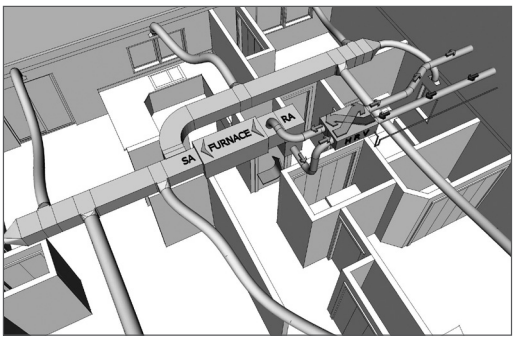
سامانه‌های توزیع هوا

(قسمت اول)

تحقیق و تألیف: وحید وکیل‌الرعایا



۱- مقدمه

چگونگی توزیع هوا و شرایط حاکم بر آن از ارکان طراحی یک سامانه تهویه کارآمد و مدرن می‌باشد، زیرا اثر مستقیم بر برآوردن شرایط راحتی انسان برجای می‌گذارد. از طرفی، با روش‌های به روز و علمی تهویه می‌توان عملیات را با حداکثر بازده و با کمترین میزان انرژی به انجام رسانید.

۲- سامانه تهویه طبیعی

سامانه تهویه طبیعی به روشی گفته می‌شود که در آن انتشار هوا بستگی به سرعت باد و اختلاف چگالی هوای داخل و خارج اتاق داشته باشد.

اختلاف چگالی ρ باعث جریان هوا می‌گردد، سرعت هوا در این حالت به‌وسیله رابطه زیر بیان می‌گردد.

(۱)

$$V = \sqrt{g.h\frac{+T_i - T_o}{T_i}}$$

در رابطه بالا:

سرعت برحسب متر بر ثانیه $V:(m/s)$

شتاب جاذبه $g:(9.81m/sec^2)$

ارتفاع کانال (دودکش) برحسب متر $h:(m)$

دمای مطلق هوای داخل برحسب $^{\circ}K$: T_i

دمای مطلق هوای خارج برحسب $^{\circ}K$: T_o

توجه: رابطه اخیر در حالتی صادق است که از اثر وزش باد صرف‌نظر شده باشد.

۳- سامانه تهویه مکانیکی

برای اینکه عمل تهویه، قابل کنترل باشد باید از هواکش استفاده نمود. این نوع تهویه در بیشتر ساختمان‌های صنعتی، مخصوصاً وقتی که تعداد ساکنین زیاد باشند و یا جاهایی که گرما و رطوبت باید گرفته شود، به‌کار برده می‌شود. در تهویه طبیعی هنگامی رضایت‌بخش است که شرایط خارج مناسب باشد. در هوای گرم و ساکن، عمل تهویه طبیعی هیچگونه کنترل مؤثری برای جلوگیری از ورود گرد و خاک و هوای کثیف نمی‌تواند به عمل آورد.

سامانه تهویه مکانیکی شامل سه روش متفاوت زیر می‌باشد:

۱- سامانه استخراجی

۲- تغذیه یا سامانه فشاری

۳- ترکیب دو سامانه استخراجی و تغذیه

۳-۱- سامانه استخراجی

سامانه فوق به خاطر سادگی و مقرون‌به‌صرفه بودن، از متداول‌ترین سامانه‌های تهویه می‌باشد. هوای داخل به بیرون کشیده شده و در نتیجه هوای تازه وارد فضا می‌گردد. این کار توسط وسایل ساده‌ای نظیر هواکش که در دیوار تعبیه می‌شود و یا به وسیله سامانه کانال‌کشی صورت می‌گیرد. وقتی که دمنده به کار می‌افتد، یک لایه هوای فشار کم در نزدیک آن به وجود می‌آید. اختلاف فشار لایه مجاور پروانه و لایه‌های دورتر، باعث جریان هوا از لایه‌های دورتر به لایه مجاور می‌گردد. و این به نوبه خود باعث کاهش فشار در لایه‌های دورتر می‌گردد (شکل ۱). در نتیجه هوای اتاق خارج شده و هوای تازه از میان روزنه‌ها و درزهای اتاق، جایگزین هوای خروجی می‌گردد.

البته مقدار تهویه بستگی به محل ورود هوای تازه و اینکه چه مقدار آن در اتاق جریان می‌یابد، دارد. این موضوع در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. اگر کلیه دیوارها به جز روزنه ورود هوای تازه، در مقابل ورود هوا، درزبندی شده باشند، تمام هوای ورودی فقط از همان روزنه وارد شده و از آنجا به طرف پنکه جریان می‌یابد (شکل ۲).

اما فرض کنید به جز روزنه A، مجرای دیگری در نقطه B، نزدیک دمنده، وجود داشته باشد (شکل ۳). در این صورت هوا از نقطه B و همین‌طور از دریچه A وارد شده و مستقیماً به طرف دمنده جریان می‌یابد. در نتیجه مسیر جریان هوا، کوتاه شده و این

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۲ - مهر ۹۲
www.hvacmag.ir

باعث کاهش تأثیر تهویه می‌گردد و نهایتاً مقدار هوایی که از طریق دمنـــده از اتاق خارج می‌گردد، کل فضـــا را تهویه نمی‌نماید. وقتی که یک دریچه در نزدیک دمنده، وجود داشـــته باشد، قسمت‌های دورتر اتاق، تهویه نخواهند شـــد. پس مشاهده می‌شود که سامانه اســـتخراجی بســـتگی زیادی به موقعیت دریچه‌هـــای ورودی هوا نسبت به هواکش دارد.

از ایـــن ســـامانه می‌تـــوان در اتاق‌های مجزا و یا گوشـــه‌های ســـاختمان‌های بزرگ کـــه هوا در آنجـــا راکد می‌باشـــد و یا در کارگاه‌های صنعتی برای خارج کردن هوا گرم، گرد و خاک و دود، استفاده کرد.

۳-۲- تغذیه یا سامانه فشاری

در سامانه تغذیه، درست عمل عکس حالت استخراجی صورت می‌گیرد. به این معنی که هوای تازه توسط دمنده با فشار به داخل فضای مورد نظر جریان یافته و هوای اتاق از طریق مجاری مختلف، خارج می‌شود.

محاسن این روش عبارتند از:

الف- هوای تازه مســـتقیماً توسط هواکش وارد اتاق می‌شود و در نتیجه سرعت، حجم و توزیع آن به آسانی قابل کنترل می‌باشد.

ب- هوای ورودی را می‌توان تمیز کرده، شســـت و یا براساس نیاز گرم یا سرد کرد.

ج- عمل مهم به گردش درآوردن هوای اتاق به هنگام زمستان را می‌توان به آسانی انجام داد.

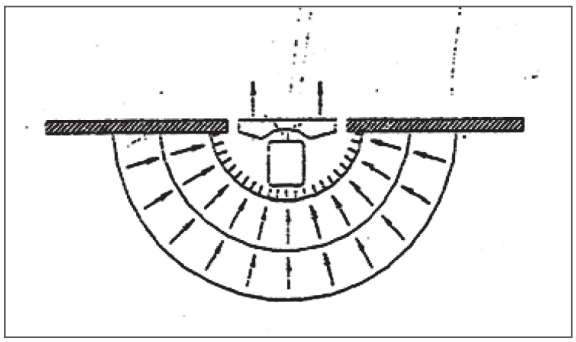
د- فشـــار هوا در داخل اتاق قدری از فشار بیرون، بیشتر شده و در نتیجـــه از ورود هوای کنترل نشـــده خـــارج جلوگیری خارج می‌شود.

