله اوّل نمی توان سرعت را پایین گرفت چون سطح مقطع بسیار بزرگ می شود

$$\begin{cases} Q_1 = V_1 A_1 \\ Q_2 = V_2 A_2 \\ Q_2 < Q_1 \end{cases}$$

* اگر از لحاظ فنی نخواهیم A_2 را هم مساوی همان A_1 بگیریم چون دبی کم شده امکان این را داریم که سرعت را کاهش دهیم تا A_2 همان A_1 باقی بماند:

$$(V_2 < V_1) \rightarrow Q_2 = V_2 \cdot A_1$$

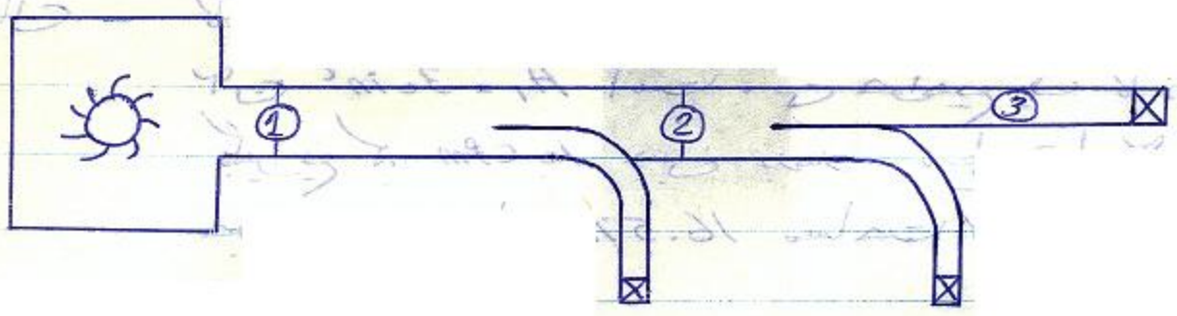
* برای این روش فرضاً در نقطه ① سرعت 2000 را در نظر می گیریم و $Q_1 = 2100\,cfm$. از نمودار (7) صفحه ۳۰۷ قطر کانال مدور برای مقطع ① می شود 14". به همین ترتیب سرعت را در مقطع ② (1800 FPS) در نظر می گیریم با توجه به $Q_2 = 1800$ در مقطع ③ قطری می شود 12". چون دبی 800 cfm است حتی می توان سرعت را 1200 گرفت که قطر کانال می شود 11". در شاخه های فرعی هم به همین ترتیب عمل می شود.

این روش نیاز به تجربه زیاد دارد تا تخمین سرعتها درست باشد.

* در این روش باید دریچه های قابل تنظیم نصب شود تا بتوان سیستم را بالانس کرد (یعنی به هر نقطه آن دبی که مورد نیاز است برسانیم).

2- روش افت فشار equal friction method

در این روش از ابتدا تا انتهای کانال یک افت فشار ثابت در نظر می گیریم. معمولا حداکثر مقدار افت فشار را (0.3) در نظر می گیریم.

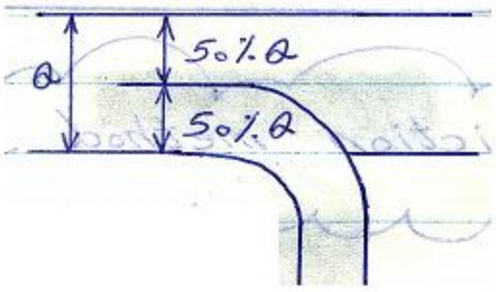


① $Q = 3000$ cfm
$\Delta P = 0.3$
$D = 17$ in

② $Q = 2500$
$\Delta P = 0.3$
$D = 15$ in

③ $Q = 1500$ cfm
$\Delta P = 0.3$
$D = 13$ in

امّا در این روش خطا دارد چون در محلهای اتصال کانالهای فرعی
مثل اتصالات سیستم لوله کشی افت فشار متراکم دارد :



* لذا سطح مقطع باید طوری انتخاب شود که بیش از 50%Q را در
کانال فرعی وارد کند. جدول (13) این کار را انجام می دهد.

مثال - کانال ما (اصلی) 100 cfm دبی دارد و سطح مقطع
آن $A_1 = 30 in^2$ است. می خواهیم یک کانال فرعی
بگیریم که 10 cfm دبی بدهد. سطح مقطع آن طبق
جدول (13) باید 16.5% مساحت کانال اصلی باشد :

$$A_2 = A_1 \times 16.5\% = 30 \times \frac{16.5}{100}$$

* اگر کانال اصلی ما غیر از 100 cfm دبی داشته باشد از روش
فوق استفاده کرده و سپس تناسب می بندیم.

---

* معمولاً افت فشار بین 0.2 تا 0.8 است. 0.2 برای
بیمارستانها و 0.8 برای کارگاهها است.