برای اینکه هوای تازه به خوبی در تمام اتاق توزیع شـــود، لازم اســـت که محل‌های خروجی هوا به طور یکنواخت در دیوار تعبیه گردند. محل خروج هـــوا، در صورت امکان، نباید در معرض وزش مستقیم هوا قرار گیرد. مقدار هوایی که از اتاق خارج می‌شود باید به انـــدازه ۱۰ تا ۲۵ درصد هوای تازه ورودی باشـــد و بقیه هوا از طریق پنجره و شکاف درب‌ها و دیگر روزنه‌ها، از اتاق خارج گردد. در بیشتر موارد هوا از طریق کانال وارد اتاق می‌گردد.

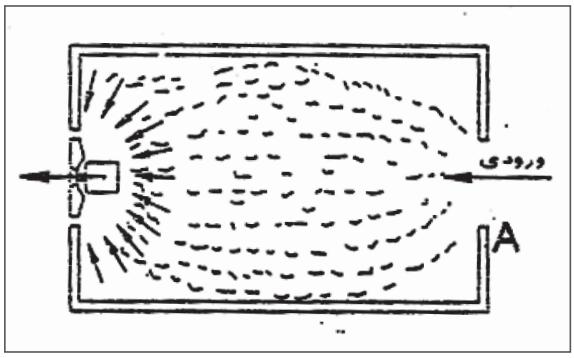
۳-۳- ترکیب سامانه استخراجی و سامانه تغذیه (فشاری)

بیشـــترین کنترل در عمل تهویه، زمانی امکان‌پذیر اســـت که ترکیب دو ســـامانه فوق، به کار برده شـــود. در این سامانه، توزیع هوای تازه، کاملاً به طور یکنواخت صورت می‌گیرد.

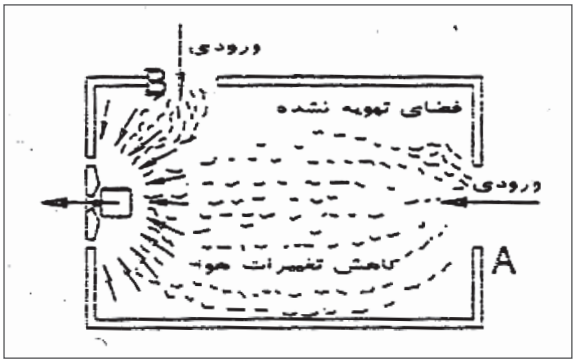
هوای تازه را می‌توان در هر جا که مورد نیاز باشـــد، وارد محل کرد و توزیع آن در تمـــام محل به طور یکنواخت بین دریچه‌های



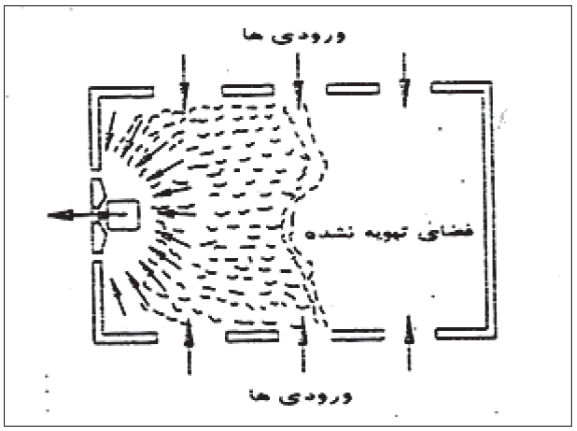
شکل ۱: سامانه استخراجی



شکل ۲: تأثیر محل ورود هوای تازه بر تهویه

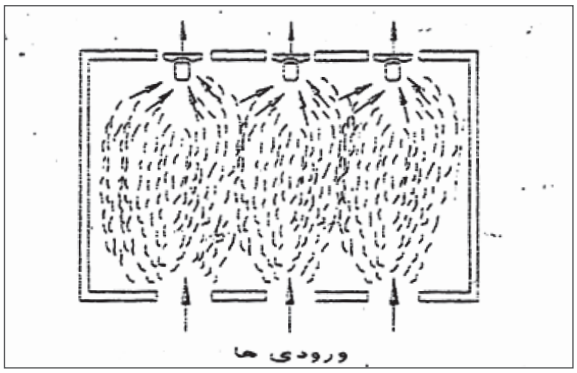


شکل ۳: تأثیر محل ورود هوای تازه بر تهویه

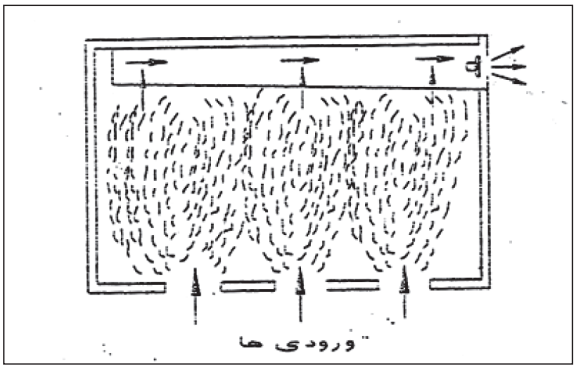


شکل ۴: تهویه نامطلوب

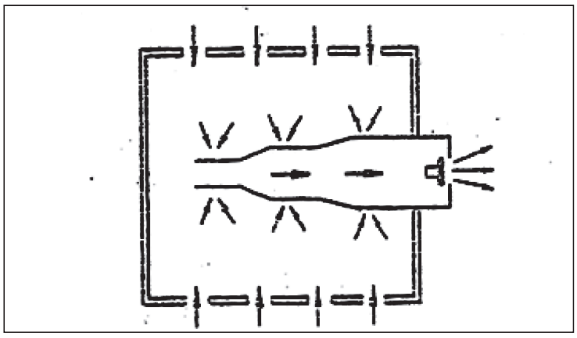
تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هـر آنچـه از صنعـت تهـویه و تاسیسـات می خواهیـد یکجـا بیابیـد!
www.iranjahesh.com ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



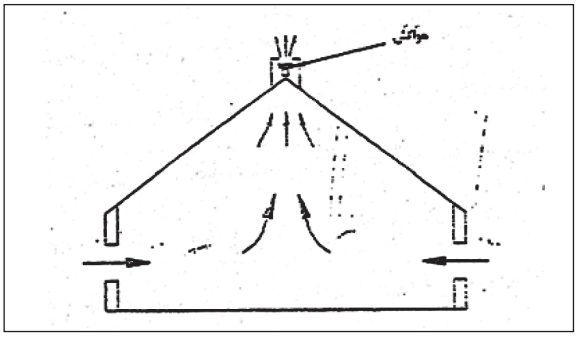
شکل ۵: تهویه مطلوب



شکل ۶: کانال‌کشی در امتداد دیوار برای تهویه مناسب



شکل ۷: کانال‌کشی در وسط فضای مورد تهویه برای تهویه مناسب



شکل ۸: نصب هواکش روی سقف

تغذیه و تخلیه صورت می‌گیرد. این سامانه در اشکال مختلف، از سامانه ساده پنکه گرفته تا سامانه تهویه مطبوع کامل، به کار برده می‌شود. برخی از این اشکال بعداً مورد بحث قرار خواهند گرفت.

دمنده‌های تغذیه باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که حدوداً

۴-خروجی‌های هوا

در یک سامانه تهویه مناسب، نقاط تخلیه و ورودی باید به‌گونه‌ای ترتیب یابند که هوای تازه در تمام نقاط اتاق، جریان یابد. در شکل‌های ۴ و ۵ دو نمونه نامطلوب و مطلوب تهویه را ملاحظه می‌نمایید. در شکل ۴ دمنده در یک طرف و دریچه‌های ورودی در دو طرف دیوار تعبیه شده‌اند؛ در نتیجه بخشی از اتاق مورد تهویه قرار نمی‌گیرد.

در شکل ۵ دمنده‌ها در یکطرف و مجاری ورودی در طرف مقابل قرار گرفته و در نتیجه توزیع یکنواخت هوای تازه در تمام نقاط اتاق صورت گرفته و تهویه به خوبی انجام می‌گیرد. اما اگر بنابر شرایط فقط در یک طرف دیوار اتاق بتوان هواکش تعبیه نمود (شکل ۶)، برای تهویه مناسب، می‌توان در امتداد دیوار کانال‌کشی کرد.

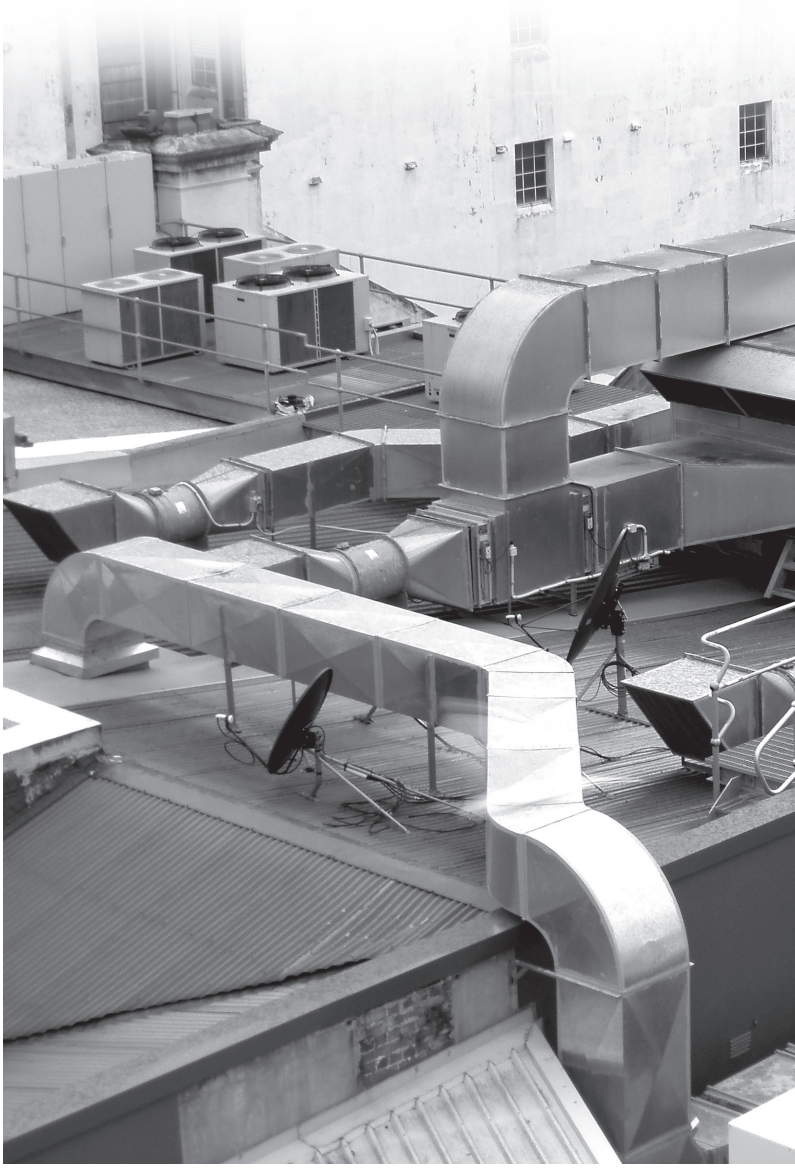
www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com تکبان TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

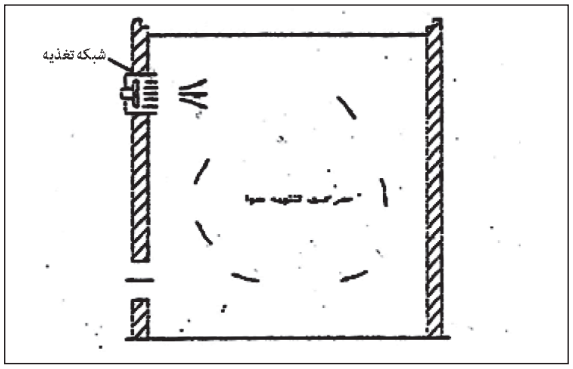
اگر فاصله دیوارهای کناری (پهنای اتاق) زیادتر باشد، معمولاً بهتر اســت که هوا از وسط اتاق استخراج گردد. در نتیجه مسافتی کــه هوا طی می‌نماید، کاهش یافته و توزیع یکنواخت هوا در تمام نقاط اتاق انجام می‌گیرد. این عمل به وســیله کانال‌کشی در وسط اتاق صورت می‌گیرد (شکل ۷).

اما در ســاختمان‌های یک طبقه، سامانه ساده‌تر، نصب هواکش بر روی ســقف ساختمان می‌باشد (شکل ۸) در چنین سامانه‌هایی، هزینه نصب و نگهداری به مراتب کمتر از ســامانه است که احتیاج به کانال‌کشــی طولانی دارد. در این سامانه جریان طبیعی هوا، به عمل تهویه کمک می‌نماید.

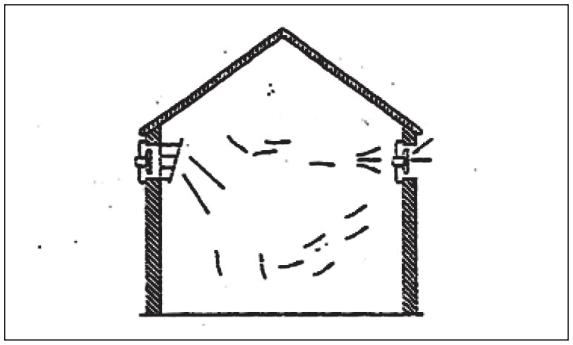
۵- ورودی‌های هوا

باید گفت که موفقیت یک ســامانه استخراجی بستگی زیادی به محل‌های ورودی هوا، دارد. فاصله بین ورودی‌ها باید به اندازه‌ای