* برای محاسبه دیگ ابتدا باید بار گرمائی Q محاسبه شود. معمولاً - دمای آب خروجی از دیگ را ۹۵°C و دمای آب برگشت را ۷۰°C می گیرند. به منظور رفع پرت حرارتی باید مقداری به بار گرمائی اضافه کرد:

$$Q_T = Q + (0.1 - 0.15)Q$$

* به این صورت می توان دبی آب و نوع دیگ را از کاتالوگهای مربوطه بدست آورد.

حجم منبع انبساط: با داشتن سایز لوله ها و دیگ، حجم آب موجود در سیستم مشخص است. ضریب انبساط حجمی آب هم مشخص است. در هنگام راه اندازی دیگ هم که سیستم را با آب شهر پر می کنند دمای آب شهر معین است. پس این آب باید تا ۹۵°C گرم شود. پس با توجه به میزان افزایش دما و با استفاده از جداول فوق می توان مقدار افزایش حجم را یافت. حجم منبع انبساط باید طوری انتخاب شود که بتواند این افزایش حجم را در خود جا دهد.

محاسبه افت فشار برای پمپ

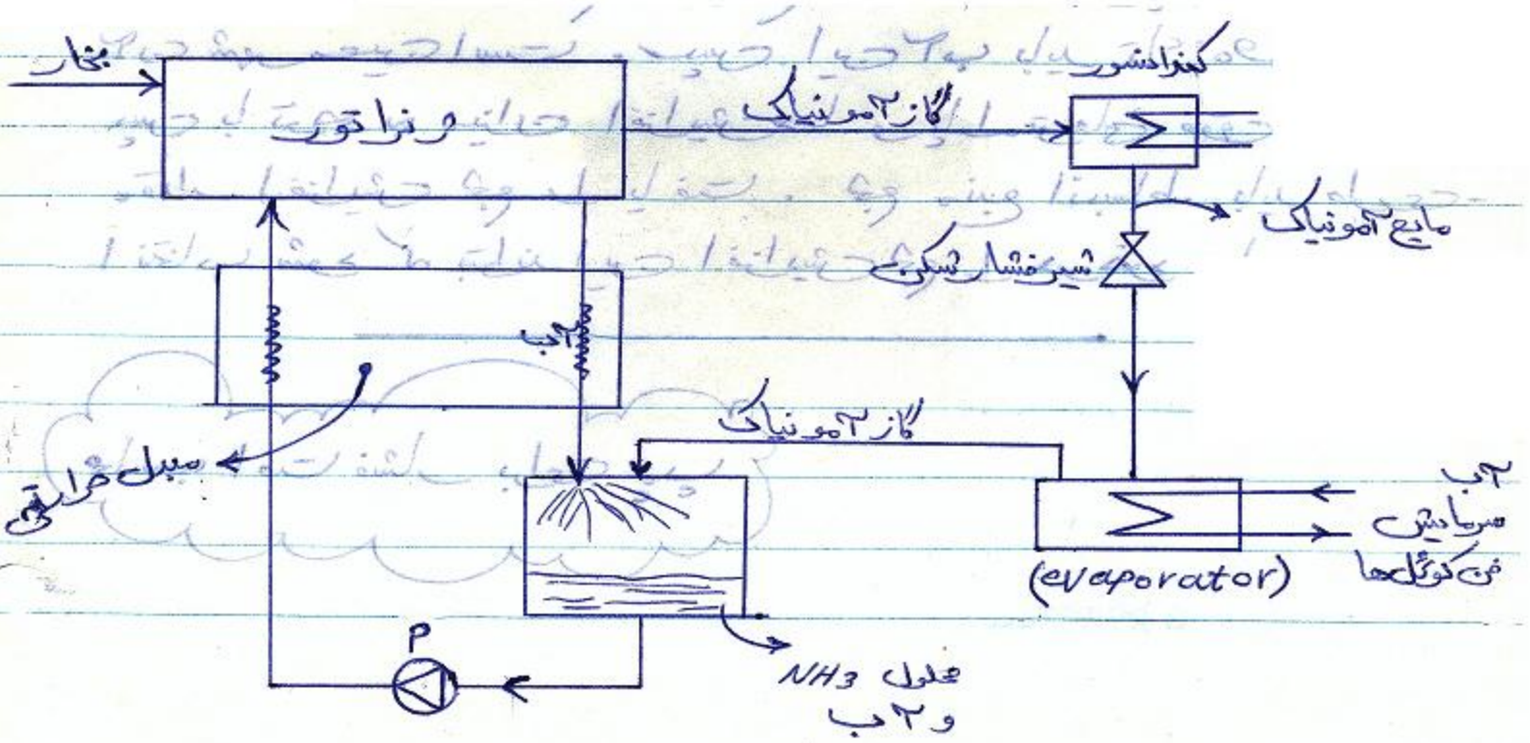
با داشتن بار گرمائی و اختلاف دمای ورود و خروج رادیاتور راهم داریم و $Q = mc\Delta T$ ولذا جم آب برای هر رادیاتور بدست می آید و در نهایت جم آب عبوری برای کل ساختمان و دبی پمپ بدست می آید.