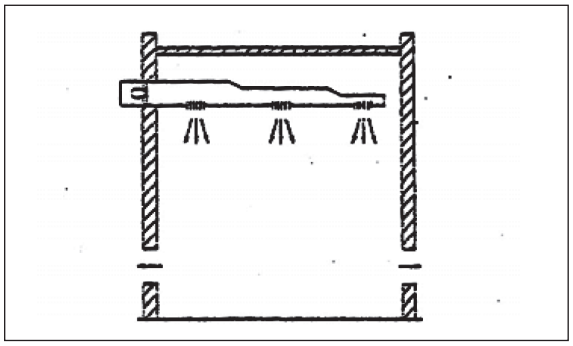




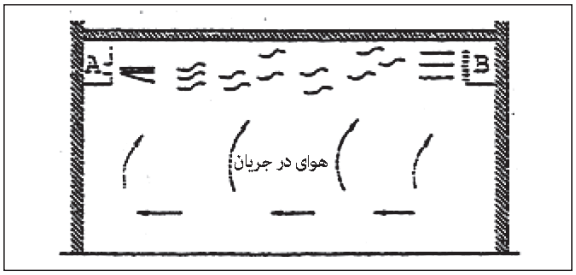
شکل ۹: سامانه ساده تغذیه از اتمسفر



شکل ۱۰: ترکیب سامانه تغذیه و استخراج به وسیله هواکش



شکل ۱۱: دمش عمودی از کانال‌های افقی توسط هواکش



شکل ۱۲: تخلیه هوا با سرعت زیاد توسط نازل

۲۵ درصد بیشــتر از پنکه‌های استخراجی، هوا را به داخل هدایت نمایند. این کار باعث می‌شــود که فشار هوای داخل ساختمان از فشار هوای خارج، بیشتر شده و در نتیجه ورود گرد و خاک و هوای آلوده به داخل، امکان‌پذیر نخواهد بود.

تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هـر آنچـه از صنعـت تهـویه و تاسیســات می خواهیـد یکجـا بیابیـد!
ایران جهش Iran Jahesh www.iranjahesh.com
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند

باشـــد که هوای ورودی در تمام نقاط اتاق به طور یکنواخت توزیع گـــردد. محل‌های ورودی نباید در ارتفـــاع بالایی از کف اتاق واقع شوند، زیرا در فصل تابستان هوای ورودی از بالای سر افراد جریان می‌یابد. از طـــرف دیگر آنها نباید خیلی پایین و یا نزدیک به افراد قـــرار گیرند. زیرا هوایی که از طریق این‌گونـــه دریچه‌ها وارد اتاق می‌شود، موجب آزار و اذیت ساکنین مجاور آنها، می‌شود.

هـــوای تغذیه معمـــولاً از طریق کانـــال، توزیع می‌گردد. البته در ساختمان‌های صنعتی ســـامانه ساده تغذیه با دمنده که هوا را مســـتقیماً از اتمســـفر به داخل هدایـــت می‌نماید، مرسوم است (شکل ۹).

در شکل‌های ۱۰ تا ۲۲ چند نمونه از سامانه‌های تغذیه آورده شده است.

۶- مزایا و معایب

همان‌طورکـــه در ابتدای این فصل بیان گردید، تهویه می‌تواند به صـــورت طبیعی و مکانیکی انجام پذیـــرد و طبیعتاً هر کدام از این روش‌ها دارای معایب و مزایایی می‌باشـــد که به شرح زیر ارائه می‌گردد.

۶-۱- تهویه طبیعی

A: مزایا:

A-۱) حذف هزینه‌های راهبری مانند مصرف انرژی.

A-۲) فاقد صدا و ارتعاش.

B: معایب:

B-1) عدم امکان کنترل مناسب دما و رطوبت.

B-2) در کلیه شرایط قابل استفاده نمی‌باشد.

B-3) عدم حذف نقاط کور.

B-4) عدم امکان بازیافت انرژی.

۶-۲- تهویه استخراجی با وسایل مکانیکی

A: مزایا:

A-1) امکانات کنترل میزان تهویه وجود دارد.

A-2) امکان حذف نقاط کور تهویه وجود دارد.

A-3) امـــکان جذب گرما از هـــوای خروجی وجود دارد (برای صرفه‌جویی انرژی)

B: معایب:

B-1) هزینه‌های راه‌اندازی بالاتر از سامانه طبیعی است.

B-2) هزینه‌های راهبردی مانند هزینه برق موجود است.

B-3) صدای سامانه ممکن است آزاررسان باشد.

B-4) تعمیر و نگهداری دوره‌ای و منظم مورد نیاز است.

B-5) امکانـــات ورود گرد و غبار بـــه محل مورد تهویه افزایش می‌یابد.

۶-۳- تهویه فشاری با وسایل مکانیکی

A: مزایا:

A-1) هـــوای ورودی را می‌تـــوان تمیـــز و مطبوع نمود (تهویه مطبوع).

A-2) کنترل هوا میسر است.

A-3) امکان رطوبت‌زدایی از مکان میسر است.

B: معایب:

B-1) حمام و آشـــپزخانه نیازمند هواکش و خروجی جداگانه برای کنترل رطوبت می‌باشد.

B-2) امکان به تله افتادن هوا در مکان‌های بســـته وجود دارد (بنابراین تهویه انجام نمی‌پذیرد).

B-3) جذب انرژی (سرما و گرما) مقدور نمی‌باشد.

۷- طراحی کانال هوا

۷-۱- مقدمه

در تهویه مطبوع چهار شـــرط برای راحتی انسان موجود است

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN تکبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۲ – مهر ۹۲
www.hvacmag.ir

که عبارتند از:

A) دما

B) رطوبت

C) تشعشع

D) حرکت یا وزش باد

از آنجا که هدف نوشـــتار حاضر فقط مربوط به تهویه خواهد شـــد لذا از پرداخت به مســـائل دما، رطوبت و تشعشع خودداری می‌گـــردد و فقط به حرکت هوا و مســـائل مربوطه به آن پرداخته می‌شـــود. همان‌طورکه واضح است اصول تهویه فقط به روش‌ها و ابزارهـــای لازم جهـــت جابه‌جایی هـــوا و ذرات مطلق در آن می‌پـــردازد لذا با ارائه یک تصویر کلـــی از تهویه به یکایک آنها می‌پردازیم.

تصـــور نماییـــد بـــرای یـــک کارخانه که فضـــای آن بر اثـــر ایجاد غبـــار ناشـــی از فرآینـــد تولید آلـــوده گردیده می‌خواهیم ســـامانه تهویـــه طراحی نماییم. فوراً ســـؤالات زیر به ذهن می‌رسد:

A') چه میزان هوا مورد نیاز می‌باشد (Q=?)

B') محـــل نصب هواکش‌ها و ابعاد کانال مورد نظر چه میزان خواهد بود (افت فشار).

C') آیا هوا را با هر ســـرعتی می‌توان از محل آلوده انتقال داد (حدود سرعت هوا).

D') جنس کانال‌های انتقال هوا چه نوع خواهد بود و ســـامانه تهویه در چه ارتفاع از سطح دریا و در چه دمایی کار خواهد کرد.

E') هواکش مورد نظر از چه نوعی باشد.

۷-۲- میزان دبی مورد نیاز هوا براساس شرایط محیط مورد تهویه

بـــرای یافتن دبی مـــورد نظر ابتدا با توجه به شـــرایط محیط می‌بایست از جدول ۱ دفعات تعویض هوا را استخراج نمود. سپس بـــا لحاظ کردن حجم فضای مورد نظر می‌توان دبی هوا را از رابطه زیر به دست آورد:

$$Q = V.D_f \qquad (۲)$$

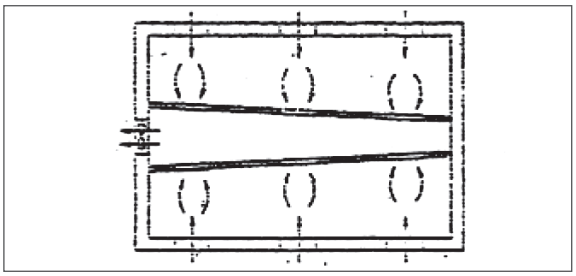
حجم فضای مورد نظر

$$V = L \times W \times H$$

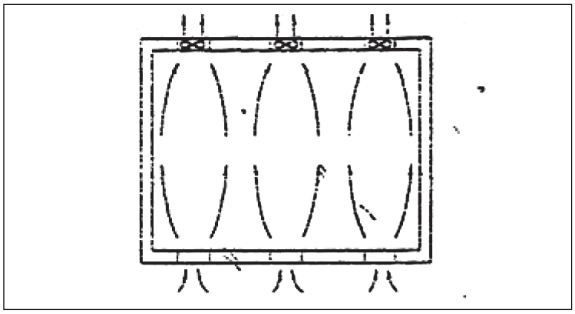
$V =$ ارتفاع × عرض × طول

$D_f =$ ضریب تخلیه از جدول (۵-۱)

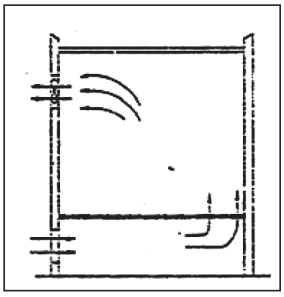
مثـــال ۱: دبی هوایِ مورد نظر برای تهویه یک بانک به ابعاد ۲۰×۱۰×۵ m (H×W×L) را محاسبه نمایید.



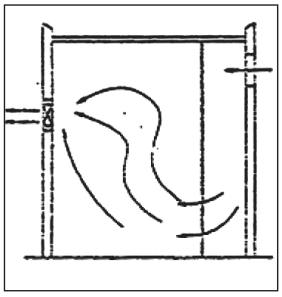
شکل ۱۳: سامانه استخراجی



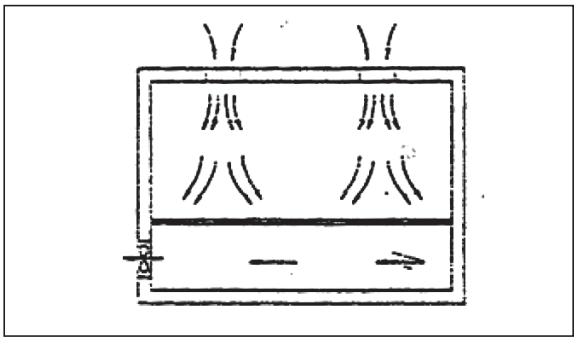
شکل ۱۴: سامانه استخراجی



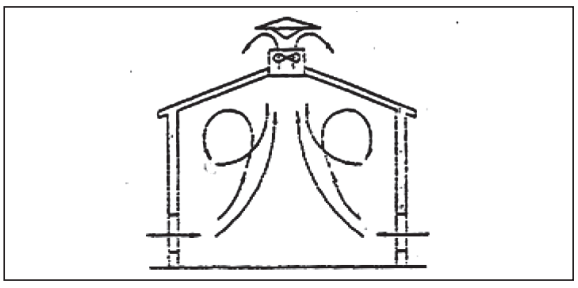
شکل ۱۵: سامانه استخراجی



شکل ۱۶: سامانه استخراجی

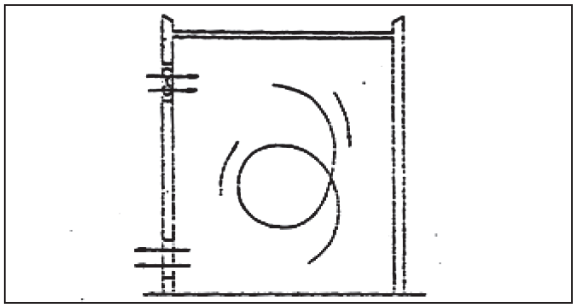


شکل ۱۷: سامانه استخراجی

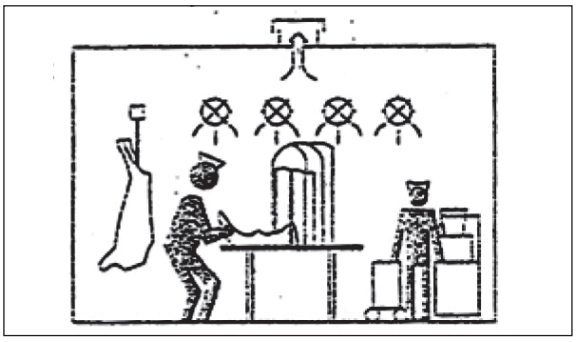


شکل ۱۸: سامانه استخراجی

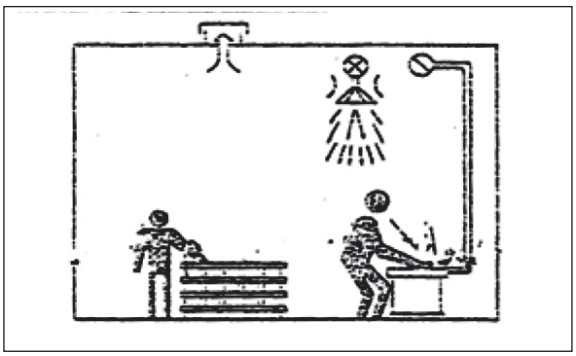
تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هـر آنچـه از صنعـت تهـویه و تاسیسـات می خواهیـد یکجـا بیابیـد!
www.iranjahesh.com ایران جهش
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



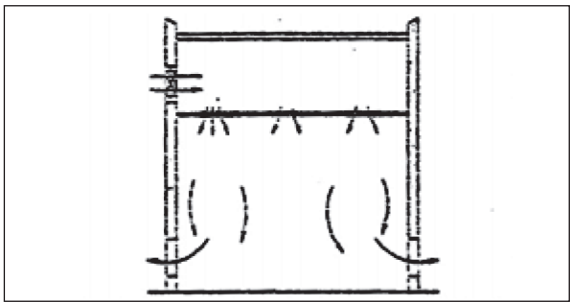
شکل ۱۹: سامانه فشاری



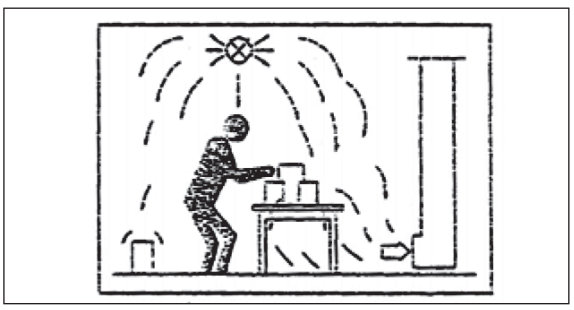
شکل ۲۰: سامانه فشاری



شکل ۲۱: سامانه فشاری



شکل ۲۲: سامانه فشاری



شکل ۲۳: سامانه فشاری

$$Q = V \times D_f$$

حجم فضای بانک

$$V = 20 \times 10 \times 5 = 1000\,m^3$$

تعداد دفعات تعویض هوا از جدول (۲-۱)