در محاسبه افت فشار معمول است که می گویند «افت فشار در اتصالات ۵۰٪ طول مستقیم لوله کشی است».

$$\text{رفت} + \text{برگشت} = \text{کل} \quad \text{رفت} (0.5L) + \text{برگشت} (0.5L) + \text{رفت} L + \text{برگشت} L$$

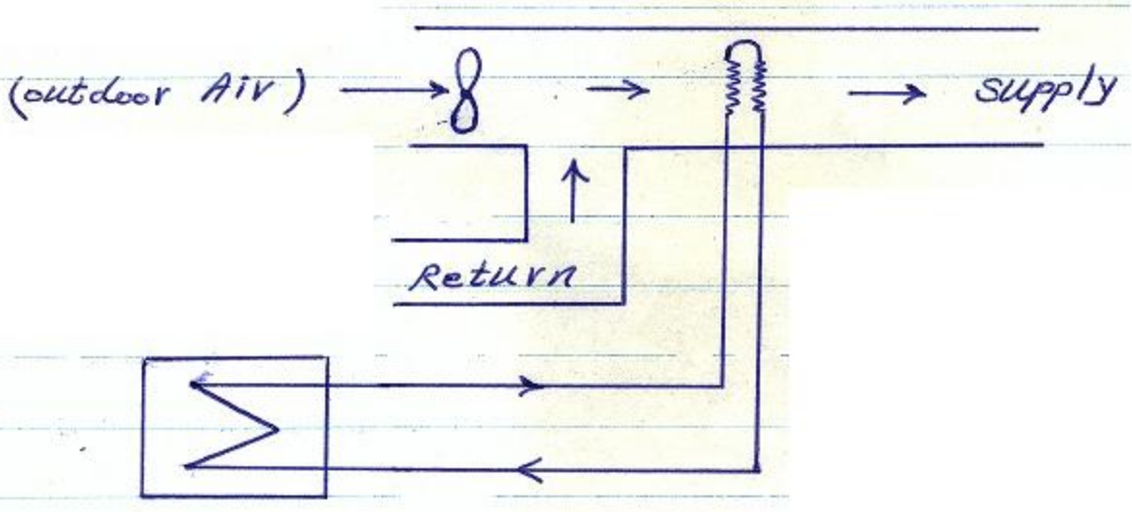
چیلر

هر $12000 \frac{Btu}{hr}$ را یک تن سرمائی گویند. هرچقدر بار سرمائی بالا برود تا حدود ۱۴۰ تن می توان از کمپرسور پیستونی استفاده کرد اما بیش از آن باید از کمپرسورهای سانتریفوژ استفاده کرد.



* شکل فوق یک چیلر (Absorption) آمونیاکی را نشان می دهد
اساس کار این چیلرها این است که باید دو مایع داشته باشیم
که اولاً یکی در دیگری حل شود و ثانیاً نقطه جوش آنها با هم
فاصله زیادی داشته باشد. در جذب کننده آب پاشیده و گاز
آمونیاک را در خود حل می کند سپس محلول حاصل از مبدل حرارتی
می گذرد تا گرمای آب برگشتی از ژنراتور را بگیرد تا آن هم خنک
شده و قابلیت جذب آن بالا رود و خود به ژنراتور می رود و توسط
بخار آب حرارت می بیند. آمونیاک تبخیر می شود و به کندانسور
رفته و خنک شده و از شیر فشارشکن می گذرد و وارد تبخیر کننده
شده و ایجاد سرما می کند. دسته دیگری از چیلرها با (لیتیوم
بروماید) کار می کنند.

می توان آب خنک شده در (evaporator) را مستقیماً به فن کوئل ها
برد و یا می توان به دستگاه هواساز برد:



(سیستم کار پکیج ها هم همینطور است)

خدمات فنی قابل ارائه از طرف شرکت مهندسی پتروپالامحور :

- طراحی سیستم های لوله کشی (Piping)
- طراحی سیستم های مکانیکی ثابت (Fixed Equipment)
- طراحی سیستم های مکانیکی دوار (Rotary Equipment)
- طراحی سیستم های تاسیسات مکانیکی و تهویه مطبوع (Plumbing & HVAC)
- طراحی تاسیسات مکانیکی زیربنائی
- طراحی سیویل و سازه در پروژه های عمرانی و صنعتی

شرکت مهندسی پتروپالامحور

کیفیت تعهد ماست