$$D_f : 4 \sim 6$$

دبی هوای مورد نیاز

$$Q = 1000 \times 4 = 4000\,m^3/h$$

همان‌طورکه در جدول ۱ ملاحظه می‌شود اماکنی که دارای دود و آلودگی بیشتر می‌باشد دارای ضریب تخلیه افزون‌تر نیز می‌باشند و ضریب تخلیه در حقیقت با توجه به شرایط و نوع فعالیت افراد و ابزار متفاوت خواهد بود به عنوان مثال این ضریب برای بیمارستان بین ۴ تا ۶ در نظر گرفته شـــده اســـت و این برای حالتی است که افراد دارای حرکت‌های آرام باشند و برای بخش عفونی بیمارستان افزایش خواهد یافـــت. به‌طورکلی جدول ۱ یک دید کلی به طراح می‌دهد و در حقیقت دست طراح برای تغییر ضرایب فوق با توجه به شرایط کار باز خواهد بود.

۷-۳- محدوده سرعت هوا

همان‌طورکه در بخش صوت و ارتعاش بیان خواهد شد، سرعت انتقال هوا از ارکان اصلی تولید اصوات در ســـامانه تهویه می‌باشد و لذا برای هر یک از موارد و اماکن یک ســـرعت خاص و استاندارد موجود است که شرایط راحتی را ارضاء می‌نماید. در جدول ۲، این مورد برای پاره‌ای از اماکن ارائه می‌شود.

اما توجه داریم که سرعت‌های ذکر شده در جدول ۲ می‌بایست توســـط دریچه‌هایی به اماکن مذکور وارد شوند؛ لذا سرعت خروج از دریچه‌ها نیز برای ما بسیار حائز اهمیت است. از این رو حدود سرعت خروج از دریچه‌ها در جدول ۳ ارائه می‌گردد.

مثال ۲: در نظر اســـت برای یک بیمارستان یک سامانه تهویه طراحی شود با فرض دبی $۵۰۰۰۰\,m^3/h$ ابعاد کانال تغذیه اصلی را محاسبه کنید.

از جدول ۲ حداکثر سرعت رفت برای کانال‌های اصلی تغذیه

$$V_S = 7.5\,m/s$$

از رابطه پیوستگی

$$Q = A.V \rightarrow A = \frac{Q}{V}$$

(تبدیل واحد)

$$Q = 50000\frac{m^3}{h} = 13.88\,m^3/s$$

قطر کانال دایره‌ای (اینچ)

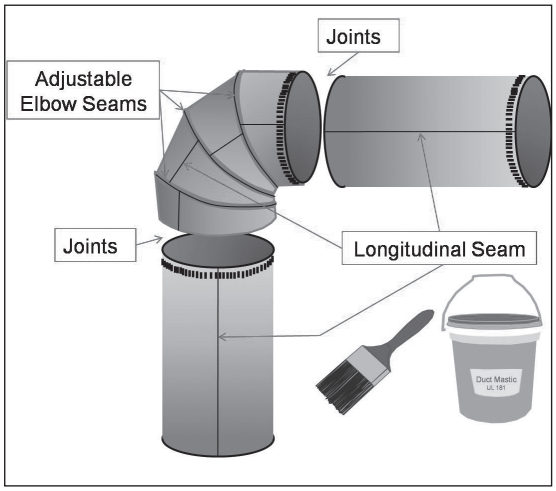
$$A_S = \frac{13.88}{7.5} \rightarrow 1.85m^2 \rightarrow d = 59''$$

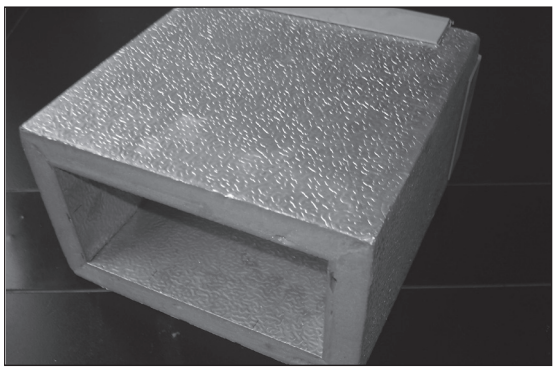
www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

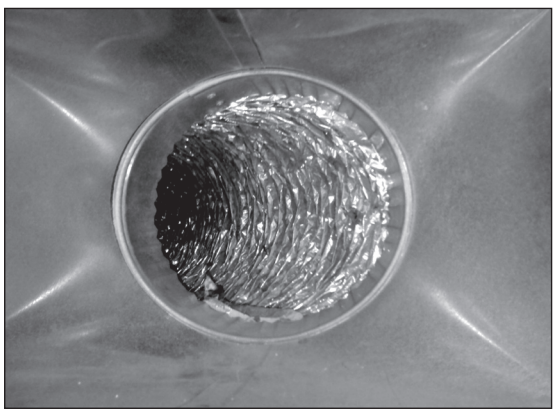
جدول ۱: ضریب تخلیه بر ساعت برای اماکن مختلف

ردیف	محل مورد نظر	دفعات تعویض (تخلیه) هوا بر ساعت
۱	نانوایی	۴۰-۲۰*
۲	بانک	۶-۴*
۳	سالن اجتماعات	۱۰-۸*
۴	سالن‌های میهمانی (بخش)	۱۲-۸*
۵	سالن بیلیارد	۸-۶
۶	موتورخانه (تأسیسات)	۳۰-۲۰
۷	قهوه‌خانه و چای‌خانه	۱۲-۱۰
۸	آسایشگاه (سربازخانه)	۱۰-۶*
۹	مسجد	۱۰-۸*
۱۰	سینما و تئاتر	۱۵-۱۰
۱۱	کلوپ	۱۰-۸
۱۲	سالن رقص و موسیقی	۸-۶
۱۳	کارگاه رنگ (نقاشی)	۳۰-۲۰
۱۴	کارگاه تعمیرات موتور (خودرو)	۳۰-۲۰
۱۵	کارخانه (محل تولید)	۱۰-۶
۱۶	کارگاه ریخته‌گری	۲۰-۳۰
۱۷	محل کار کروه	۶۰-۳۰
۱۸	بیمارستان (اماکن عمومی)	۶-۴
۱۹	مهمان‌سرا	۶-۴
۲۰	آشپزخانه (عمومی)	۲۰-۱۵
۲۱	آشپزخانه (خانگی)	۱۵-۱۰
۲۲	آزمایشگاه	۶-۴
۲۳	توالت عمومی	۸۰-۲۰
۲۴	رخت‌شویی (عمومی)	۳۰-۲۰
۲۵	کارگاه ماشین ابزار	۱۰-۶
۲۶	اماکن اداری	۶-۴
۲۷	کارگاه رنگ‌سازی	۶۰-۳۰
۲۸	اتاق تاریک (ظهور عکس)	۱۵-۱۰
۲۹	سالن نگهداری احشام (گوسفند و ...)	۱۰-۶
۳۰	سالن نگهداری (جوجه و مرغ)	۱۰-۶
۳۱	سالن غذاخوری	۱۰-۶
۳۲	کلاس‌های درس	۳-۲
۳۳	اماکن عمومی در کشتی‌ها (محل استراحت)	۲۰-۱۰
۳۴	استخرها	۳۰-۲۰

* براساس تجربیات مؤلف، مقادیر با توجه به شرایط ایران تصحیح شده است.







جدول ۲: محدوده سرعت هوا

ردیف	محل	سرعت کانال فرعی m/s		سرعت کانال اصلی m/s		سرعت هوا با لحاظ کردن مسأله صدا (کانال اصلی) m/s
		برگشت	رفت	برگشت	رفت	
۱	اقامتگاه (نشیمن)	۳	۳	۴	۵	۳
۲	آپارتمان‌ها	۵	۶	۶/ ۵	۷/ ۵	۵
۳	هتل‌ها	۵	۶	۶/ ۵	۷/ ۵	۵
۴	بیمارستان‌ها	۵	۶	۶/ ۵	۷/ ۵	۵
۵	اتاق جلسات	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۶
۶	اتاق مدیران	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۶
۷	آزمایشگاه	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۶
۸	سینما و تئاتر	۴	۵	۵/ ۵	۶/ ۵	۴
۹	سالن کنفرانس	۴	۵	۵/ ۵	۶/ ۵	۴
۱۰	ادارات عمومی	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۷/ ۵
۱۱	رستوران مدرن	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۷/ ۵
۱۲	فروشگاه‌های مدرن	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۷/ ۵
۱۳	بانک	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۷/ ۵
۱۴	فروشگاه‌های معمولی	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۶
۱۵	قهوه‌خانه	۶	۸	۷/ ۵	۱۰	۶
۱۶	اماکن عمومی	۵/۷	۱۱	۸	۱۵	۱۲/ ۵

از جداول پیوست (P19) می‌توان کانال معادل (با مقطع مربع یا مستطیل) را پیدا کرد.

۷-۴- محاسبه افت فشار در سامانه انتقال هوا

چنان‌چه در بخش سیالات بیان گردید، برای سیال دو نوع فشار استاتیکی (P_S) و فشار دینامیکی (P_D) موجود است. به طور مشابه برای عبور جریان سیال از داخل مجاری افت فشار استاتیکی (h_{LS}) و افت فشار دینامیکی (h_{LD}) موجود است که مجموع این فشارها می‌بایست توسط دمنده جبران گردد.

افت فشار استاتیکی شامل دو گروه عمده است که در ادامه می‌آید:

۷-۴-۱- افت فشار استاتیکی ناشی از اصطکاک ذرات سیال با جدار کانال

(h_{LS}) ناشی از اصطکاک ذرات سیال با جدار کانال در طول مسیر که از رابطه (۳) قابل محاسبه است:

$$h_S = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g} \qquad (۳)$$

که در آن

ضریب اصطکاک (بدون بعد) $= f$

طول کانال $L:(m)$

قطر کانال $D:(m)$

سرعت سیال $V = m/s$

شتاب جاذبه $g = 10\ m/s^2$

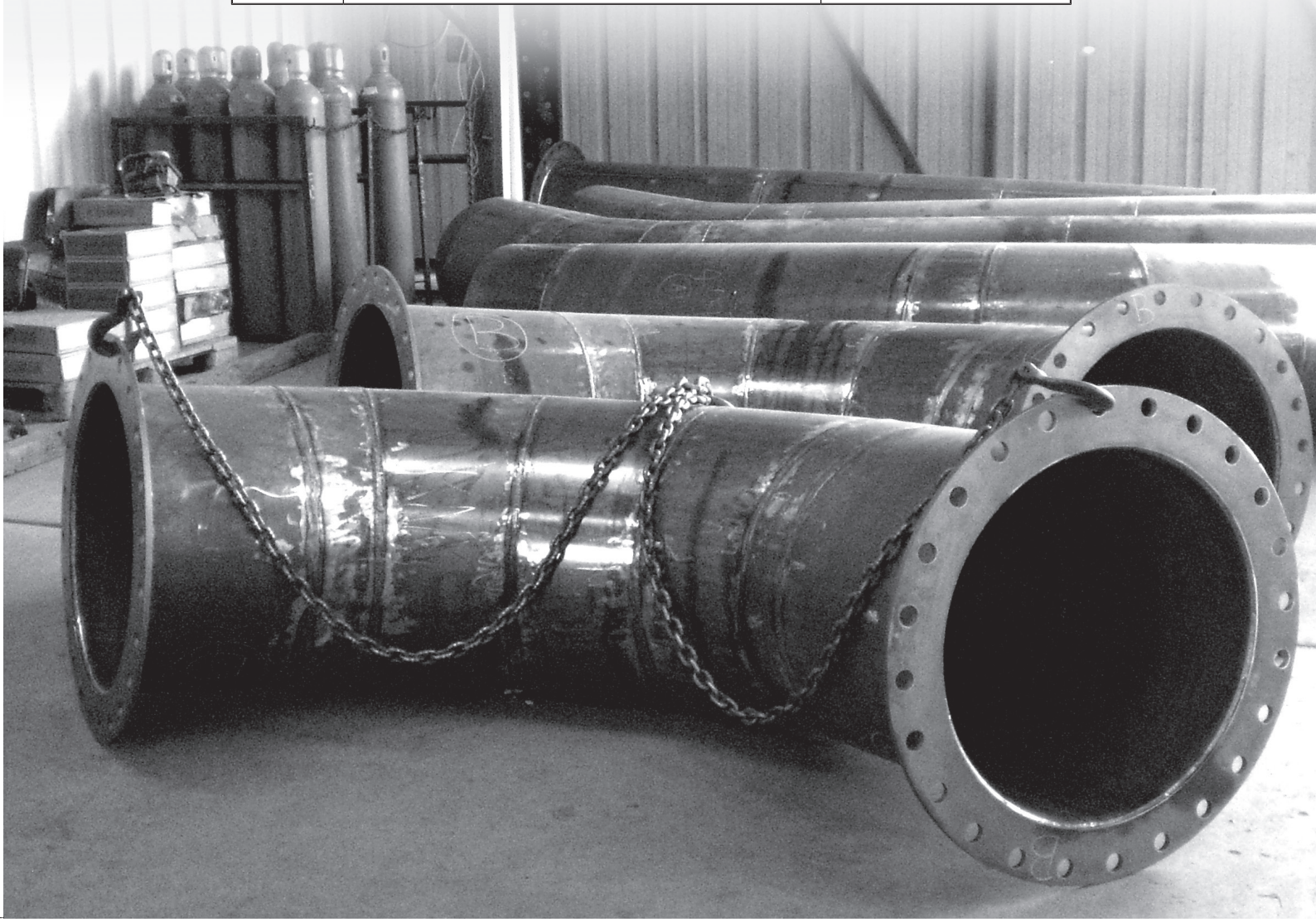
البته می‌توان مقدار h_S را از جداول پیوست نیز محاسبه نمود (P16 الی P17).

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

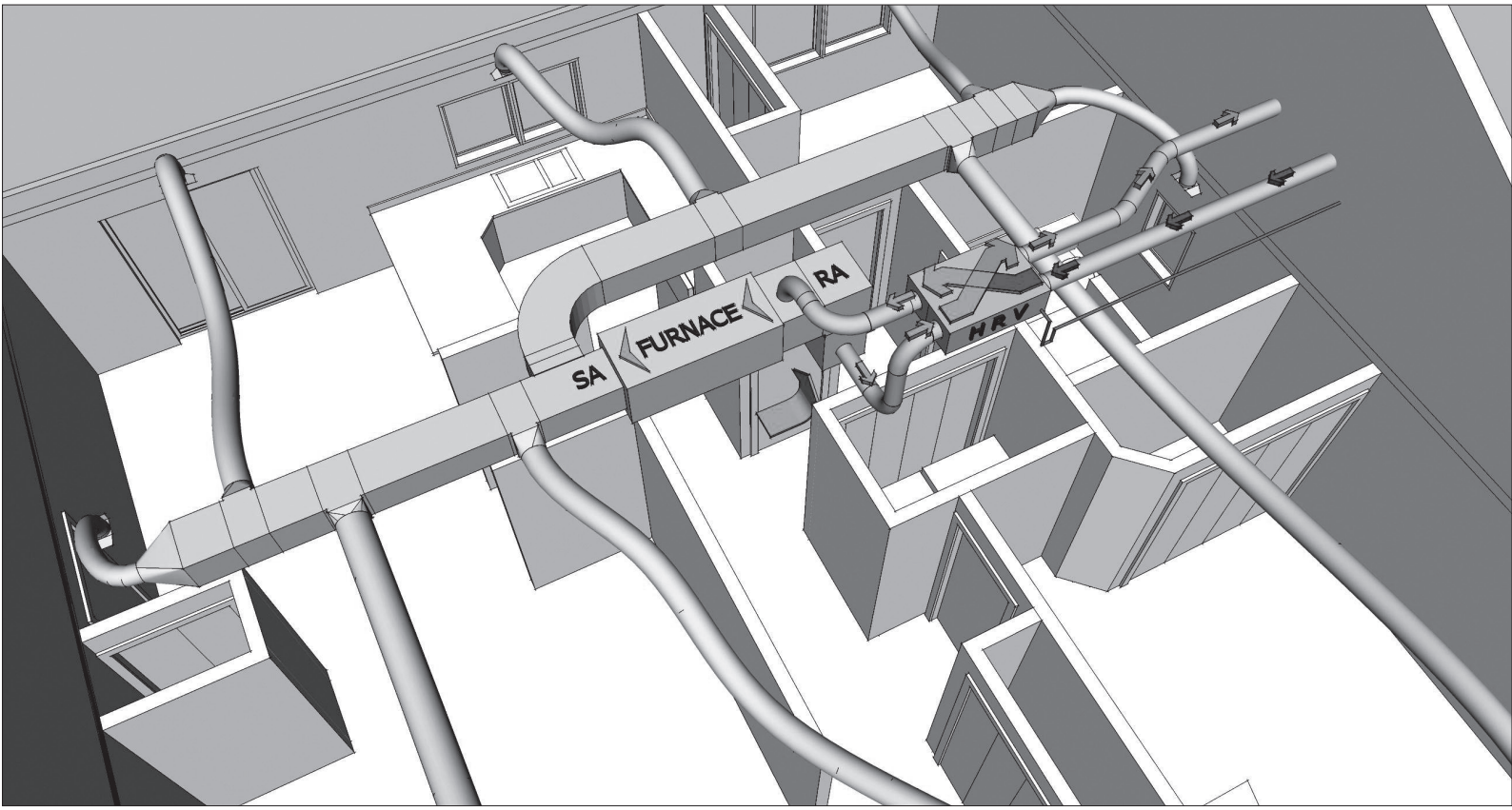
ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۲ - مهر ۹۲
www.hvacmag.ir

جدول ۳: سرعت خروج هوا از دریچه

ردیف	محل (نوع کاربرد)	حدود سرعت (m/s)
۱	استودیوهای پخش	۱/۵-۲/۵
۲	منازل مسکونی	۲/۵-۳/۷
۳	آپارتمان‌ها	۲/۵-۳/۷
۴	مساجد و حسینیه‌ها و کلیساها	۲/۵-۳/۷
۵	اتاق خواب هتل	۲/۵-۳/۷
۶	تئاتر	۲/۵-۳/۷
۷	دفاتر خصوصی (با عایق صوتی)	۲/۵-۳/۷
۸	دفاتر خصوصی (بدون عایق صوتی)	۲/۵-۴/۲
۹	سینما	۵
۱۰	ادارات عمومی	۵-۶
۱۱	فروشگاه‌های بزرگ	۷/۵



تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هـر آنچـه از صنعـت تهـویه و تاسیسـات می خواهیـد یکجـا بیابیـد!
ایران جهش Iran Jahesh www.iranjahesh.com
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



۷-۴-۲- افت فشار استاتیکی ناشی از تولید جریان‌های گردابی مجاری

(h'_{LS}) ناشـــی از اصطکاک ذرات ســـیال و تولیـــد جریان‌های گردابی مجاری همانند زانو، سه راه و تبدیل‌ها که از رابطه (۴) قابل محاسبه می‌باشد.

$$h'_{LS} = K\frac{V^2}{2g} \qquad (۴)$$

ضریب که وابسته به پارامترهای هندسی است. $K =$

سرعت سیال $V = m/s$

شتاب جاذبه $g = 10\ m/s^2$

پارامتر K در جداولی به این منظور برای انواع اتصالات موجود است که در جداول پیوست آورده شده است. (P1 الی P11)

برای محاســـبه h'_{LS} راه دیگری موســـوم به طول معادل نیز وجـــود دارد. در ایـــن روش که برای انواع اتصـــالات در جداول (P12 و P14) آمده اســـت، یک طول معادل برای انواع اتصالات در نظر گرفته می‌شـــود و به طول کانال (بـــا همان قطر) اضافه می‌گردد. با این عمل در حقیقت افت استاتیکی کانال را افزایش داده و بنابراین نیازی به محاسبه افت فشار در اتصالات با رابطه $h'_{LS} = K\frac{V^2}{2g}$ نخواهد بود.

۷-٤-۳- افت فشار دینامیکی (H_{LD})

ایـــن عامل در حقیقت افت نمی‌باشـــد؛ بلکه از آنجا که هوا در کانال می‌بایســـت با ســـرعتی خاص منتقل شود، می‌بایست به آن مقداری انرژی داد تا به سرعت لازم دست یابد این میزان انرژی با رابطه (۱-۱۵) محاسبه می‌گردد.

$$h_{LD} = \frac{1}{2}\rho V^2$$

چنان‌چه در بخش ســـیالات عنوان شد رابطه اخیر مبین فشار دینامیکی است و اجزای آن عبارتند از:

جرم مخصوص هوا که وابسته به دما می‌باشد $\rho : \left(\frac{kg}{m^3}\right)$

سرعت سیال در کانال $V : \left(\frac{m}{s}\right)$

ادامه دارد ...

منابع

1) ASHRAE Hand Book 1984 SYSTEMS.

2) ASHRAE Hand Book 1999 HVAC Applications.

3) Prontuatio DE Ventilacion.

By: Solery Palau 1972 Printed in Spain.

4) Carrier HandBook of Air Conditioning System Design.

By: Carrier Air Conditioning Company 1965 MC Graw-Hill.

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران