



گروه ارتباط با صنعت و جامعه دانشگاه علوم پزشکی ایران با استفاده ظرفیت های علمی، تحقیقاتی، آزمایشگاهی، تجهیزاتی و مشاوره ای، آماده همکاری برای تعریف پروژه های طراحی و یا ارزیابی سیستم های تهویه بیمارستانی، بصورت طرح های ارتباط با صنعت، می باشد.

شماره تماس

۰۲۱۸۶۷۰۵۱۰۹

▪ ایمیل

iro@iums.ac.ir

▪ وب سایت

<https://iro.iums.ac.ir/>

آشنایی با سیستم های تهویه بیمارستانی و روش های ممیزی آن

**گروه ارتباط با صنعت و جامعه دانشگاه علوم پزشکی ایران
با همکاری شرکت آریا مهار راشا**

مدرس: مهندس هادی محمودی



مقدمه

▶ سالانه ۲ الی ۴ میلیون مورد، عفونت بیمارستان در جهان اتفاق می افتد که منجر به ۲۰ تا ۸۰ هزار مرگ می گردد.

▶ هزینه عفونت های بیمارستانی در ایالت متحده آمریکا سالانه ۴ تا ۵ میلیارد دلار برآورد شده است.

▶ تخمین زده شده است که ۱۰ درصد از عفونت های بیمارستانی **هوابرد** بوده و همچنین ۱۶ درصد از عفونت های بخش مراقبت های ویژه نتیجه ای از انتقال پاتوژن های هوابرد می باشد.

▶ بطورکلی ۷۵ درصد از میکروب ها پتانسیل انتقال از طریق هوا را دارند.

منابع اصلی انتشار عفونت‌های بیمارستانی شامل موارد زیر هستند:

- **هوای آلوده:** بسیاری از میکروارگانیسم‌ها از طریق ذرات معلق در هوا منتقل می‌شوند.

- **سطوح آلوده:** تماس با تجهیزات یا سطوح غیراستریل.

- **تماس مستقیم:** انتقال از طریق کادر درمان یا بیماران دیگر.

- **ابزار پزشکی:** استفاده از تجهیزات غیراستریل.



نقش تهویه در کاهش میزان عفونت بیمارستانی

یکی از مؤثرترین راهکارها برای پیشگیری از عفونت‌های بیمارستانی، طراحی و اجرای سیستم‌های تهویه بیمارستانی استاندارد است.



تعریف تهویه بیمارستانی

تهویه بیمارستانی عبارت است از ورود هوای تازه و تمیز و انتشار آن در درون بخش های بیمارستان یا اتاق های بیماران با هدف:

۱. فراهم نمودن هوای سالم برای تنفس بیماران و پرسنل
۲. کاهش غلظت مواد آلاینده تولید شده در داخل بیمارستان و نیز خروج این آلاینده ها از بیمارستان به نحوی که مانع از گسترش عفونت های منتقله از هوا بین بیماران و یا پرسنل همچنین مانع از گسترش این عفونت ها به خارج از بیمارستان گردد.

وظایف سیستم تهویه بیمارستانی

سیستم‌های تهویه بیمارستانی فراتر از تنظیم دما و رطوبت عمل می‌کنند. این سیستم‌ها برای اطمینان از ایمنی محیط درمانی طراحی شده‌اند و وظایف زیر را بر عهده دارند:

- حذف میکروب‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌های معلق در هوا.
 - جلوگیری از انتقال آلودگی بین بخش‌های مختلف بیمارستان.
 - حفظ فشار هوای مناسب (مثبت یا منفی) در فضاهای حساس.
 - تأمین هوای تازه و پاک مطابق با استانداردهای بین‌المللی.
- ▶ با اجرای صحیح این سیستم‌ها، می‌توان خطر انتقال بیماری‌های هوابرد مانند سل، آنفولانزا یا حتی ویروس‌های نوظهوری مثل SARS-CoV-2 را به حداقل رساند.
- ▶ حذف گازها و بخارات شیمیایی و بوها

شرایط خاص در تهویه بیمارستانی

▶ تهویه بیمارستانی نسبت به سایر فضاها معمولی بواسطه احتمال عفونت باید شرایط ویژه ای داشته باشد. این شرایط در نهایت باید بتواند رشد میکروارگانیسم ها را به حداقل برساند.

▶ عمده ترین تفاوت ها در یک سیستم تهویه بیمارستانی با تهویه مکان های دیگر عبارتند از:

1. تعداد تعویض هوا

2. فشار هوا

3. الگوی جریان

4. نوع هواساز



انواع تهویه بیمارستانی

▶ تهویه طبیعی

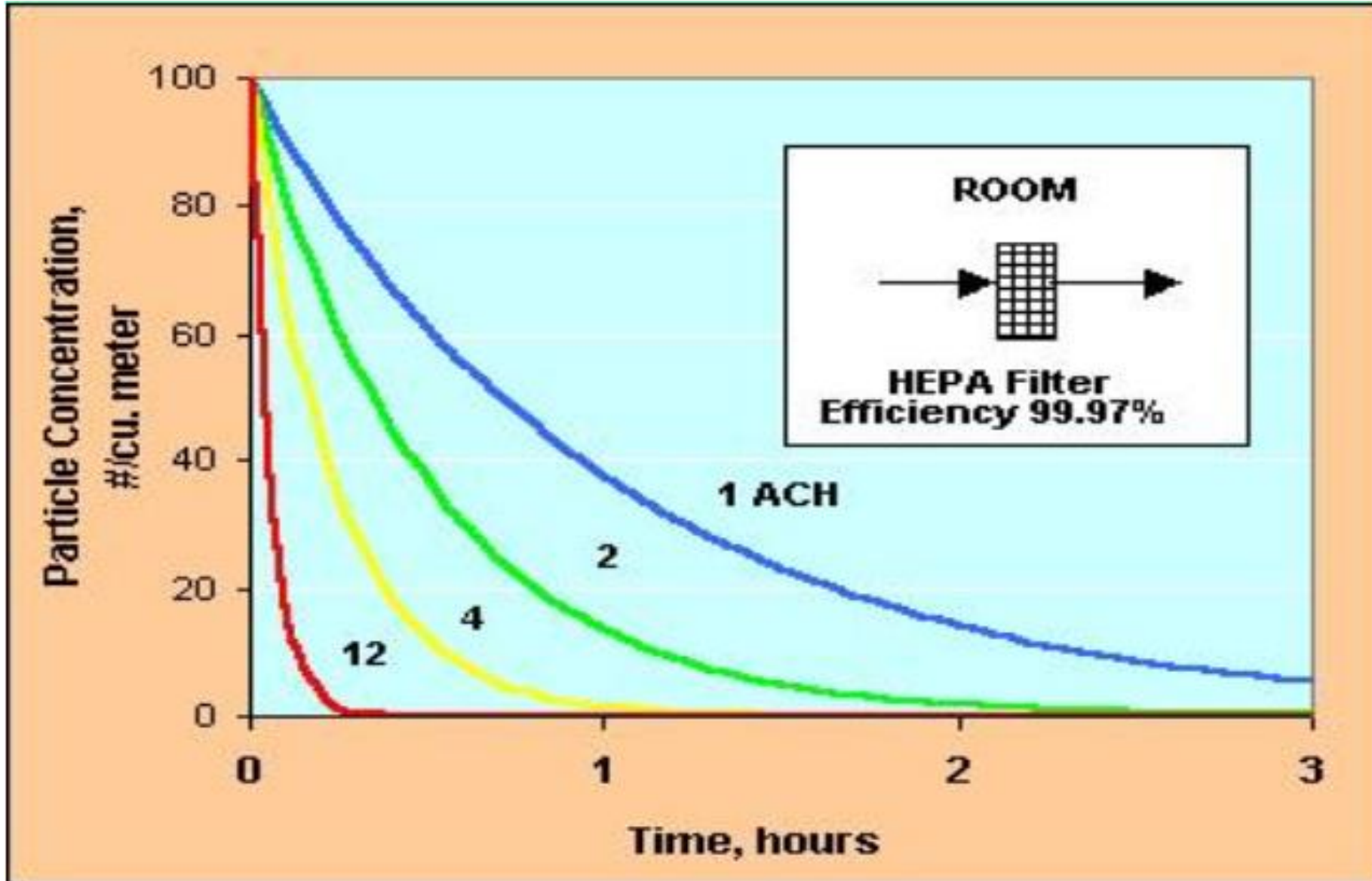
▶ تهویه مکانیکی

▶ تهویه ترکیبی

۱. تعداد تعویض هوا

- ▶ تهویه مراکز درمانی برحسب تعداد تعویض هوا در ساعت (ACH) بیان می شود.
- ▶ یکبار تعویض هوا ACH یعنی تخلیه کامل کل حجم هوای اتاق در ساعت است.
- ▶ با افزایش تعداد تعویض هوا میزان آلودگی هوابرد کاهش میابد.
- ▶ افزایش بیش از حد تعداد تعویض هوا نیز در کنترل آلودگی تاثیر زیادی نداشته و منجر به مصرف انرژی بیشتر می گردد.
- ▶ با افزایش تعویض هوا به میزان **دو برابر**، غلظت ذرات هوابرد در هوا نیز به **نصف** کاهش می یابد.

تأثير تعداد تعویض هوا در کنترل ذرات





نام بخش	جهت حرکت هوا نسبت به بخش مجاور	حداقل توفش هوا از هوای بیرون در ساعت	حداقل کل توفش هوا در ساعت	تمامی هوای خروجی اتاق بطور مستقیم به بیرون تخلیه شود	درصد رطوبت نسبی	دمای مطلوب
مرکز تهیه غذا	-	-	۱۰	-	-	-
شستشوی ظروف	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-
مخزن غذای روزی روزانه	داخل (فشار منفی)	-	۲	-	-	-
رختشویخانه عمومی	-	-	۱۰	بلی	-	-
دسته بندی و ذخیره لباس کثیف	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-
حمام	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	-	-	۲۹
نگهبانی	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-

نام بخش	جهت حرکت هوا نسبت به بخش مجاور	حداقل توفش هوا از هوای بیرون در ساعت	حداقل کل توفش هوا در ساعت	تمامی هوای خروجی اتاق بطور مستقیم به بیرون تخلیه شود	درصد رطوبت نسبی	دمای مطلوب
اتاق بیمار	-	۳	۶	-	-	۲۱-۲۹
سرورس بهداشتی	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-
محل نگهداری انتقال شیر خوار	-	۳	۶	-	۳۰-۴۰	۲۲-۲۶
اتاق ایزوله محیطی	خارج (فشار مثبت)	۳	۱۲	-	-	۲۹
اتاق ایزوله تنفسی	داخل (فشار منفی)	۳	۱۲	بلی	-	۲۹
اتاق پیش ورودی ایزوله	داخل / خارج	-	۱۰	بلی	-	-
آزمایشگاه - آزمایش احیاء	-	۳	۶	-	-	۲۱-۲۹
اتاق پس از آزمایش	-	۳	۶	-	-	۲۱-۲۹
راهرو	-	-	۳	-	-	-
اتاق (بررسی / مراقبت ویژه و کانتی)	خارج (فشار مثبت)	۳	۱۵	-	۳۰-۴۰	۲۱-۲۹
اتاق (درمان و تشخیص)	-	-	۶	-	-	۲۹
اتاق تاریک (تلهو)	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-
بیوشیمی	خارج (فشار مثبت)	-	۶	-	-	۲۹
سیتولوژی	داخل (فشار منفی)	-	۶	بلی	-	۲۹
شستشوی شیشه	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-
هیستولوژی	داخل (فشار منفی)	-	۶	بلی	-	۲۹
میکروبیولوژی	داخل (فشار منفی)	-	۶	بلی	-	۲۹
پزشکی هسته ای	داخل (فشار منفی)	-	۶	بلی	-	۲۹
پاتولوژی	داخل (فشار منفی)	-	۶	بلی	-	۲۹
سرولوژی (سر)	خارج	-	۶	-	-	۲۹
استریلیزاسیون	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-
اتاق کالبدشکافی	داخل (فشار منفی)	-	۱۲	بلی	-	-
اتاق نگهداری اجساد بدون اجساد	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	۲۱
داروخانه	خارج (فشار مثبت)	-	۲	-	-	-
اتاق دارو	خارج (فشار مثبت)	-	۲	-	-	-
فیزیوتراپی و آب درمانی	داخل (فشار منفی)	-	۶	-	-	۲۹
اتاق استریلیزه ETO	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	۳۰-۴۰	۲۹
اتاق تجهیزات استریلیزه	داخل (فشار منفی)	-	۱۰	بلی	-	-

۲. فشار هوا

▶ در بیمارستان ها و سایر مراکز پزشکی، سیستم تهویه پیچیده تر است.

▶ زیرا اتاق های خاص باید دارای فشار مثبت یا منفی باشند.

▶ اتاق هایی که معمولاً به عنوان فضاهاى حساس از نظر فشار در نظر گرفته می شوند، اتاق های عمل (فشار مثبت) و اتاق های ایزوله (فشار مثبت و منفی) هستند.

▶ با این حال استاندارد ASHRAE بیان می کند ۶۰ نوع اتاق وجود دارد که برای رعایت حداقل دستورالعمل ها برای ایمنی بیمار و کارکنان نیاز به فشار هوای مشخص دارند.

فشار مثبت و فشار منفی

با توجه به اینکه چه مقدار هوا تخلیه می شود و چه مقدار هوا تامین می شود، فضا منفی، خنثی یا مثبت در نظر گرفته می شود.

- هوای ورودی بیشتر، فشار مثبت

- هوای ورودی و خروجی یکسان، خنثی

- هوای خروجی بیشتر، فشار منفی



برخی از اتاق‌های بیمارستان که همیشه باید تحت فشار مثبت باشند عبارتند از:

- اتاق‌های عمل
- اتاق‌های تحویل بیمار
- اتاق‌های اورژانس
- مراقبت‌های ویژه نوزادان
- اتاق‌های مراقبت‌های ویژه
- اتاق‌های تمیز و استریل CSR
- بخش تمیز لندری
- انبارهای تمیز و استریل

برخی از اتاق های فشار منفی بیمارستان:

- اتاق های ایزوله تنفسی AII(Airborne Infection Isolation)
- اتاق های انتظار ER
- سرویس، تی شویی خانه و حمام ها
- آزمایشگاه ها
- اتاق های تشریح یا کالبد شکافی که در آن از اکسید اتیلن برای ضدعفونی استفاده می شود.
- بخش کثیف (CSSD) CSR
- بخش کثیف لندری
- بخش های پردازش اشعه X
- اتاق پسماند
- سردخانه ها
- جاهایی که از فرمالین استفاده می کنند.
- انبارهای کثیف

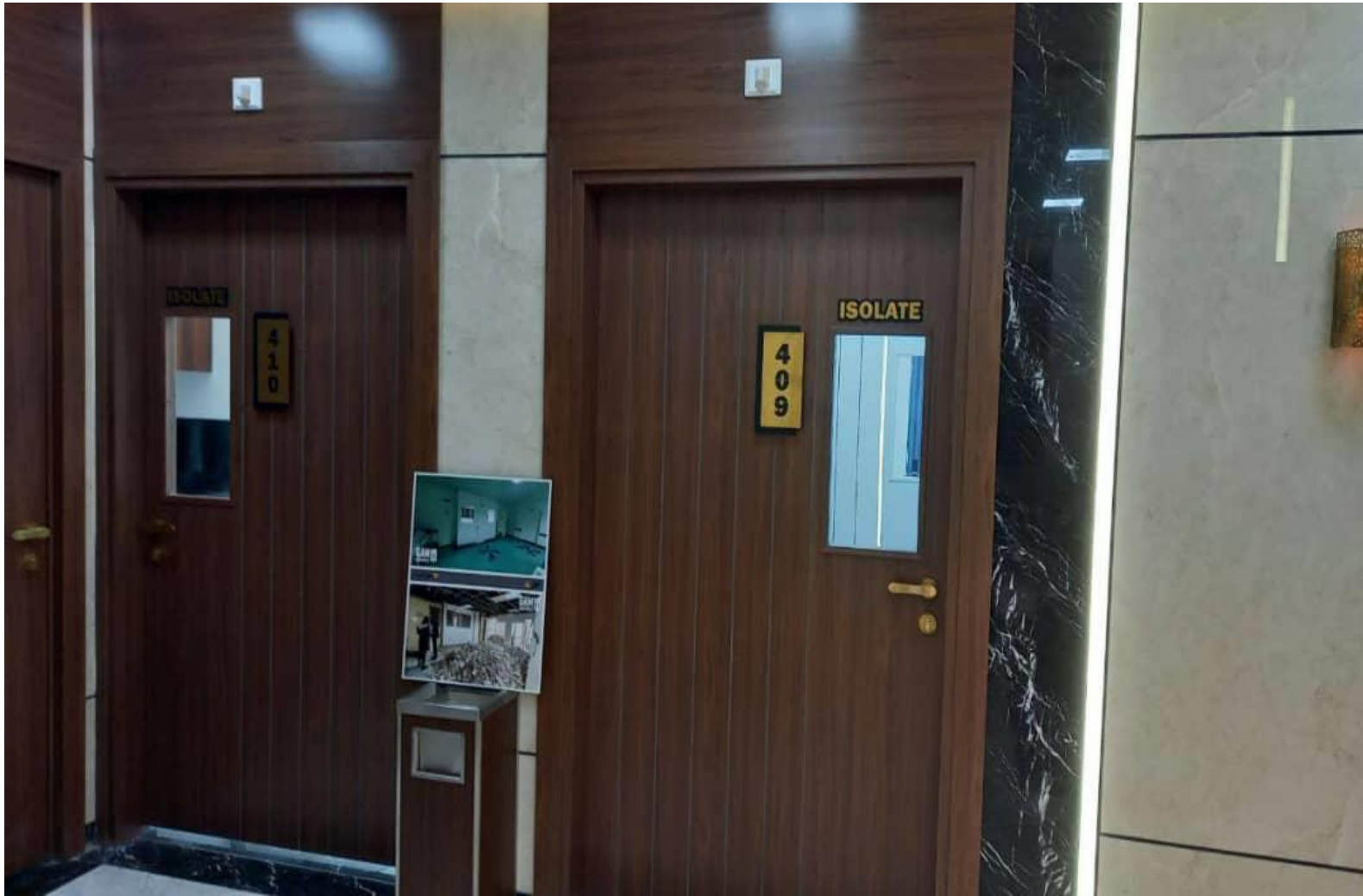
فشار مطلوب اتاق‌های بیمارستان

- ▶ در اکثر اتاق‌های مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، حداقل فشار مورد نیاز برای جریان هوای جهت دار ± 0.01 اینچ آب (۲.۵ پاسکال) است.
- ▶ اما در شرایط واقعی معمولاً بین ± 0.02 اینچ تا 0.03 اینچ آب (۵ تا ۷.۵ پاسکال) اجرا می‌شود تا از عملکرد مطلوب سیستم تهویه اطمینان شود.

۳. الگوی جریان هوا

- ▶ الگوی جریان هوا در اتاق های فشار مثبت و منفی از منطق کنترلی جریان از سمت منطقه تمیز به منطقه آلوده پیروی می کند.
- ▶ معماری فضا
- ▶ موقعیت قرارگیری دریچه های ورود هوا و خروج آن
- ▶ میزان هوای ورودی و خروجی از هر دریچه
- ▶ ورود افراد و مواد
- از جمله موارد تعیین کننده الگوی جریان هوا می باشند.

استانداردهای تهویه اتاق‌های ایزوله

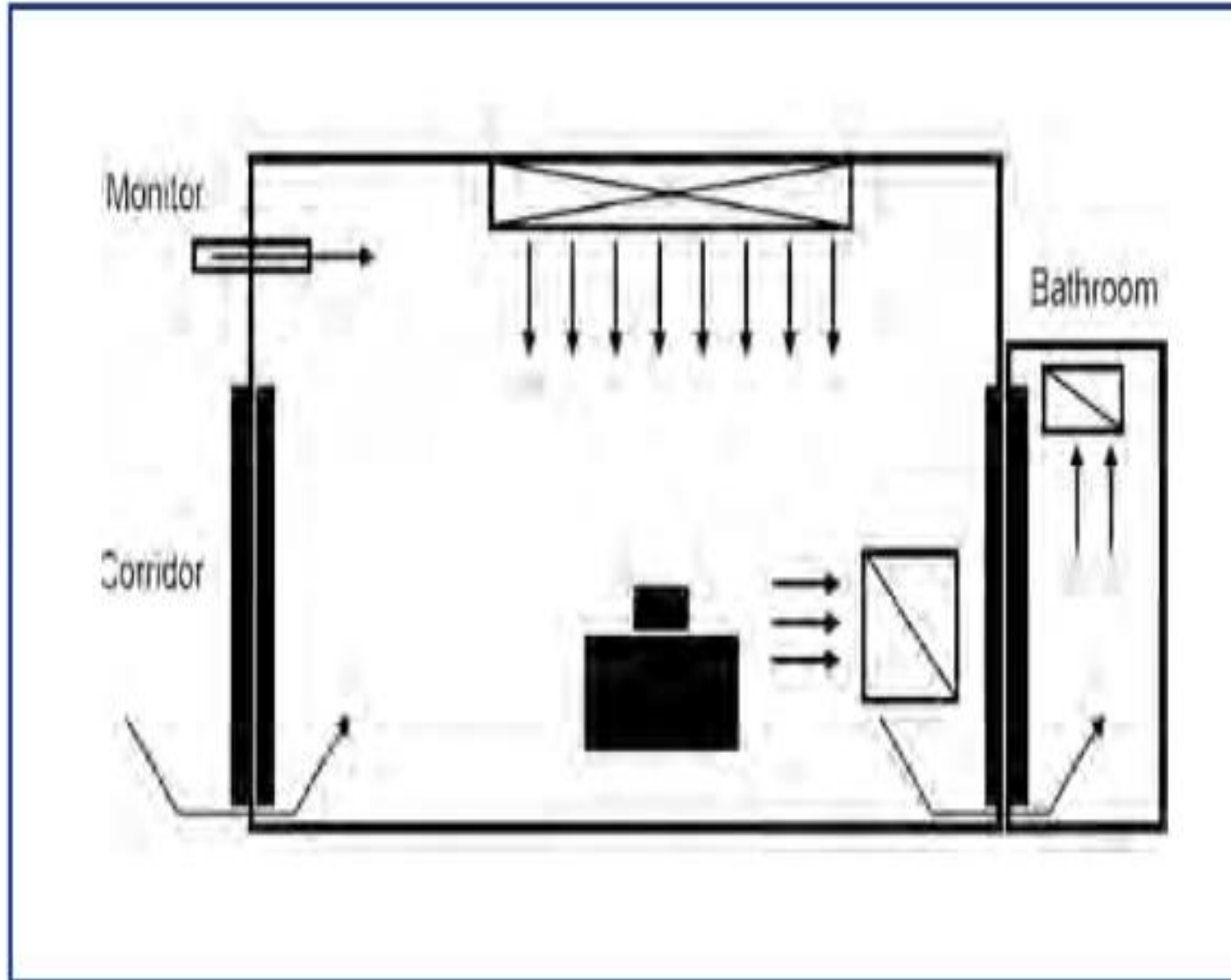


اتاق‌های ایزوله تنفسی (فشار منفی)

- ▶ تعداد تعویض هوا بیشتر یا مساوی ۱۲ بار در ساعت باشد.
- ▶ اختلاف فشار هوا نباید کمتر از ۲.۵ پاسکال (۰.۰۱ اینچ آب) باشد.
- ▶ گردش مجدد هوا توصیه نمی‌شود.
- ▶ هوا باید از ناحیه سقف که نزدیک به راهرو است وارد شود و توسط دریچه‌های نزدیک به کف خارج شود.
- ▶ در سیستم تخلیه این اتاق‌ها از فیلتر هپا استفاده می‌شود.



الگوی جریان در یک اتاق فشار منفی





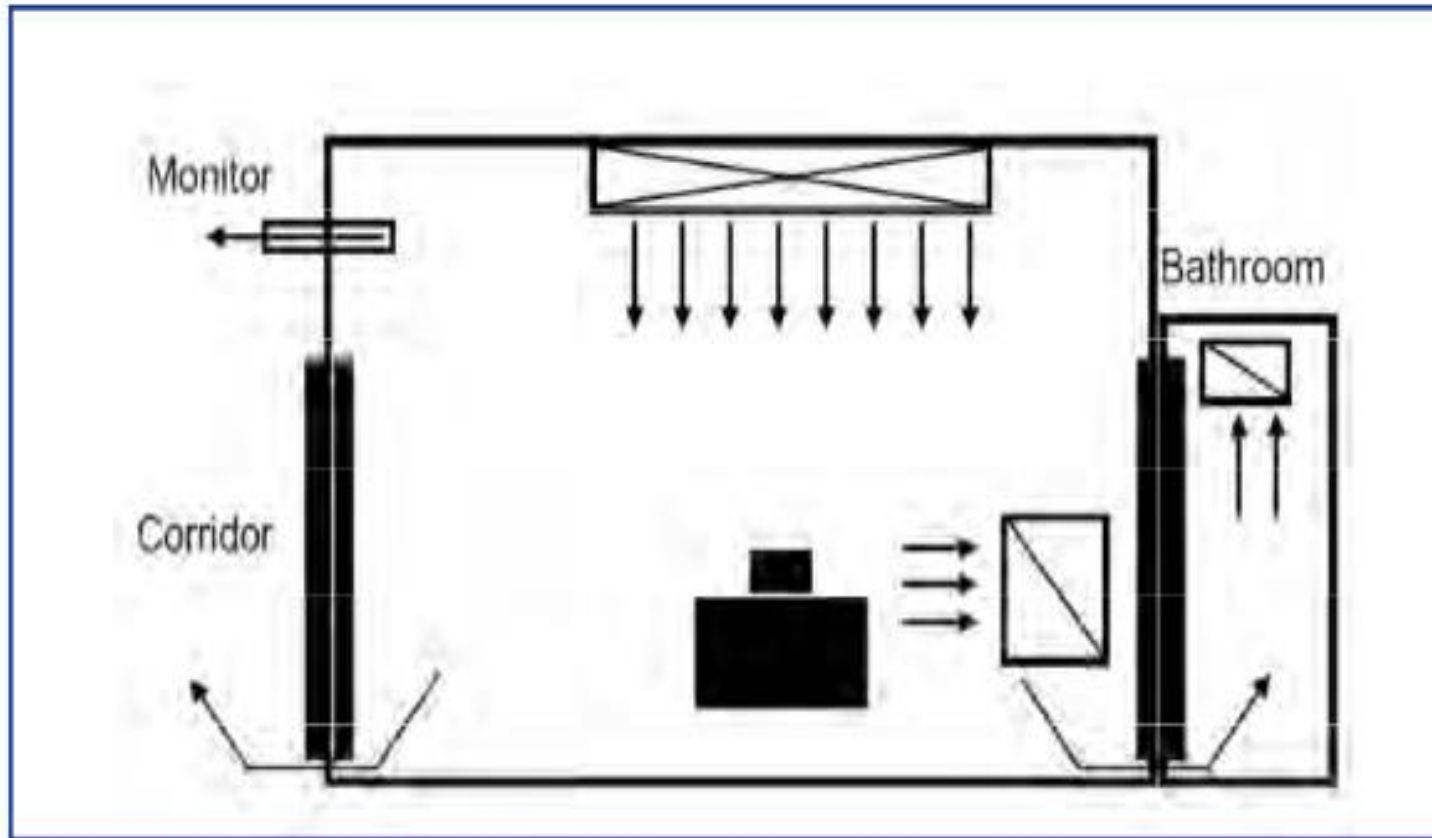


اتاق‌های ایزوله محیطی (فشار مثبت)

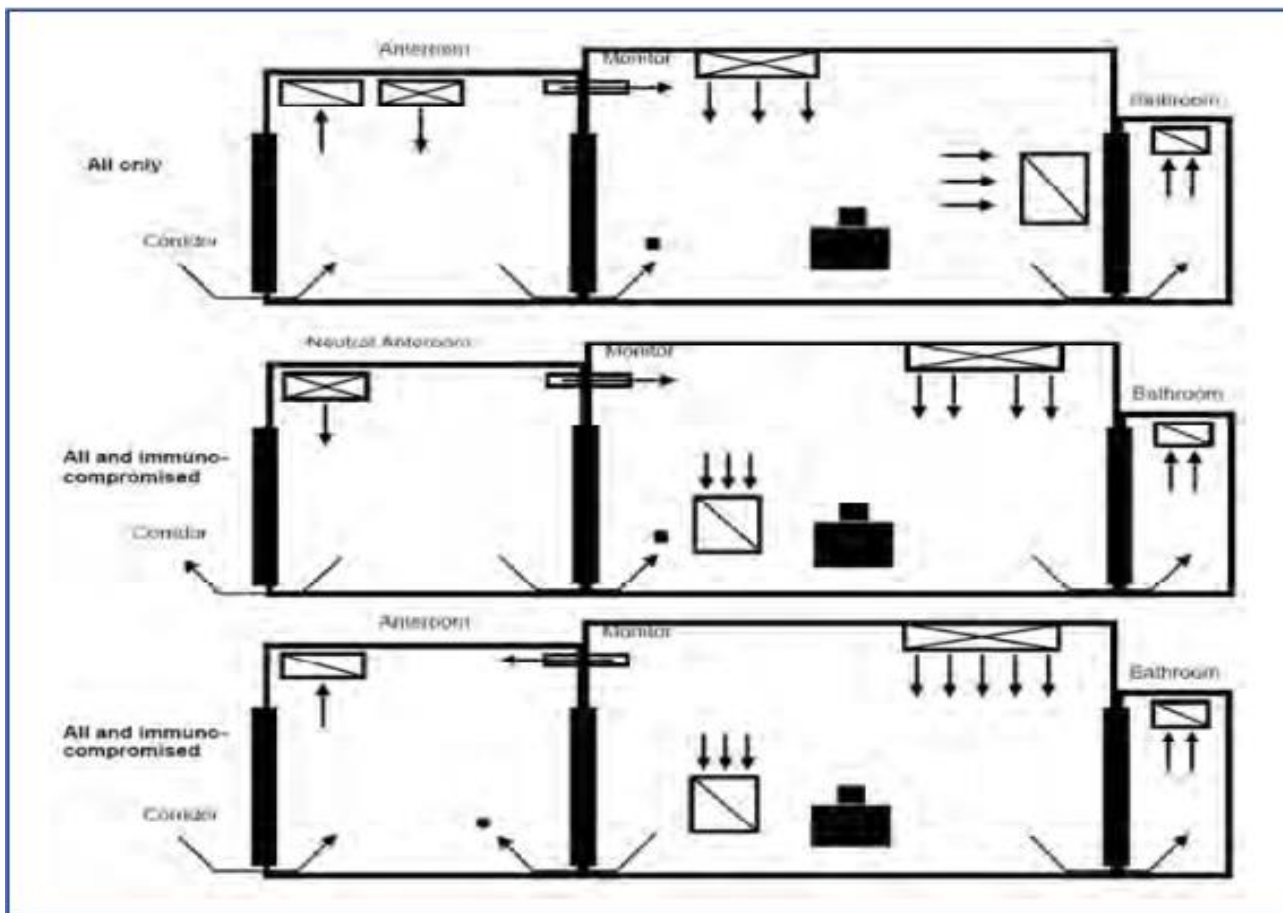
- ▶ تعداد تعویض هوا بیشتر یا مساوی ۱۲ بار در ساعت باشد.
- ▶ اختلاف فشار هوا بیشتر یا مساوی ۲.۵ پاسکال (۰.۰۱ اینچ آب) باشد.
- ▶ بطور ایده‌آل بهتر است این فشار بیشتر از ۸ پاسکال (۰.۰۳ اینچ آب) باشد.
- ▶ در سیستم مولد هوا و یا دریچه ورود هوا به اتاق فیلتر هپا نصب گردد.
- ▶ هوا باید از ناحیه سقف که وارد می‌شود و توسط دریچه‌های نزدیک به کف خارج شود.



الگوی جریان در یک اتاق فشار مثبت



الگوی جریان در یک اتاق ایزوله تنفسی با اتاق انتظار فشار منفی، مثبت و خنثی



مشخصات مهندسی برای اتاق های با فشار مثبت و منفی

مشخصات	اتاق های با فشار مثبت (اتاق ایزوله محیطی)	اتاق های با فشار منفی (اتاق ایزوله تنفسی)
اختلاف فشار	بیشتر از ۲/۵+ پاسکال	بیشتر از ۲/۵- پاسکال
تعویض هوا در ساعت (ACH)	بیشتر از ۱۲	بیشتر یا مساوی ۱۲ برای اتاق های بازسازی شده و تازه احداث شده
کارایی فیلتر اسیون	تامین: ۹۹/۹۷ درصد برای ذرات دی اکتیل فتالات (DOP*) با اندازه ۰/۳ میکرون برگشت: عدم نیاز+	۹۰ درصد (اثبات توسط آزمون گرد و غبار) برگشت: ۹۹/۹۷ درصد برای ذرات دی اکتیل فتالات DOP با اندازه ۰/۳ میکرون ^۱
جهت جریان هوا	به سمت بیرون و به بخش های مجاور	به سمت داخل اتاق
اختلاف فشار ایده ال	بیش از ۸+ پاسکال	بیش از ۲/۵- پاسکال

تهویه اتاق های عمل



تهویه اتاق عمل

- ▶ تعداد تعویض هوا بر اساس استاندارد ASHRAE 170 به میزان ۲۰ بار در ساعت و در ایران ۱۵ بار در ساعت است.
- ▶ هواساز مورد نیاز باید از نوع **هایژنیک** باشد.
- ▶ دریچه ورودی بالای سر تخت اتاق عمل قرار می گیرد.
- ▶ هوای خروجی از نزدیک به کف مکش می شود.
- ▶ جهت خروج بهتر گازهای خروجی باقی مانده در فضا مکش از بالای دیوارها کمک کننده است.
- ▶ دمش از سقف می تواند به صورت دریچه ای یا پلنیوم باکس باشد در حالت پلنیوم باکس هوا به صورت لامینار جریان میابد.

دریچه های دمش روی تخت اتاق عمل

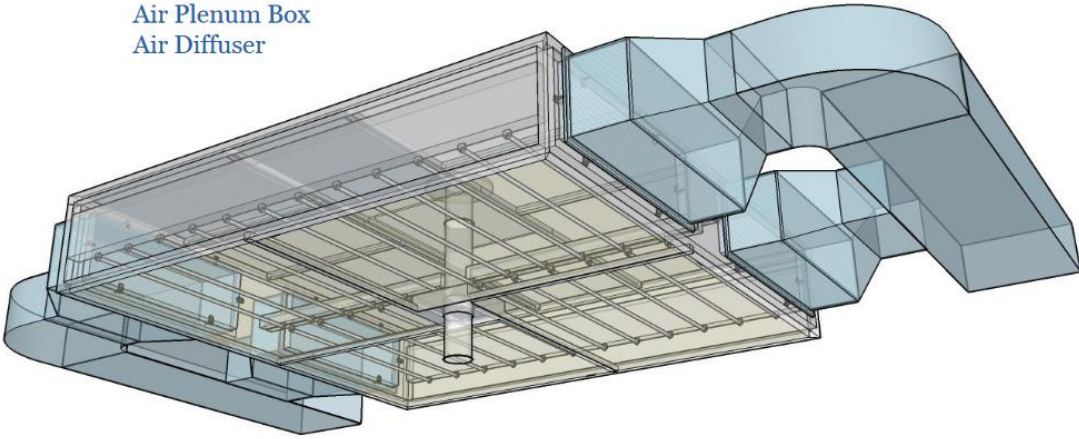


پلنیوم باکس دممش هوا روی تخت اتاق عمل

Laminar Air Flow Ceiling

Consisting of:

- Filter Chamber
- Air Plenum Box
- Air Diffuser



مشخصات تهویه در بخش های ویژه بیمارستان

مشخصات	اتاق ایزوله تنفسی +	اتاق ایزوله محیطی	اتاق مراقبت ویژه	اتاق پیش ورودی ایزوله	اتاق عمل
فشار هوا	منفی	مثبت	مثبت، منفی یا خنثی	مثبت یا منفی	مثبت
تغییر هوا در اتاق ها	بیشتر و مساوی ۶ بار در ساعت برای بیمارستانهای موجود و بزرگتر و مساوی ۱۲ بار برای بیمارستانهای جدید و بازسازی شده	بزرگتر و مساوی ۱۲ بار در ساعت	بیشتر و مساوی ۶ بار در ساعت	بزرگتر و مساوی ۱۰ بار در ساعت	بزرگتر و مساوی ۱۵ بار در ساعت
درزگیری ^۱	بلی	بلی	خیر	بلی	بلی
تامین فیلتراسیون	۹۰ درصد	۹۹/۹۷ درصد++	بزرگتر و مساوی ۹۰ درصد	بزرگتر و مساوی ۹۰ درصد	۹۰ درصد
امکان چرخش مجدد هوا به اتاق	خیر	بلی	بلی	خیر	بلی

هواساز



هوایی که وارد یک محیط حساس می‌گردد باید فراوری شود. فراوری هوا شامل فیلتراسیون ذرات و میکروارگانیسم‌ها (در برخی موارد گازها)، مطبوع سازی هوا از نظر دما و رطوبت به منظور فراهم نمودن آسایش و راحتی افراد است.

▶ هواساز دستگاهی است که کار فراوری هوا را انجام می‌دهد. تجهیزاتاتی که در داخل هواساز وجود دارد شرایط را برای به جریان انداختن هوا، فیلتراسیون و مطبوع سازی هوا انجام می‌دهد.



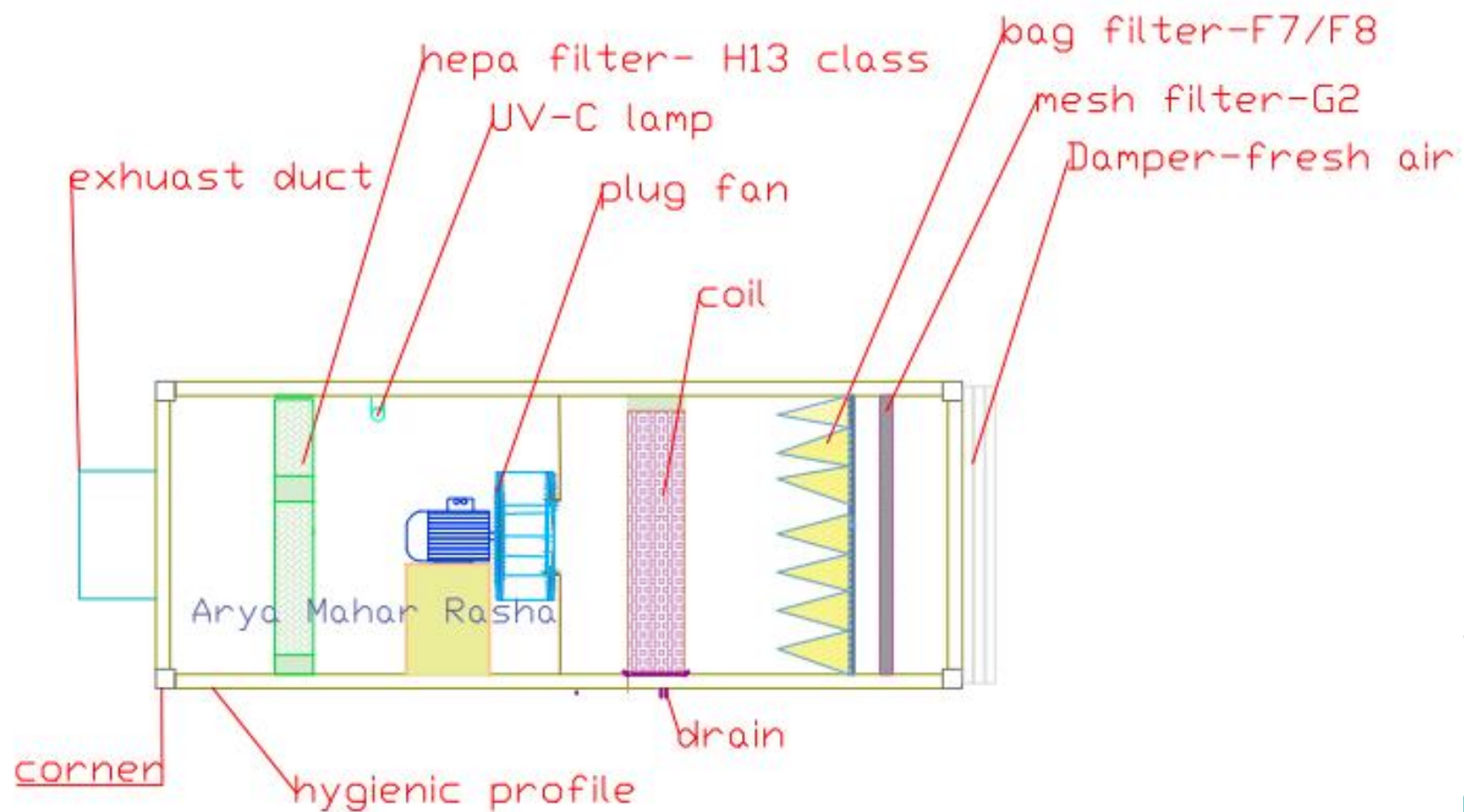
انواع هواساز

هواسازها بسته به کاربردها انواع مختلفی دارند در یک تقسیم‌بندی به هواسازهای صنعتی و هواسازهایژنیک تقسیم می‌گردند.

هواسازهای صنعتی یا معمولی: این هواسازها برای مطبوع کردن هوا از نظر دما و رطوبت در محیط‌های کاری، صنعتی یا هر محیطی که در آن فعالیت یا تولید حساس به آلودگی وجود ندارد کاربرد دارند. این گونه هواسازها وظیفه کنترل دما و رطوبت را دارند و فیلتراسیون آن در حد فیلتر ذرات خیلی ریز نیست.

► **هواسازهای هایژنیک:** هواسازهای هایژنیک برای محیط‌های ویژه مانند تولید دارو، تولید قطعات الکترونیک حساس، محیط‌های بیمارستانی، و یا هر محیط حساسی که نیاز به فشار مثبت هوا دارد، کاربرد دارند. در هواسازهای هایژنیک علاوه بر مطبوع سازی هوا فیلتراسیون ذرات خیلی ریز مانند میکروارگانیسم‌ها نیز باید انجام شود.

اجزای هواساز هایژنیک



دمپر: دمپر اولین مرحله ورود هوا به هواساز است. دمپر ها از جنس آلومینیومی ساخته می شوند و کار تنظیم میزان هوای ورودی را از طریق باز و بسته کردن سطح ورودی هوا تنظیم می کنند تنظیم هوای ورودی می تواند دستی یا برقی یا به صورت اتومات و اپراتوری باشد.



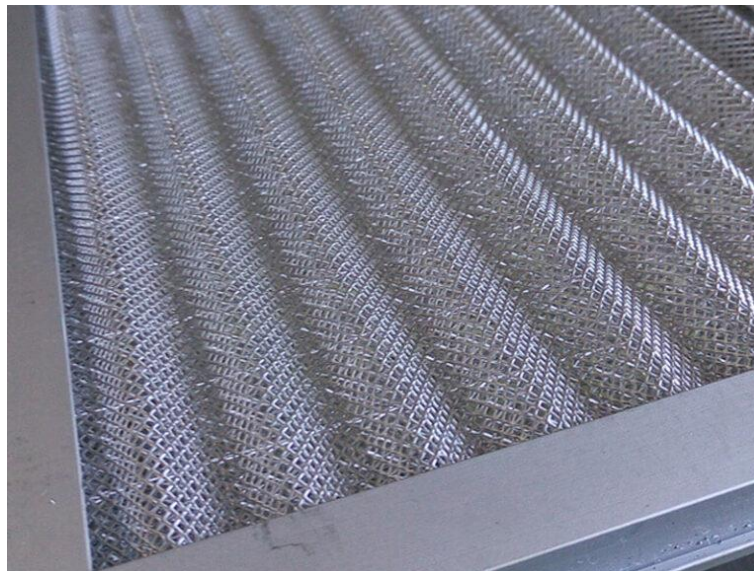
► **پروفیل:** پروفیل هواساز از جنس آلومینیومی و از نوع هایژنیک ساخته می شود که استراکچر و اسکلت بدنه را حفظ می کند. آلیاژ پروفیل هایژنیک ۶۰۶۳ انتخاب می گردد که سختی و مقاومت در برابر خوردگی بالایی دارد. کرنرها و اتصالات مورد استفاده در آن نیز باید از نوع هایژنیک باشند. جنس کرنرها معمولاً از نوع آلترامید ساخته می شوند. نوارهای لاستیکی هوا بند داخلی نیز می تواند از جنس PVC باشد.

استراکچر یک هواساز هایژنیک



فیلتر مش یا سیمی آلومینیومی: فیلتر مش آلومینیومی اولین پیش فیلتر بوده و ذرات درشت و چربی را به دام می‌اندازد همچنین سدی جهت جلوگیری از ورود پرندگان و حشرات به داخل هواساز است. این فیلترها قابل شستشو هستند.

فیلتر کیسه‌ای: این فیلترها بسته به کلاس خود راندمان متفاوتی برای ذرات ریز و متوسط دارند. فیلترهای سری M برای ذرات متوسط و سری F برای ذرات ریز راندمان مناسبی دارند. این فیلترها تعویضی هستند.



کویل: کویل هواساز وظیفه تبادل حرارت یا سرما و مطبوع سازی هوا را دارند در کویل آب سرد در تابستان و آب گرم در زمستان جریان میابد و با عبور جریان هوا از بین لوله های کویل، هوا سرد یا گرم می شود. باتوجه به کندانس شدن آب در کویل باید تمهیداتی برای خروج آب کندانس شده یا برای زمان شستشو مانند درین در نظر گرفت.



فن: فن قسمت محرکه هوا در هواساز است که هوا را به جریان می‌اندازد.
فن هواساز هایژنیک باید از نوع پلاگ فن باشد.

لامپ UV-C : لامپ UV-C وظیفه غیرفعال کردن و توقف رشد میکروارگانیسم‌ها را دارد.

فیلتر هپا: مهم‌ترین فیلتر در هواساز بوده و وظیفه به دام اندازی ذرات بسیار ریز و میکروارگانیسم‌ها را دارد.

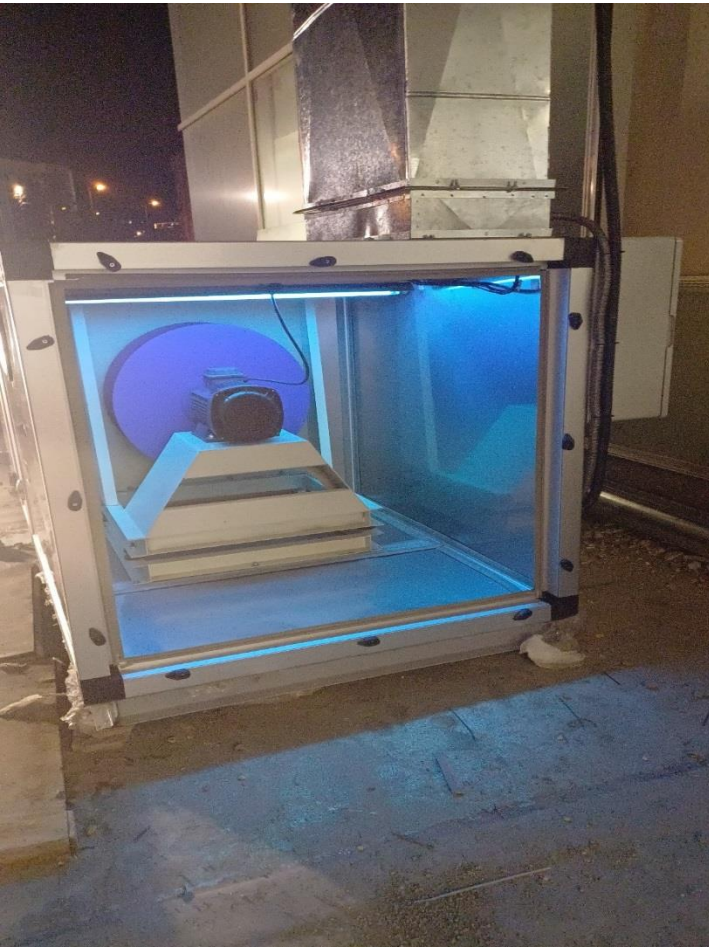


تفاوت‌های هواساز هایژنیک با هواساز معمولی



۱. لامپ UV

عمده‌ترین تفاوت هواساز هایژنیک با هواساز معمولی در جنس بدنه و نوع فیلتراسیون است.
از تفاوت های دیگر می‌توان به نوع فن و بکار بردن لامپ UV-C اشاره کرد.



۲. جنس بدنه داخلی

- ▶ جنس ورق داخلی بدنه: از آنجایی که در یک هواساز هایژنیک نباید شرایط رشد میکروارگانیسم‌ها فراهم شود؛ لذا جنس بدنه هواساز باید از جنسی باشد که زنگ‌نزن باشد.
- ▶ در هواسازها برای اینکه بتوان از هدررفت گرما یا سرما در آن جلوگیری کرد بدنه آن دوجداره ساخته می‌شود تا با بکار بردن عایق بین دو جدار به این مهم دست‌یافت. جنس بدنه داخل به دلیل اینکه در تماس مستقیم با تجهیزات و هوایی است که فراوری می‌شود از اهمیت به سزایی برخوردار است.
- ▶ بهترین جنس ورق یا بدنه داخلی هواساز هایژنیک استنلس استیل گرید ۳۰۴ است.
- ▶ استیل ۳۰۴ زنگ نمی‌زند و قابل دستمال کشیدن و شستشو است.
- ▶ از آنجایی که در کویل‌کندانس آب اجتناب‌ناپذیر است استفاده از این جنس به جهت جلوگیری از زنگ‌زدن بسیار مهم است. جنس استیل ۳۰۴ به دلیل مقاومت بالای خود نسبت به آلومینیوم ارجح‌تر است.

۳. جنس پروفیل و اتصالات استراکچر:

جنس پروفیل‌هایی که در استراکچر هواساز استفاده می‌گردد جنس آلومینیوم می‌باشد. در هواسازهای هایژنیک باید از پروفیل آلومینیوم هایژنیک استفاده گردد. پروفیل‌های هایژنیک طوری طراحی شده‌اند که بتوان با نوارهای هوا بند و پروفیل بند ورق‌های دوجداره بدنه را مهار کرد با این کار نیازی به پیچ و پره کردن ورق به پروفیل شاسی وجود ندارد. این امر دو مزیت دارد

۱- باتوجه به عدم کاربرد پیچ و پره همچنین وجود کرو در گوشه‌های هواساز امکان گیرافتادن ذرات کاهش میابد.

۲- در زمان تعمیرات و نگهداری باز و بست کردن نوارهای هوا بند بدون آسیب به بدنه هواساز اتفاق می‌افتد. گفتنی است کرنرها و اتصالات داخلی نیز باید هایژنیک باشند.

۴. فیلتراسیون:

مهم‌ترین فیلتری که در داخل هواساز هایژنیک به‌عنوان فیلتر اصلی و نهایی استفاده می‌شود فیلتر هپا (HEPA) است.

نوع فیلتر هپایی که در تهویه بیمارستانی در داخل هواساز کاربرد دارد هپا از نوع H13 است.

در کیلن روم‌های کلاس D و CNC نیز چون فیلتراسیون به‌صورت مرکزی در هواساز انجام می‌گردد فیلتر H13 استفاده می‌شود.

در صنایع حساس دارویی با کلاس تمیزی بالاتر فیلتر H14 کاربرد دارد که آن را در انتهای‌ترین مسیر یک سیستم HVAC یا دریچه خروجی هوا نصب می‌کنند.

▶ باتوجه به اینکه فیلترهای هپا دارای منافذ بسیار ریزی هستند امکان اینکه زودتر توسط آلودگی مسدود شوند وجود دارد قبل از اینکه هوا به فیلتر هپا برسد از یک سری پیش فیلترهایی مانند پیش فیلتر سیمی که برای گرفتن ذرات درشت کاربرد دارد و فیلترهای کیسه‌ای که ذرات ریز و متوسط را به دام می‌اندازد استفاده می‌شود.

▶ شایان ذکر است پیش فیلتر سیمی و فیلتر کیسه‌ای قبل از کوئل قرار می‌گیرد این کار به تمیز ماندن کوئل کمک می‌کند تمیز ماندن کوئل سرمایش و گرمایش سه مزیت دارد.

۱- تبادل حرارت یا سرما با هوا بهتر انجام می‌گیرد

۲- امکان رشد میکروارگانیسم‌ها در اثر جمع شدن آلودگی روی آن کاهش می‌یابد.

۳- افت فشار آن در حد مناسب نگه داشته می‌شود.

▶ نکته مهم دیگر اینکه فیلتر هپا باید بعد از کوئل و بعد از فن یعنی به عنوان آخرین تجهیز در هواساز نصب گردد تا آلودگی‌هایی که از کوئل جدا شده و یا بر روی فن نشسته است نیز به دام بیفتند.

۵. لامپ UV-C:



▶ لامپ UV-C با توجه به طول موجی که دارد به غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌ها کمک می‌کند و از تکثیر آن‌ها جلوگیری می‌کند.

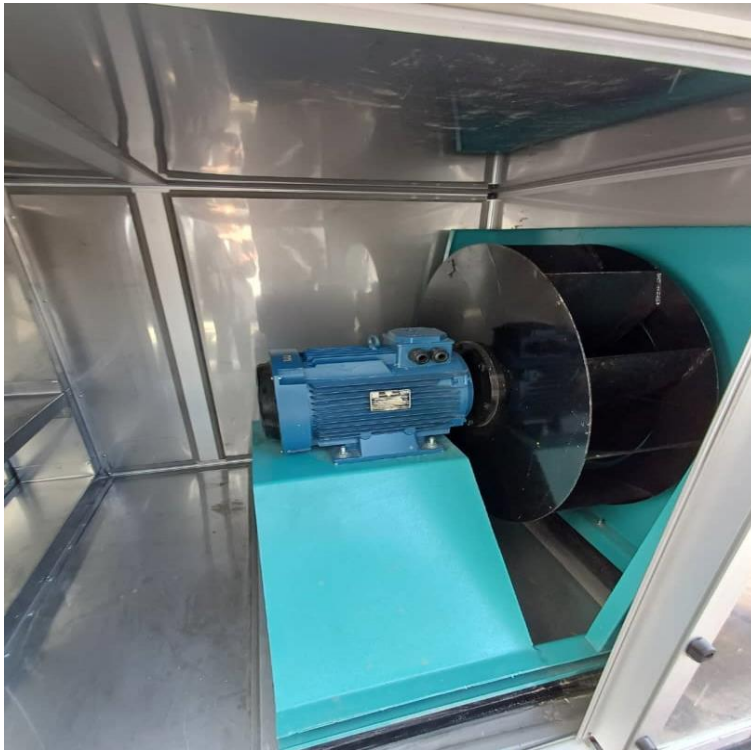
▶ در هواساز هایژنیک از این نوع لامپ‌ها استفاده می‌گردد.

▶ بهترین مکان برای نصب آن قبل از فیلتر هپا است تا نور آن بر روی فیلتر بتابد و میکروارگانیسم‌های به دام افتاده را غیرفعال کند.

▶ می‌توان قبل یا بعد از کویل نیز با هدف غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌هایی که در آب کندانس شده امکان رشد دارند نیز بکار برد.

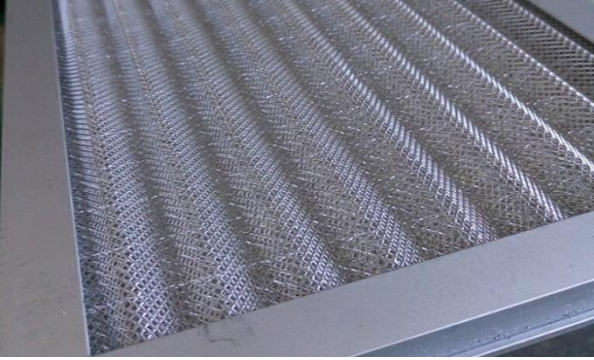
۶. نوع فن:

نوع فن در هواساز هایژنیک پلاگ فن است پلاگ فن ها باتوجه به اینکه بدنه حلزونی شکل ندارند امکان کندانس آب یا تجمع آلودگی در آن وجود ندارد و در صورت تجمع آلودگی قابل دسترس و تمیز کردن است. فن در هواسازهای دیگر می تواند فوروارد و بکوارد نیز باشد.



انواع فیلترها در هواساز و تفاوت‌های آنها

فیلترهای فلزی / سیمی / توری آلومینیومی



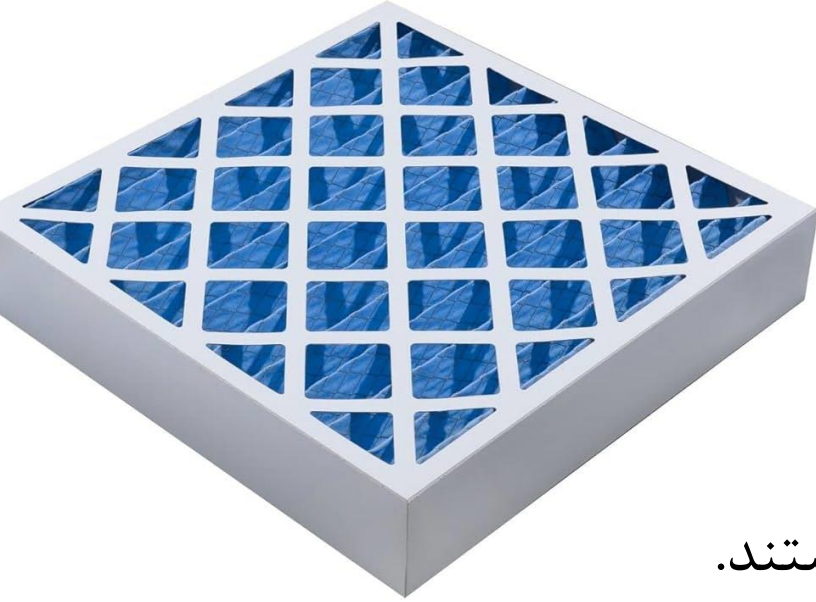
► فیلترهای فلزی یا توری معمولاً از جنس آلومینیوم بوده و در ابعاد مختلف قابل ساخت و عرضه هستند. راندمان این فیلترها در طبقه G2 قرار دارد.

یکی از کاربردهای این نوع فیلترها به عنوان اولین پیش فیلتر در هواسازها است. این فیلترها ذرات خیلی درشت، چربی و روغن را به دام می‌اندازند. در هواسازها معمولاً به شکل V و در برخی موارد صاف گذاشته می‌شوند.

► این فیلترها قابل شستشو و استفاده مجدد هستند. با توجه به اینکه جنس فیلترهای سیمی از جنس آلومینیوم هستند زنگ نمی‌زنند.



فیلترهای کفی پلیتد سری G



- فیلترهای کفی پلیتد به فیلترهای سری G معروف هستند.
- حرف G از واژه GROSS به معنای گروه ذرات درشت گرفته شده است.
- نوع متداول G2 با توجه به راندمان پایین به صورت سیمی آلومینیومی و نوع کفی پلیتد آن G4 ساخته می‌شوند.
- در بین فیلترهای کفی پلیتد نوع G4 آن کاربرد زیادی دارد.
- این فیلترها به صورت چین خورده در قاب مقوایی یا گالوانیزه قرار می‌گیرند.
- رنگ فیلتر G4 به رنگ سفید یا آبی است.

فیلترهای کیسه ای سری M



▶ فیلترهای کیسه ای در دو سری M و F تولید می گردند.

▶ عمق روتین آن ها ۳۰ و ۶۰ سانتی متر هستند.

▶ واژه M از Medium گرفته شده است و برای ذرات سایز متوسط مناسب هستند .

▶ فیلتر های کیسه ای M در دو کلاس M5 و M6 طبقه بندی می شوند.

▶ مطابق استاندارد EN779 فیلتر کیسه ای M5 به طور متوسط بین ۴۰ الی ۶۰ درصد راندمان دارند.

▶ فیلترهای کیسه ای M6 نیز به طور متوسط بین ۶۰ الی ۸۰ درصد راندمان دارند.

▶ فیلتر M5 به رنگ نارنجی و سفید و فیلتر M6 با رنگ سبز مشخص می شوند.

فیلترهای کیسه ای سری F



▶ فیلترهای کیسه ای سری F برای ذرات ریز یا Fine استفاده می گردند و حرف F نیز به این منظور انتخاب شده است.

▶ فیلترهای کیسه ای کاربرد زیادی در هواسازها دارند.

▶ متوسط راندمان فیلتر کیسه ای F7 برای ذرات با قطر ۰.۴ میکرون ۸۰ الی ۹۰ درصد، F8 دارای متوسط راندمان ۹۰ الی ۹۵ درصد و **فیلتر کیسه ای F9 بیش از ۹۵ درصد** است.

▶ فیلتر کیسه ای F7 رنگ صورتی، F8 رنگ **زرد** و فیلتر کیسه ای F9 به رنگ سفید تولید می شوند.

▶ علت استفاده از این فیلترها ها افزایش عمر راندمان فیلتر اصلی هپا است در حقیقت با گرفتن و بدام اندازی عمده ذرات و جداسازی آن از هوا، غلظت ذرات در هوایی که به فیلتر هپا می رسد کم شده و باعث افزایش عمر آنها می شوند.



فیلترهای هپا

▶ فیلترهای هپا راندمان بالایی برای ذرات خیلی ریز و میکروارگانیسم ها دارند.

▶ فیلتر هپا به عنوان فیلترهای نهایی در سیستم هایی تهویه بیمارستانی و دارویی مانند هواسازهای هارژنیک و هودهای بیولوژیک یا شیمی درمانی استفاده می شوند.

▶ واژه هپا از High Efficiency Particulate Air گرفته شده است.

▶ جنس فیلترها از کاغذ فایبرگلس هستند. نوع H13 آن مخصوص بیمارستان بوده و راندمان کلی آن ها برای ذرات ۰.۳ میکرون ۹۹.۹۵ درصد (۹۹.۹۷٪ به صورت مقطعی) است.

▶ این فیلترها به صورت هپای مرکزی قابل نصب در هواساز و مینی پلنیت قابل کاربرد در دریچه انتهایی و هودها قابل استفاده هستند.



کلاس بندی فیلترهای هپا

EN 1822

FILTER CLASS	INTEGRAL VALUE		LOCAL VALUE	
	EFFICIENCY %	PENETRATION %	EFFICIENCY %	PENETRATION %
E10	≥ 85	≤ 15	—	—
E11	≥ 95	≤ 5	—	—
E12	$\geq 99,5$	$\leq 0,5$	—	—
H13	$\geq 99,95$	$\leq 0,05$	$\geq 99,75$	$\leq 0,25$
H14	$\geq 99,995$	$\leq 0,005$	$\geq 99,975$	$\leq 0,025$
U15	$\geq 99,9995$	$\leq 0,0005$	$\geq 99,9975$	$\leq 0,0025$



▶ باور نادرست و روش‌های غیر علمی تعیین زمان تعویض فیلترها

فیلترها چندماه یکبار تعویض کنیم؟
فیلترها را پس از چند ساعت کارکرد تعویض کنیم؟

▶ یکی از روش‌های علمی، دقیق و نسبتاً ارزان جهت تعیین زمان تعویض فیلترها، پایش افت فشار فیلترها است.

با پایش اختلاف فشار تفاضلی فیلترها در زمان اولیه و رسیدن به افت فشار نهایی می‌توان زمان تعویض فیلترها را تعیین کرد.

تعویض فیلتر مورد استفاده در هواساز

در رابطه با فیلترهای مورد استفاده در هواسازها، قبل و بعد از هر فیلتر یک روزنه یا کانکتور ایجاد می‌گردد و با اتصال آن به دو سمت دستگاه تست فشار، اختلاف فشار تفاضلی آن به دست می‌آید.

اگر دستگاه افت فشار نهایی را نشان دهد موعد تعویض فیلترها فرار رسیده است.



حال باید بدانیم افت فشار نهایی فیلترهای هواساز چقدر است؟

با توجه به اهمیت موضوع افت فشار نهایی در ۲ برابر افت فشار اولیه در نظر گرفته می شود

یعنی اگر افت فشار اولیه فیلترهای هواساز مانند هپا در ابتدا ۲۵۰ پاسکال باشد در افت فشار ۵۰۰ پاسکال فیلتر هپا باید تعویض گردد.

یا در فیلترهای کیسه ای هواساز اگر افت فشار اولیه ۱۰۰ پاسکال است در افت فشار ۲۰۰ پاسکال باید تعویض گردد.

فیلترهای مورد استفاده در هودهای آزمایشگاهی

▶ در فیلترهای مورد استفاده در هودهای آزمایشگاهی مانند هودهای بیولوژیک می‌توان با استفاده از تجهیز اختلاف فشار تفاضلی جدا یا متصل به پنل کنترل دائما آن را پایش کرد این موضوع اهمیت ویژه ای دارد چرا که آلوده نشدن نمونه وابسته به کارایی فیلتر هپا است.

هودهای آزمایشگاهی



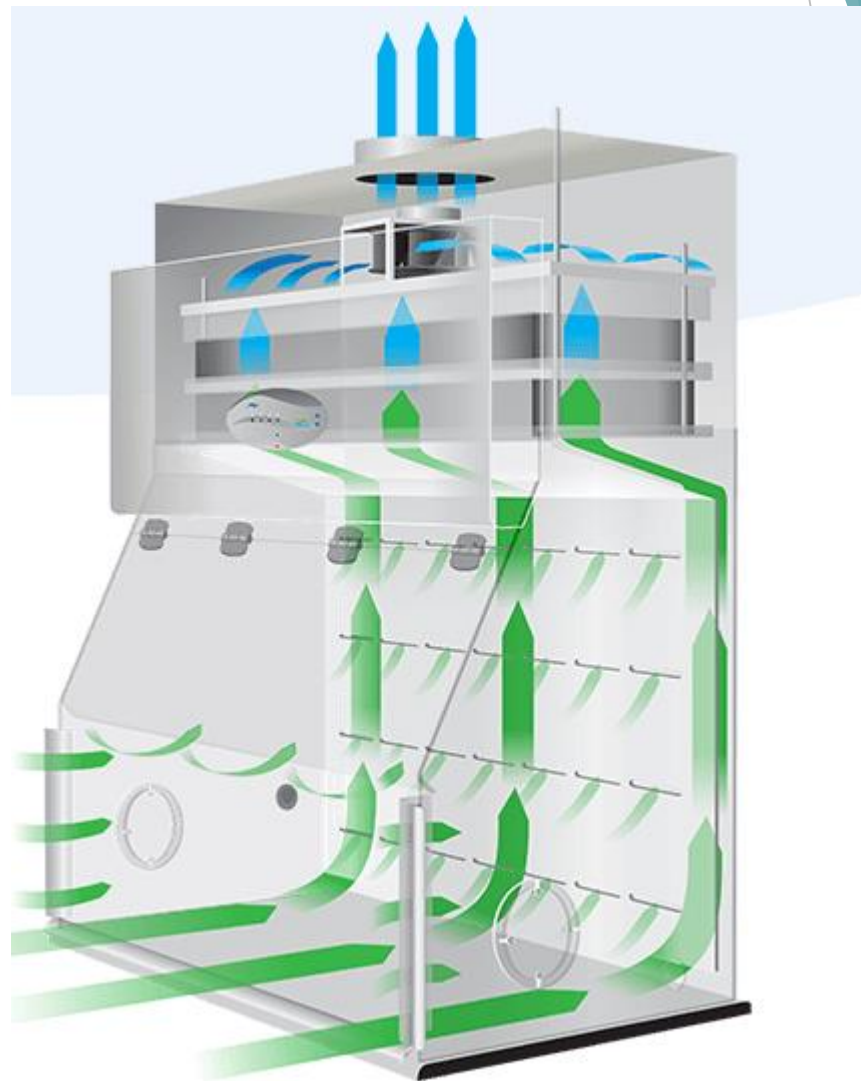
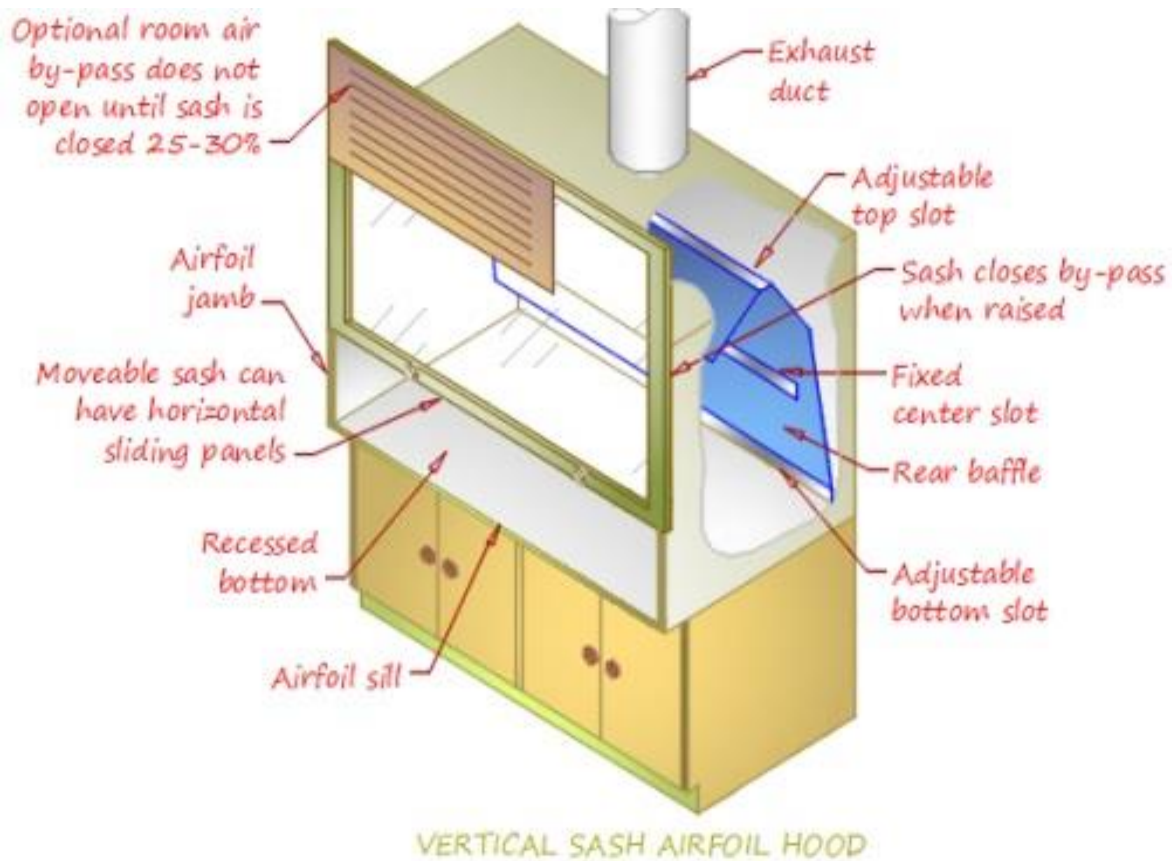
هودهای کلاس ۱ / هود فیوم (هود شیمیایی)

- ▶ این هود ها برای کار با مواد شیمیایی که در آزمایشگاه ها استفاده می شود کاربرد دارند
- ▶ سرعت توصیه شده برای این گونه هود ها 80-100 fpm در دهانه باز هود است
- ▶ سرعت در اسلات حداقل ۲۰۰۰ فوت بر دقیقه
- ▶ سرعت در کانال 1000-2000 fpm کمتر نباید باشد
- ▶ هودهای کلاس ۱ همانند هودهای فیوم یا شیمیایی هستند با این تفاوت که در خروجی هودهای کلاس ۱ فیلتر هپا قرار دارد.



هود فیوم (هود شیمیایی)

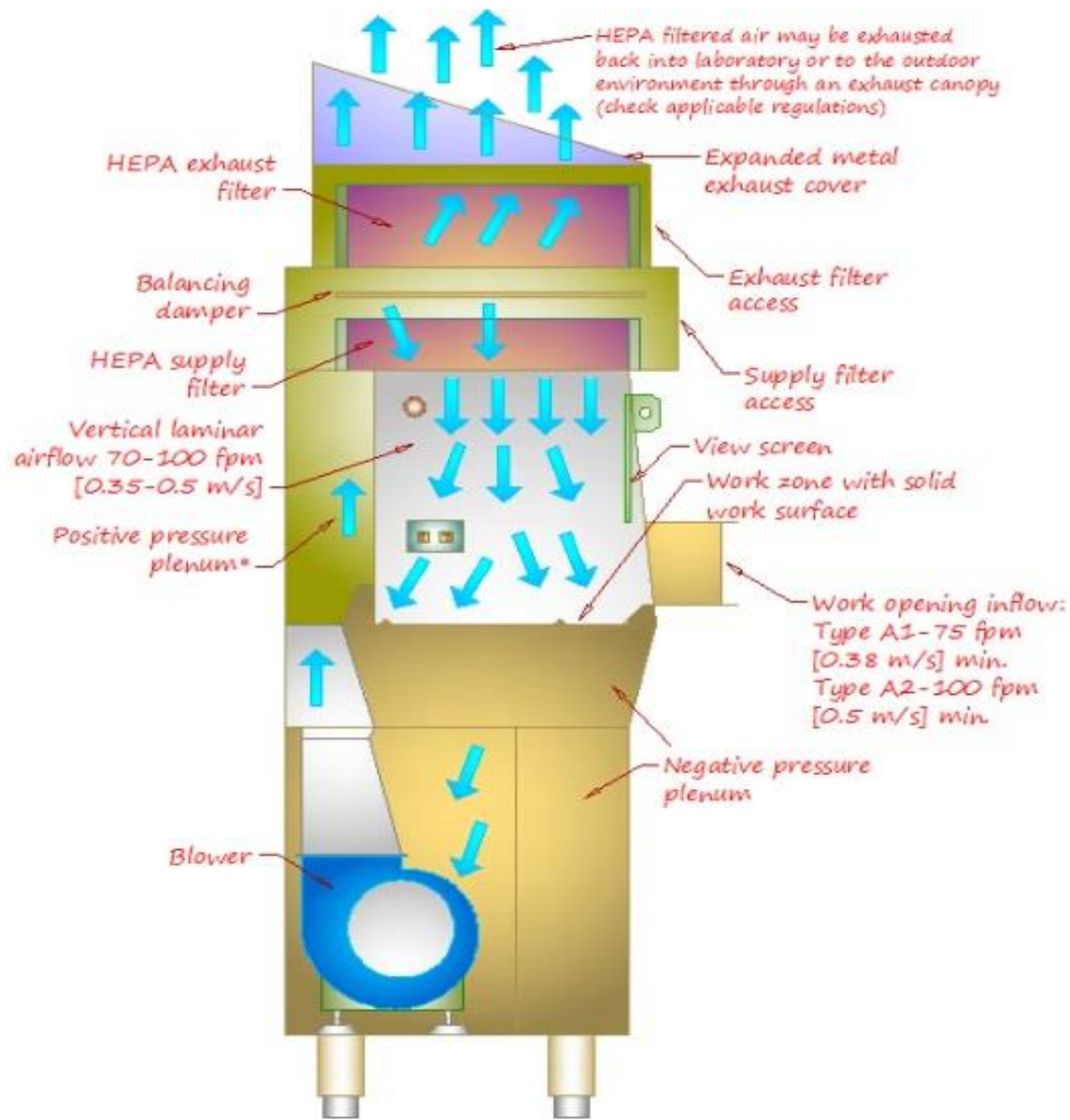
هودهای کلاس ۱



هودهای کلاس ۲

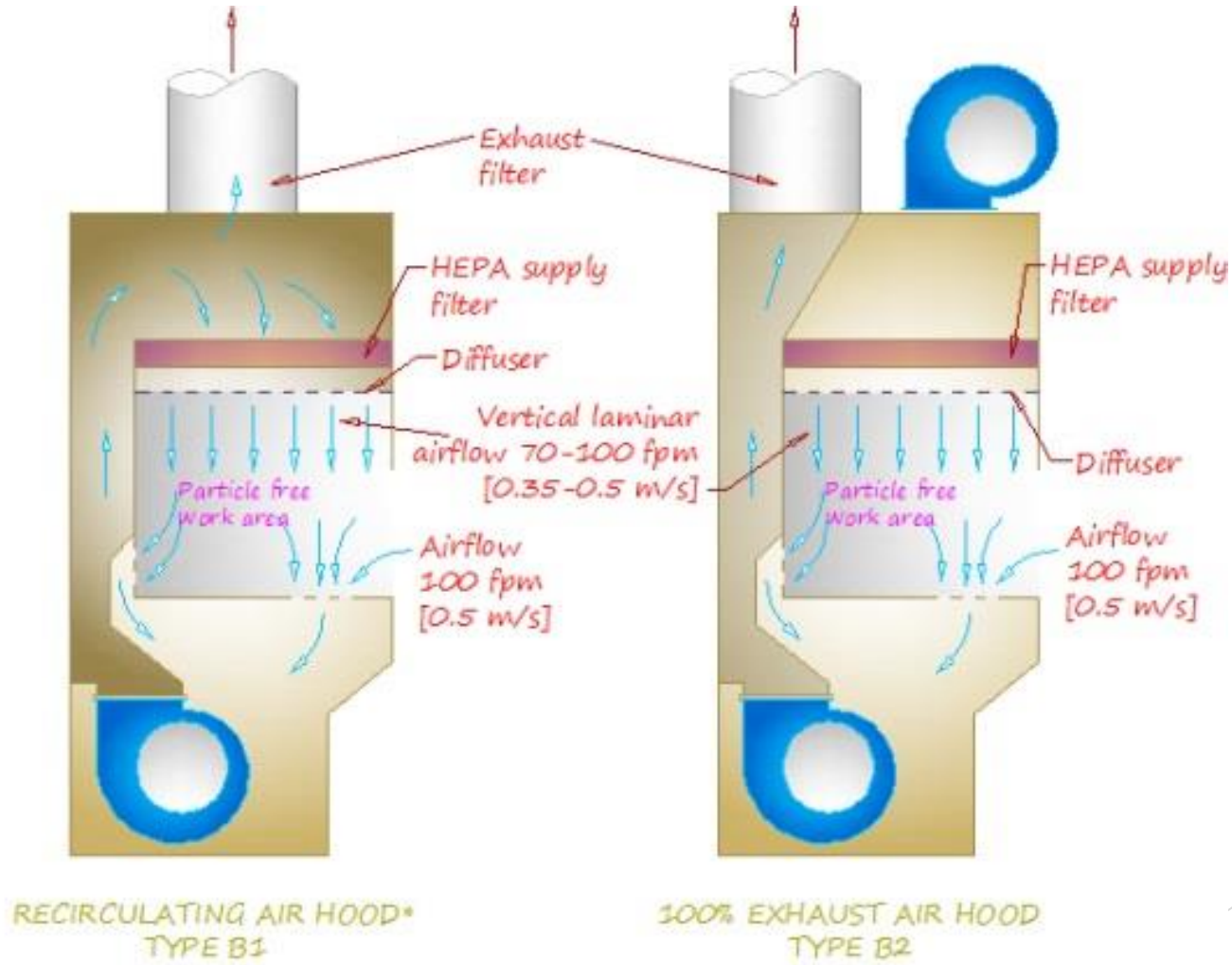
- ▶ این هودهای برای کار با نمونه های بیولوژیک کاربرد دارند.
- ▶ در داخل محفظه کار این هودها جریان هوا باید لامینار باشد.
- ▶ به دو نوع A و B تقسیم بندی می شوند که هر کدام دارای انواع ۱ و ۲ هستند.
- ▶ سرعت در فضای کار (لامینار) ۷۰ الی ۱۰۰ فوت بر دقیقه توصیه میشود که هوای ورودی باید از یک فیلتر هپا با راندمان بالا عبور کند.
- ▶ سرعت در فضای خالی رو به شخص آزمایشگر در هود A1 ۷۵ در باقی هودها ۱۰۰ فوت بر دقیقه توصیه می شود.
- ▶ این نوع هود ها هم از نمونه هم از شخص آزمایشگر محافظت می کنند.

هودهای کلاس ۲ تیپ A

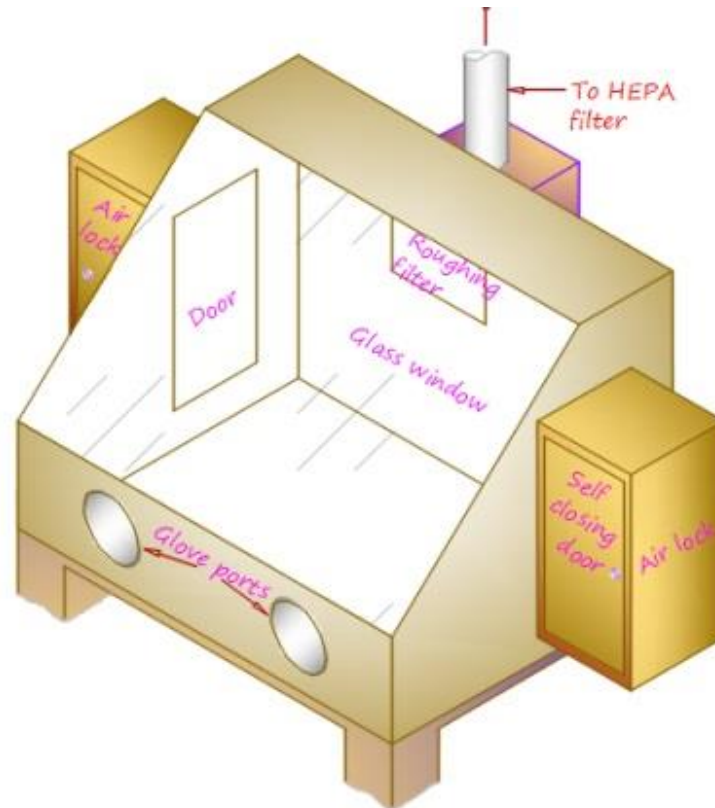


CLASS II TYPE A

ہود کلاس ۲ تیپ B



هود دستکش دار برای کار با مواد شیمیایی سمی خطرناک یا رادیواکتیو

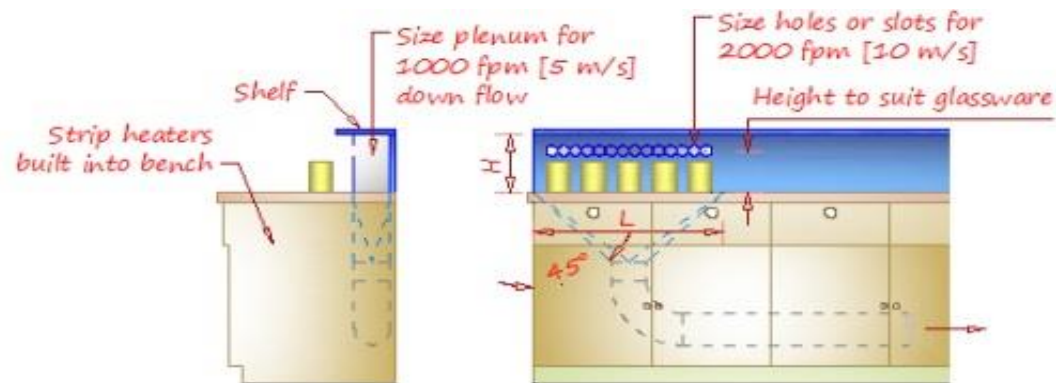


هود شیمی درمانی LFGI مجهز به PASS BOX



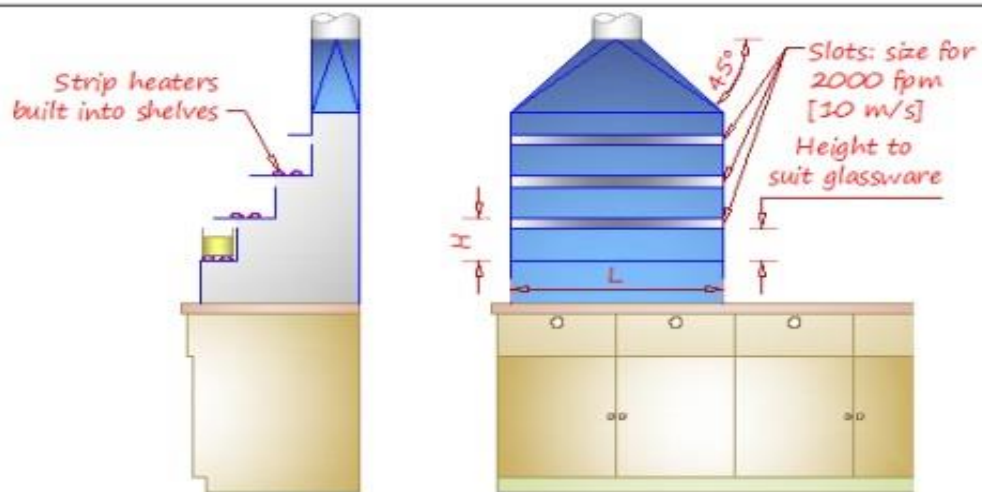
- ▶ این هودها در اصل یک نوع هود B2 با حفاظت بیشتر هستند که برای مواد خطرناک شیمی درمانی استفاده می‌شوند.
- ▶ دارای باکس ورود نمونه هستند که مجهز به سیستم ایرلاک می‌باشند.
- ▶ جریان هوای لامینار که از پیش فیلتر و فیلتر هپا عبور می‌کند موجب حفاظت نمونه و عدم تماس کاربر به واسطه دستکس، فشار منفی داخل هود و موقعیت و نحوه ورود هوا موجب حفاظت کاربر می‌شود.

هود کناری اسلات دار



EVAPORATION BENCH

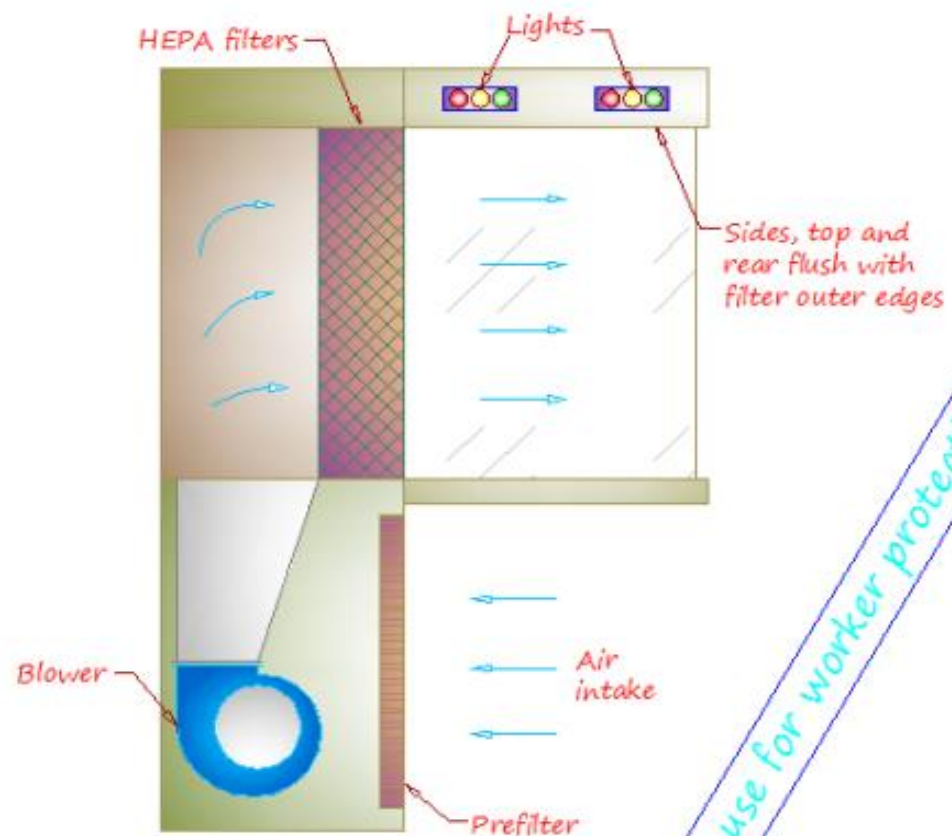
$Q = 20 \text{ acfm/ft}$ [$0.03 \text{ am}^3/\text{s/m}$] of hood or 50 [0.25] LH
 Duct velocity $\geq 2000 \text{ fpm}$ [10 m/s]
 $h_e = 1.78 \text{ VP}_s + 0.25 \text{ VP}_d$



EVAPORATION HOOD



هود میز تمیز

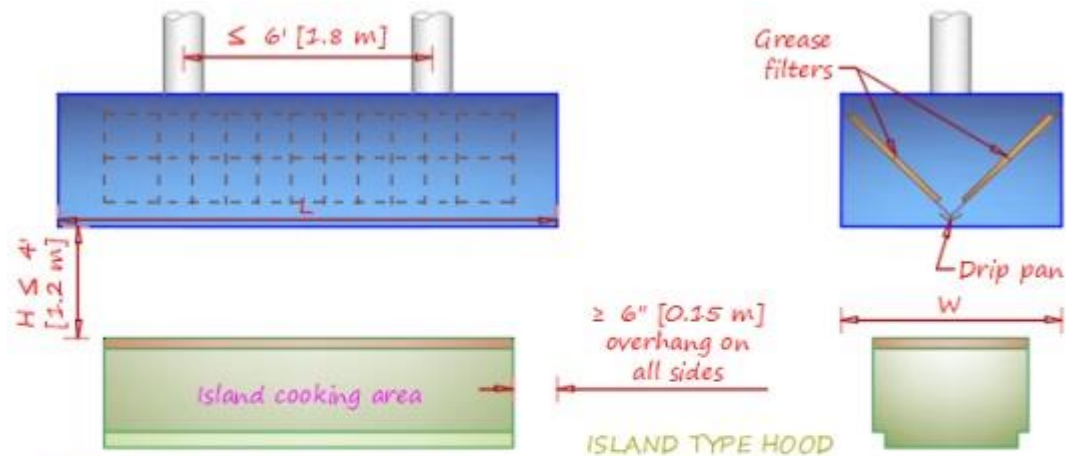


Do not use for worker protection

تهویه آشپزخانه



هود جزیره ای



See VS-30-05 for hood exhaust flow.

P = perimeter of hood = $2 (W + L)$

Duct velocity = 1000-4000 fpm [5-20 m/s], to suit conditions

$F_h = 0.6$ (straight take off) and $F_h = 0.25$ (tapered take off)

Add maximum filter resistance 0.1"wg [2.5 mm] to calculate hood static pressure

Note: See VS-30-11 for information about filters and fans and range hoods.

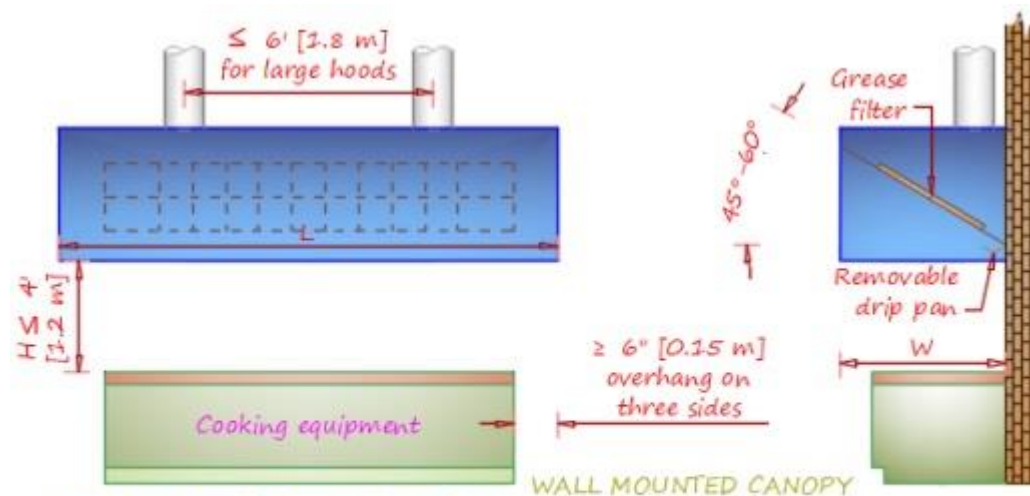


KITCHEN RANGE HOODS

VS-30-10

Date 1-19

هود دیواری



WALL MOUNTED CANOPY

See VS-30-05 for hood exhaust flow.

P = perimeter of hood = $2W + L$

Duct velocity = 1000-4000 fpm [5-20 m/s], to suit conditions

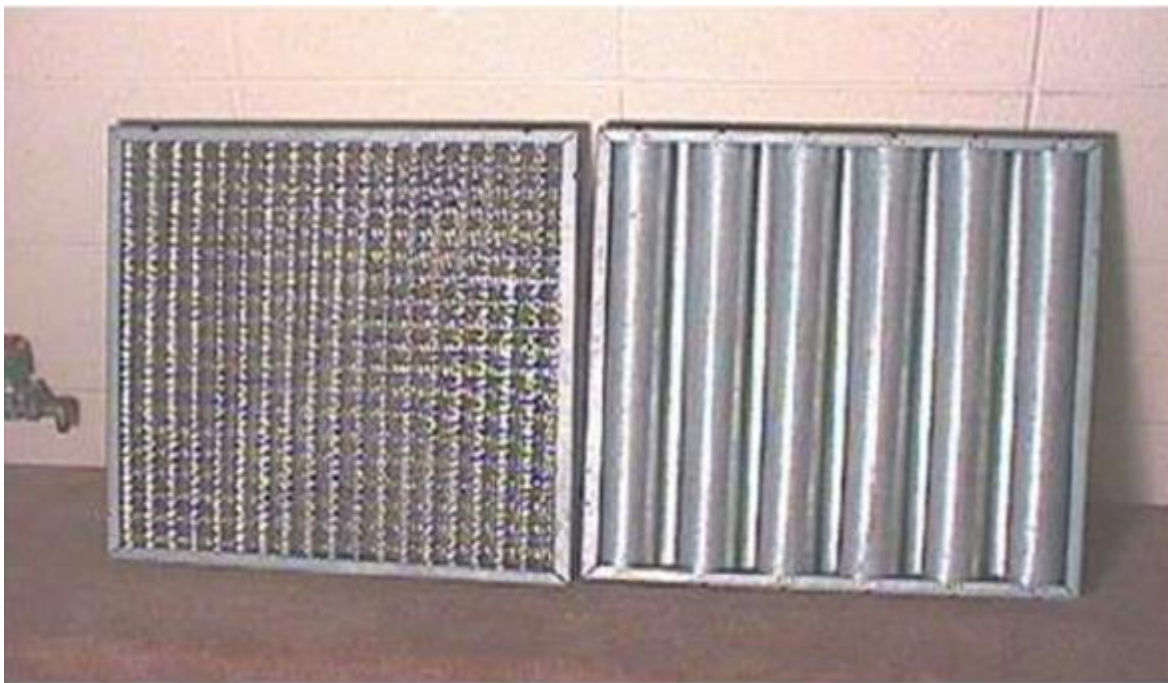
$F_h = 0.6$ (straight take off) and $F_h = 0.25$ (tapered take off)

Add maximum filter resistance 0.1"wg [2.5 mm] to calculate hood static pressure

سرعت های پیشنهادی برای هودهای آشپزخانه

Type of kitchen hood, acfm/linear ft [$\text{am}^3/\text{s}/\text{linear m}$] of hood length

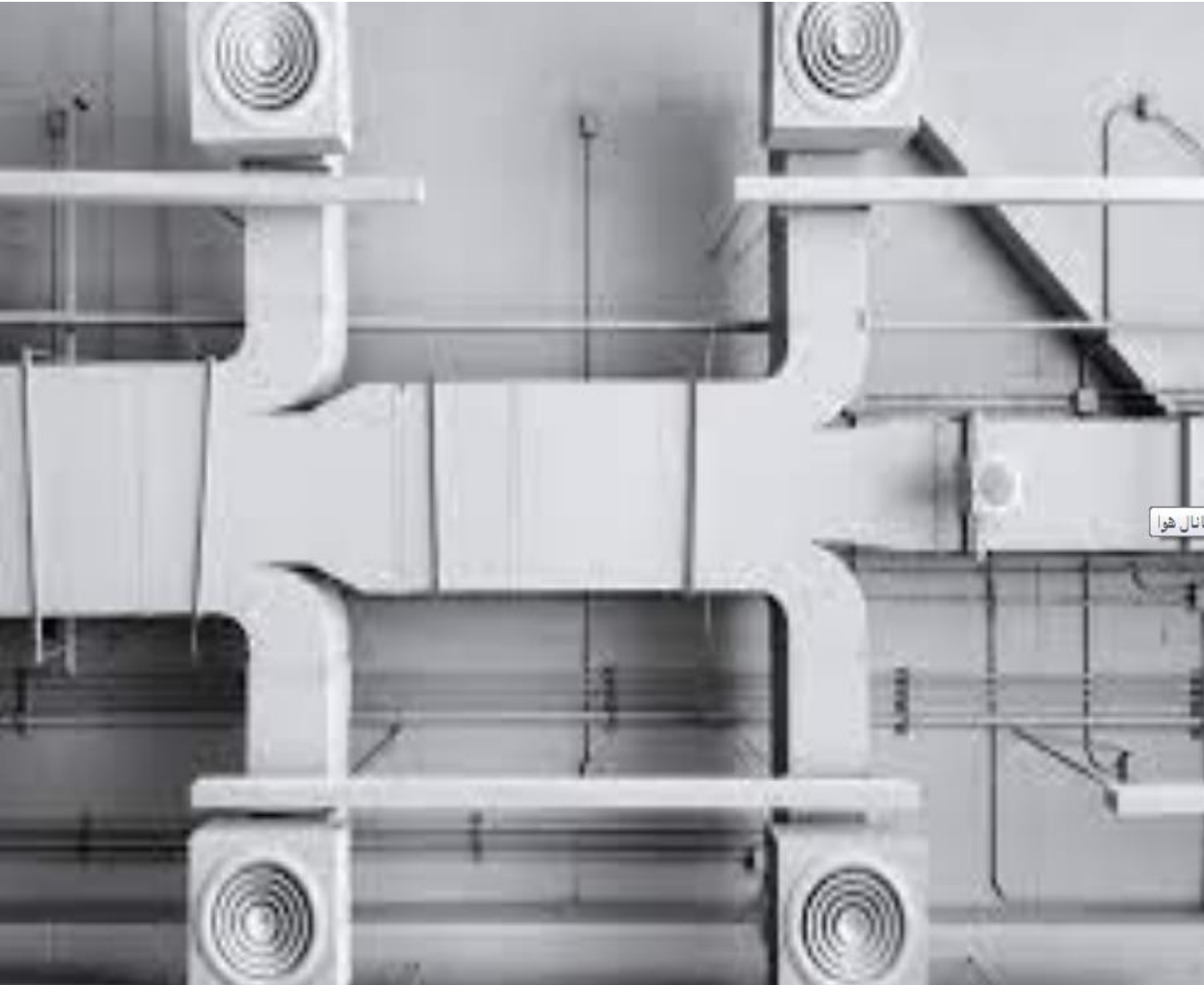
Type	Kitchen appliance duty	Wall mounted canopy	Island single	Canopy double per side	Back shelf
1	Extra heavy duty	550 [0.85]	700 [1.09]	550 [0.85]	NA NA
	Heavy duty	400 [0.62]	600 [0.93]	400 [0.62]	400 [0.62]
	Medium duty	300 [0.47]	500 [0.78]	300 [0.47]	300 [0.47]
	light duty	200 [0.31]	400 [0.62]	250 [0.39]	250 [0.39]
2		200 [0.31]	400 [0.62]	250 [0.39]	250 [0.39]



فیلترهای مورد استفاده در هودهای آشپزخانه‌ای: فیلتر مش‌دار (سمت چپ تصویر) و فیلتر چربی گیر بافل (سمت راست تصویر)

استاندارد NFPA96 استفاده از فیلترهای مش‌دار را به دلیل افزایش خطرات حریق بواسطه تجمع چربی‌ها ممنوع کرده است.

کانال ها



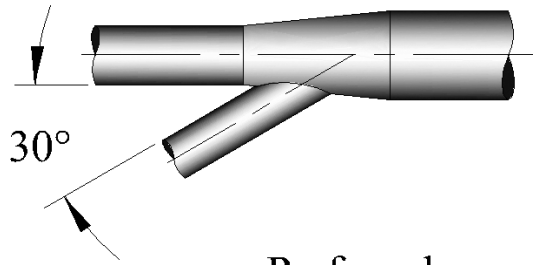
انواع کانال ها

- ▶ کانال های چهار گوش (کولری)
- ▶ کانال های گرد

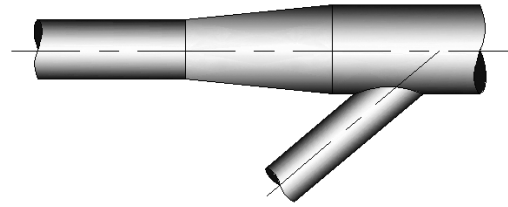
در سیستم های تهویه کانال های گرد ترجیح داده می شود



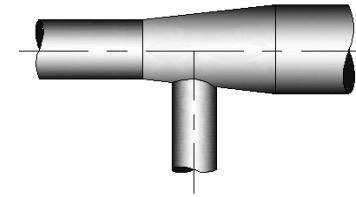
اصول کانال کشی



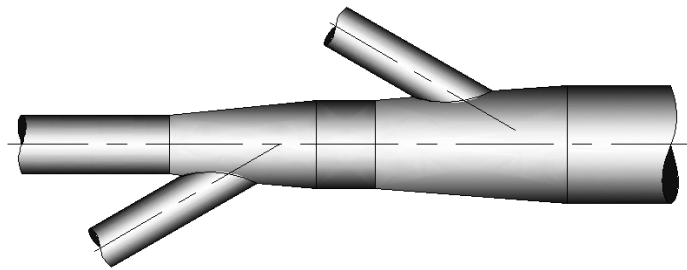
Preferred



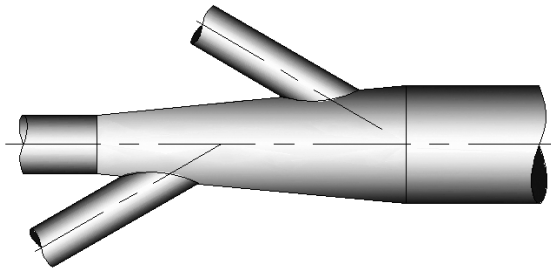
Not Recommended



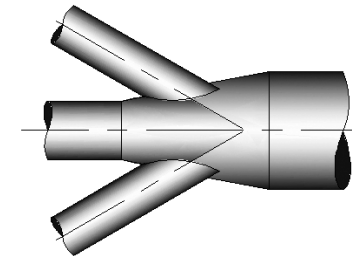
Avoid



Preferred

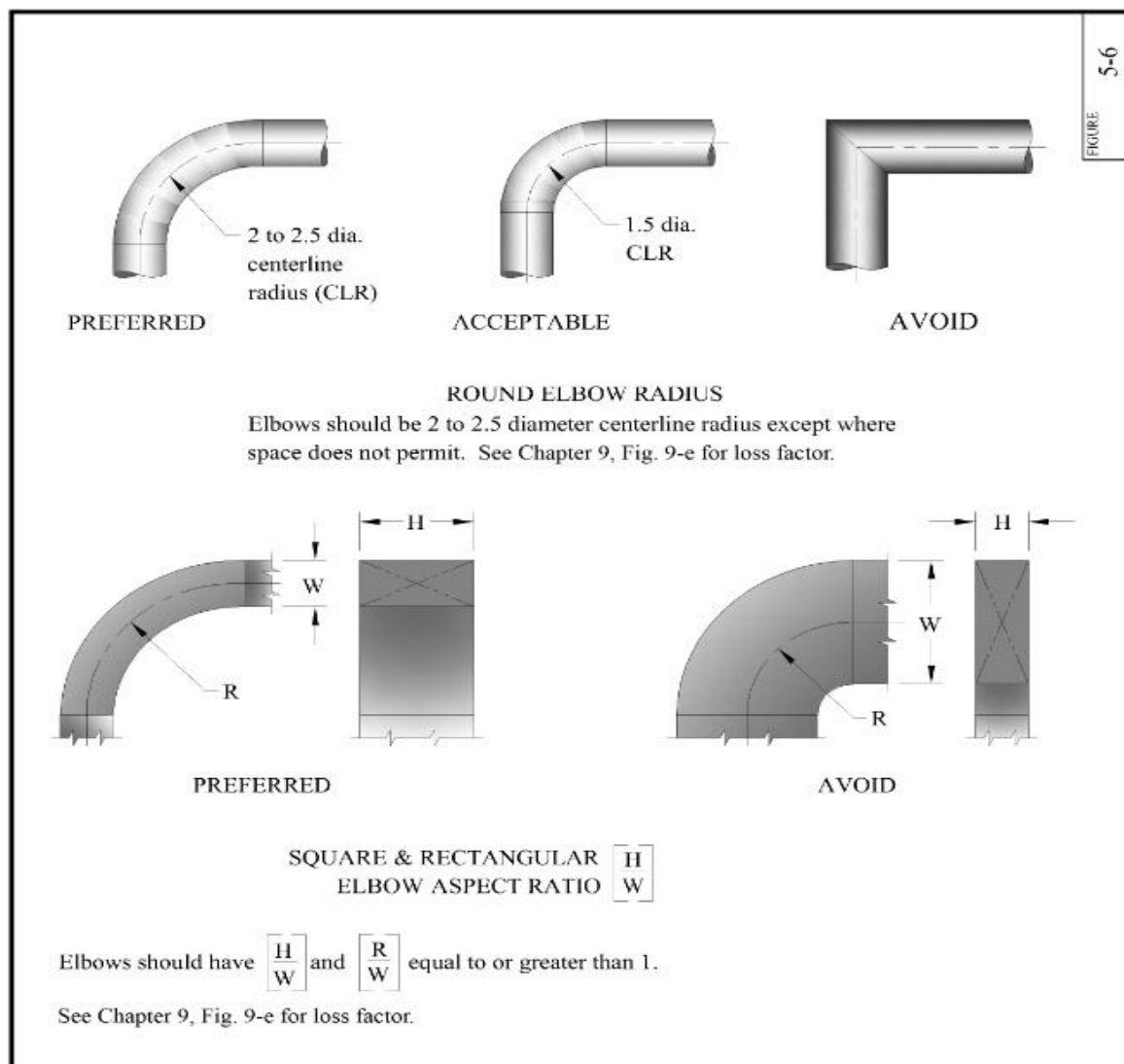


Acceptable
Branch Entry



Avoid

شعاع گردش مناسب زانویی



ضرایب افت زانوهای مختلف

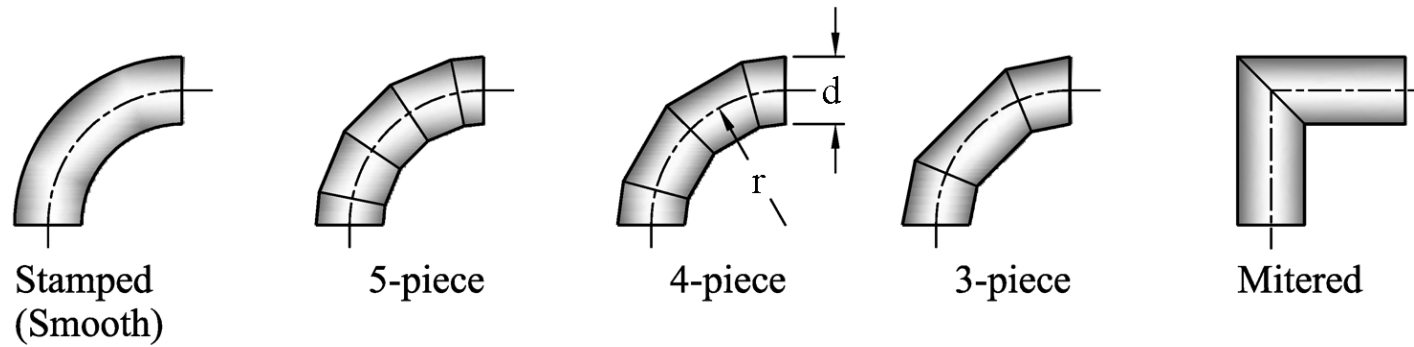
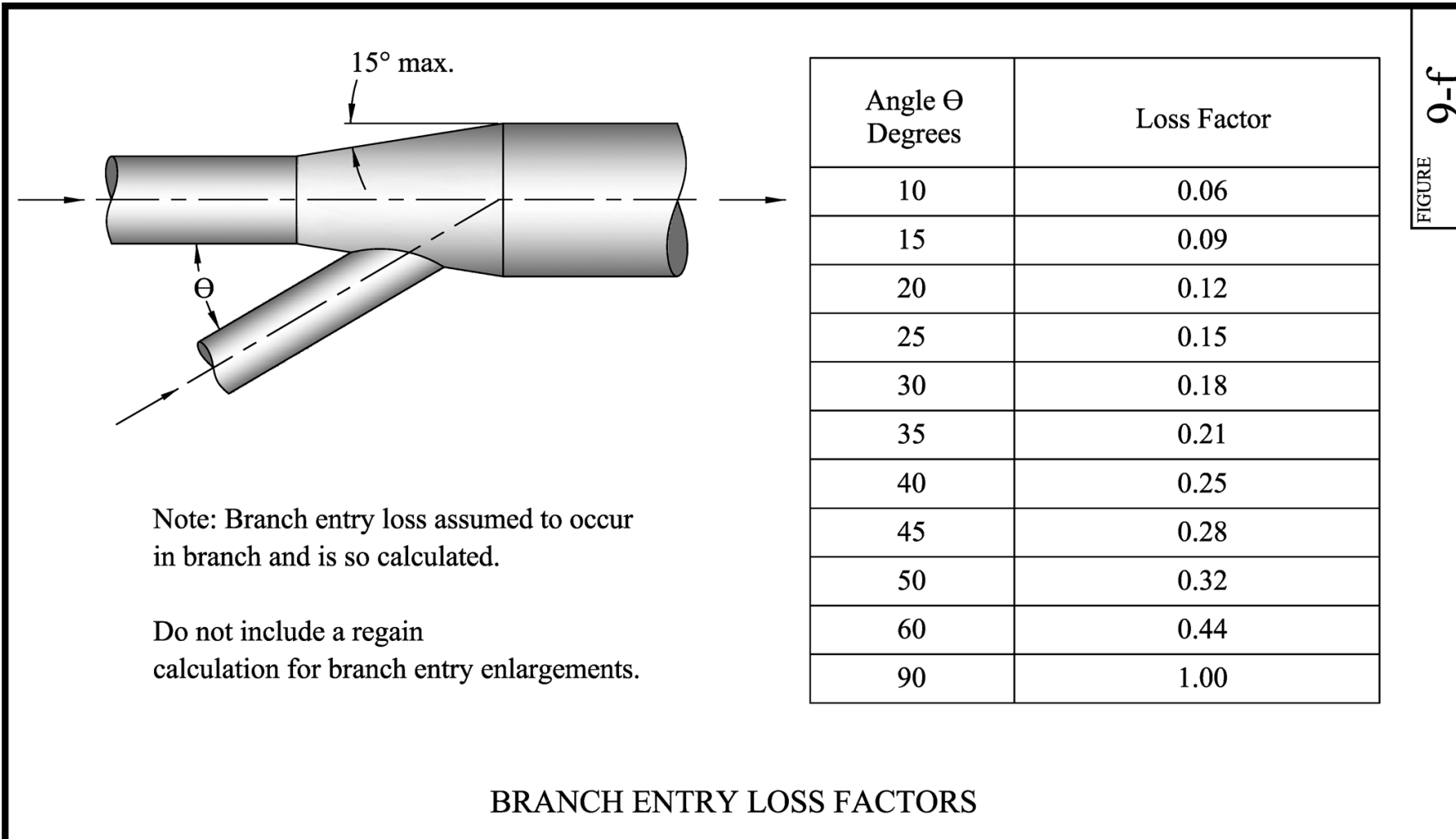


FIGURE 9-e

	r/d				
	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
Stamped	0.33	0.22	0.15	0.13	0.12
5-piece	0.46	0.33	0.24	0.19	0.17*
4-piece	0.50	0.37	0.27	0.24	0.23*
3-piece	0.54	0.42	0.34	0.33	0.33*

* extrapolated from published data

ضرایب افت فشار ورودی انشعابات (سراهی ها)



اصول کانال کشی

FIGURE 5-9



See Chapter 9, Figure 9-d

Preferred

AVOID

DUCT ENLARGEMENTS

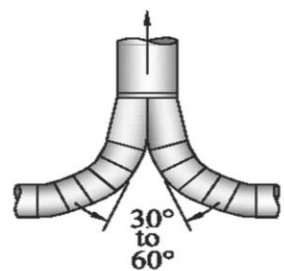


See Chapter 9, Figure 9-d

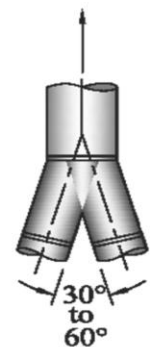
Preferred

AVOID

DUCT CONTRACTIONS

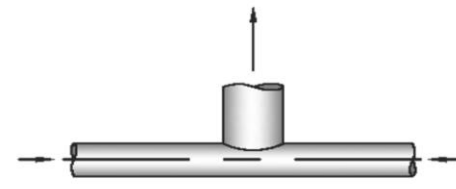


Preferred



Preferred

SYMMETRICAL WYES



AVOID

نکته مهم

▶ جنس کانال در سیستم تهویه MRI باید غیر آهنی باشد.

انواع هواکش ها (فن ها)

▶ محوری (آکسیال)

▶ گریز از مرکز (سانتریفیوژ)

■ تیغه خمیده به جلو (Forward)

■ تیغه خمیده به عقب (Backward)

■ تیغه شعاعی (Radial)

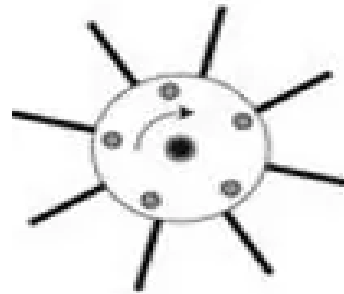
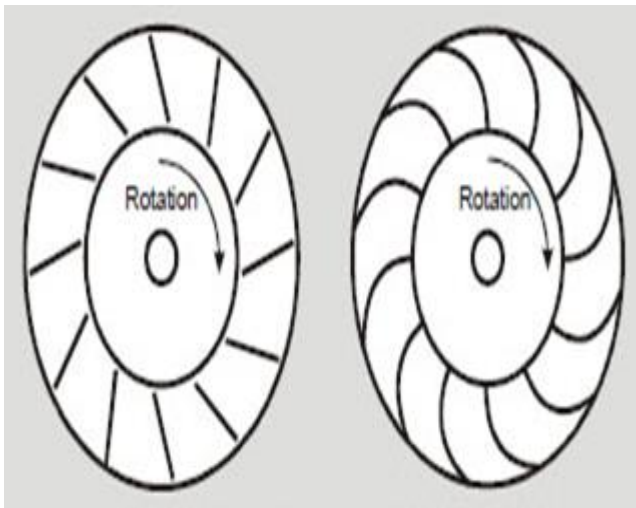
▶ انواع مخصوص

فن های **سانتریفیوژ** بیشترین کاربرد را در تهویه صنعتی دارند

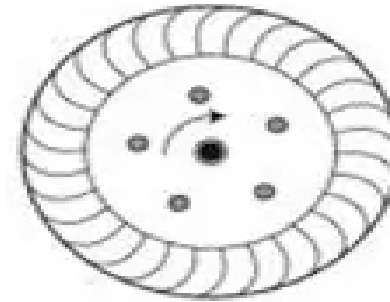
برای ذرات و فیوم خصوصا **ذرات خورنده** از فن سانتریفیوژ با **تیغه شعاعی**

برای **گاز و بخار و میست** فن سانتریفیوژ با **تیغه خمیده به عقب** استفاده می شود

جهت چرخش پروانه فن مشخصه تعیین کننده مهم در هواگذر حجمی



Radial blades



Forward curved blades

هواکش محوری (آکسیال)

▶ از هواکش های آکسیال برای تهویه عمومی استفاده می شود.



هواکش سانتریفیوژ



عوامل موثر در انتخاب هواکش

▶ ظرفیت

- گذر حجمی (دبی)
- فشار مورد نیاز

▶ جریان هوا

- نوع مواد انتقال دهنده
- مواد قابل انفجار یا قابل اشتعال
- مواد خورنده
- هوای داغ

▶ محدودیت های فیزیکی

▶ سر و صدا



ارزیابی سیستم‌های تهویه



نکات مهم ارزیابی سالیانه سیستم های تهویه بیمارستان

▶ در ارزیابی سالیانه سیستم تهویه بیمارستان باید موارد ذیل مورد توجه قرار گیرد:

(۱) اندازه گیری کامل میزان جریان هوای ورودی و خروجی اتاق

(۲) محاسبه میزان تعویض هوای اتاق ها

(۳) اندازه گیری اختلاف فشار اتاق ها

(۴) بررسی کیفیت هوای اتاق ها

اندازه گیری کامل میزان جریان هوای ورودی و خروجی اتاق



محاسبه میزان تعویض هوای اتاق ها

$$ACH = \frac{Q}{V}$$

اندازه گیری اختلاف فشار اتاق ها



بررسی کیفیت هوای اتاق ها



سیستم های تهویه ممکن است پس از نصب و راه اندازی به دلایل زیر کارایی لازم را نداشته و یا از دست بدهند:

الف- اشکال در طراحی اولیه

ب- تغییرات سیستم بدون طراحی مجدد

ج- اقدامات عملیاتی ضعیف

د- عدم پایش و نگه داری سیستم یا پایش و نگه داری سیستم به صورت ضعیف و اشتباه.

▶ زمانی یک اقدام کنترلی می تواند موثر می باشد که به خوبی طراحی شود، از طرفی دیگر، پس از نصب به طور مناسبی پایش، تعمیرات و نگهداری روی آن صورت گیرد.

▶ لذا به منظور اطمینان از مطابقت سیستم با معیارها و استانداردهای طراحی، نیاز است سیستم های تهویه پایش شوند.

▶ با پایش سیستم نواقص آن شناسایی می شود و خروجی داده های حاصل از آن مستندی خواهد بود که می توان از طریق آن سیستم را اصلاح یا طراحی مجدد کرد.

پایش سیستم های تهویه بیمارستانی با در نظر گرفتن رهنمودهای بیمارستانی،
معیارها و استاندارد های **ASHRAE**، در سیستم های مکنده موضعی به صورت
بازرسی فیزیکی (سخت افزاری)، اندازه گیری عملیاتی (نرم افزاری) با استناد به
استاندارد ACGIH و پایش اثر بخشی کاهش مواجهه می تواند انجام شود.

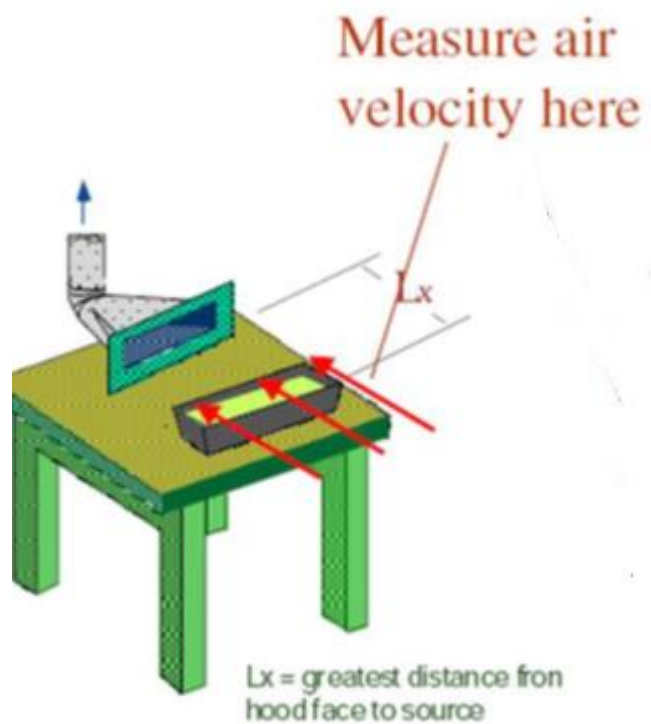
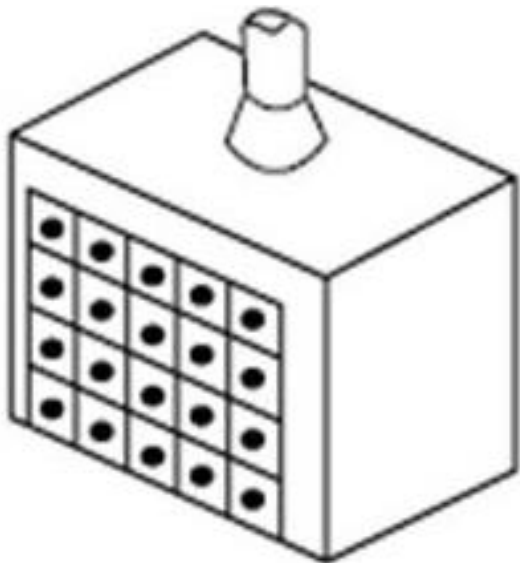
ارزیابی کارایی هود

سنجش پارامترهای عملیاتی و نرم افزاری:

سرعت جریان باد در سطح دریچه ها توسط بادسنج پره ای و آنومتر حرارتی مطابق با استاندارد ASHRAE انجام می گیرد.

سرعت در دهانه و سرعت ربایش هود توسط آنومتر حرارتی با توجه به دستورالعمل ها، اندازه گیری و با VS های استاندارد ACGIH مقایسه می شود و انحرافات از استاندارد تهویه مشخص می گردد.

نقاط اندازه‌گیری در هودهای اتاقکی و بیرونی



اندازه‌گیری سرعت جریان در دهانه هود شیمیایی

اندازه‌گیری سرعت جریان هوا در دهانه هود بر اساس استاندارد
ASHRAE 110 انجام می‌گیرد

دهانه هود به مربع های 30×30 سانتی متر تقسیم شده و اندازه‌گیری در
وسط مربعات انجام می‌گیرد

اندازه‌گیری با آنومتر حرارتی انجام می‌گیرد

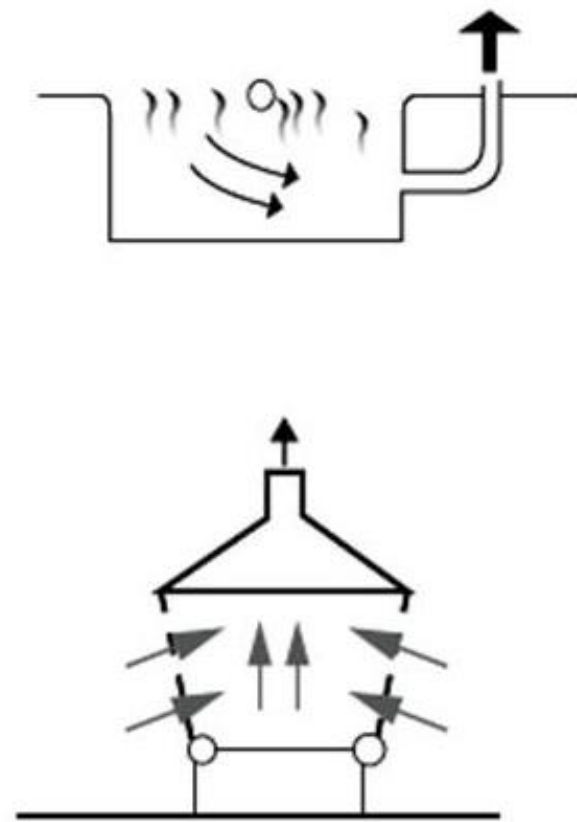
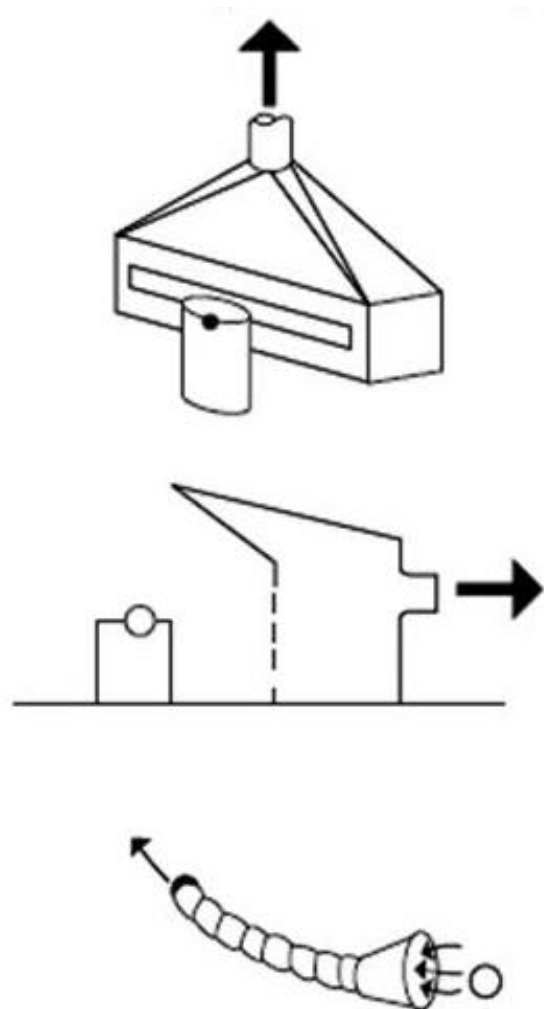
اندازه‌گیری در موقعیت پنجره ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ انجام می‌پذیرد

سرعت در دهانه هود مطابق با استاندارد ASHRAE ۱۲۰-۸۰ فوت بر
دقیقه و بر اساس ACGIH ۱۰۰-۸۰ فوت بر دقیقه است

سرعت در دهانه بیش از ۱۲۵ فوت بر دقیقه موجب برگشت آلاینده خواهد
شد

پرکلریک اسید تنها ماده ای است که به سرعت بیشتر ۱۴۰ فوت بر دقیقه
نیاز دارد که در شرایط خاص اپراتوری و موقعیت پنجره انجام می‌گیرد.





تعیین مواجهه فردی کارگران: برای تایید راندمان سیستم تهویه مواجهه کارکنان با ذرات/بیوآئروسولها یا گازها و بخارات با متدهای نمونه برداری و آنالیز NIOSH یا OSHA انجام و با حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار (OEL) مقایسه می گردد.

▶ نمونه برداری محیطی: برای تعیین میزان آلودگی محیطی در هوا از نمونه

برداری محیطی استفاده می گردد.

► **بازرسی سخت افزاری هود:** هودها از نظر شکل، ابعاد، خوردگی، سایش،

انسداد دهانه، نوع و موقعیت قرارگیری، نشت یا فرار آلاینده مورد بررسی

قرار می گیرند.

خوردگی هود و گیر افتادن مواد در هود



ارزیابی سیستم کانال کشی

ارزیابی سخت افزاری کانال: کانال، اتصالات و تبدیل‌ها از نظر ابعادی، خوردگی، سایش، انسداد، زاویه اتصال، نصب اصولی، ضربه و ... بررسی می‌شوند.

نشست ذرات در کانال



بازرسی دوره ای هواساز

بازرسی فیزیکی هواساز

- ▶ بازرسی فیلترها از نظر درزبندی و افت فشار
- ▶ بازرسی تمیزی و نشستی در کویل گرم و سرد
- ▶ بازرسی مسیر درین کویل
- ▶ بازرسی دربها از نظر درزبندی
- ▶ بازرسی دمپرها
- ▶ بازرسی تمیزی لامپ UV-C
- ▶ بازرسی تمیزی داخل هواساز
- ▶ بازرسی لرزش فن

نمونه ای از تجمع گرد و خاک و فضولات پرندگان در داخل هواساز



بازرسی نوع فن و عملکرد آن در هواساز



نکته: استفاده از فن پولی تسمه در هواساز هایژنیک ممنوع است.

نمونه ای از موقعیت نادرست دمپر هوای تازه

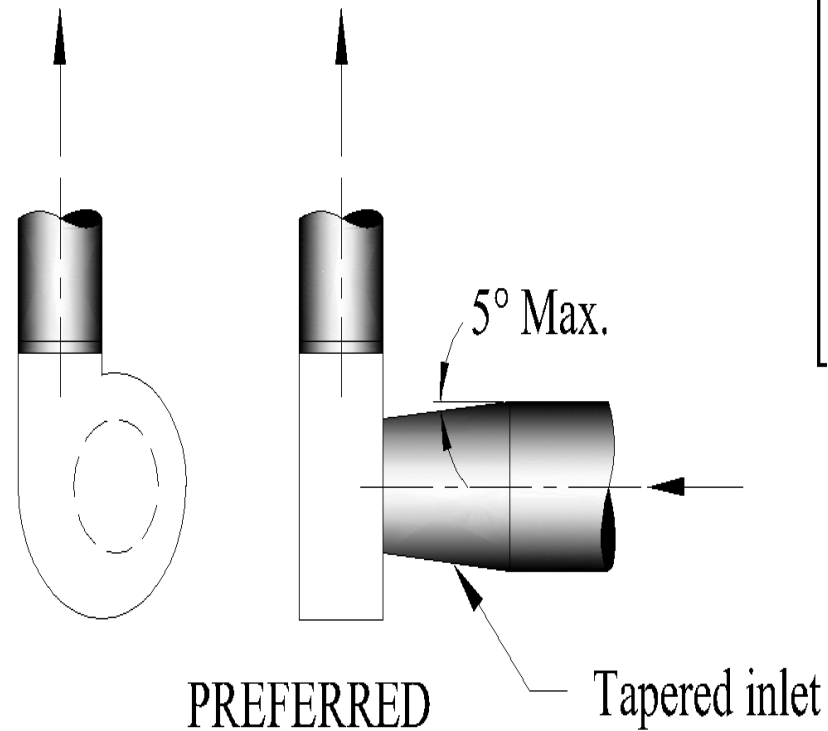
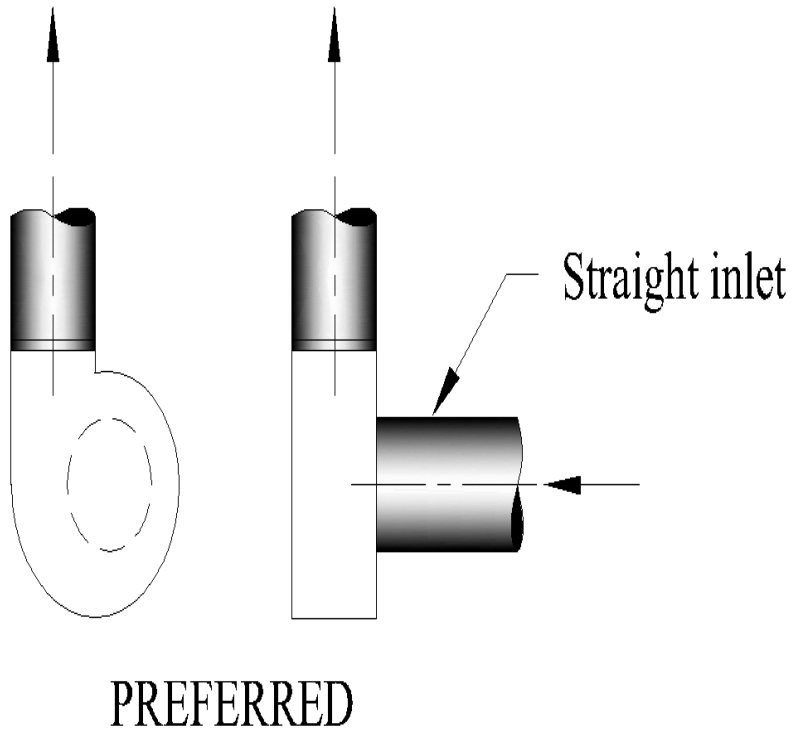


ارزیابی هواکش مکنده و دمنده

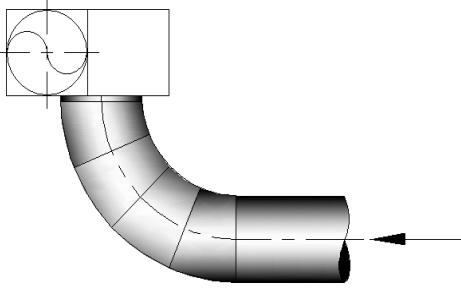
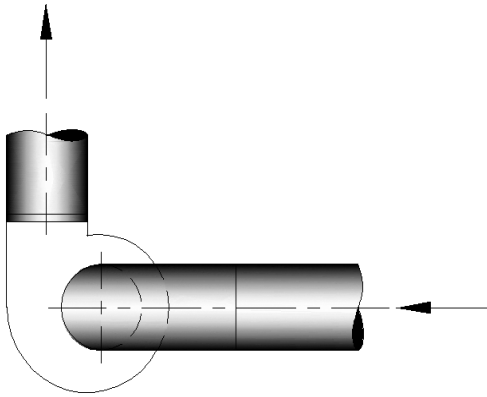
۱.۴. ارزیابی پارامترهای نرم افزاری: افت فشار، هواگذر حجمی، میزان مصرف انرژی و میزان ارتعاش و سر و صدای هواکش اندازه گیری می گردد تا مشخص شود هواکش موجود می تواند نیاز سیستم را برآورده کند یا خیر.

۲.۴. ارزیابی سخت افزاری هواکش: هواکش از نظر خوردگی، سایش، وضعیت پروانه، وضعیت تسمه ها، وضعیت اجزای مکانیکی مانند یاتاقان ها، نشتی گریس، اجزای محرکه، الکتریکی، اجزای مولد صدا و ارتعاش و وضعیت حفاظ ها مورد بررسی قرار می گیرد.

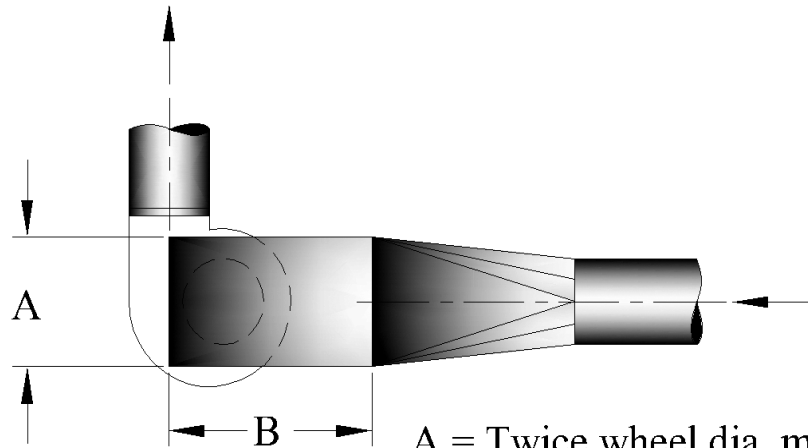
نحوه اتصال کانال اصلی به هواکش



نحوه اتصال کانال اصلی به هواکش در صورت محدودیت در اتصال مستقیم



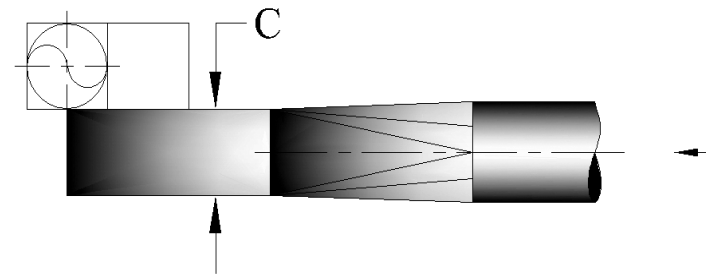
ACCEPTABLE



A = Twice wheel dia. minimum

B = Twice wheel dia. minimum

C = Wheel width minimum

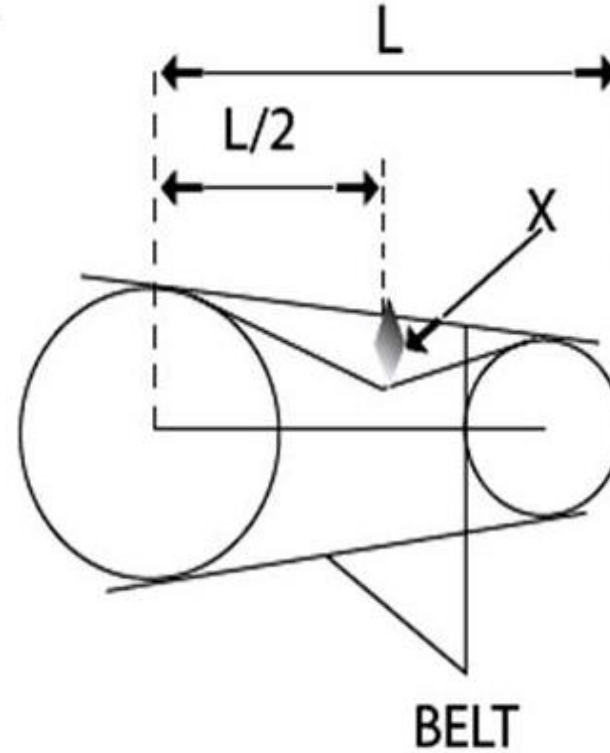


ACCEPTABLE

کنترل ارتعاش فن



بررسی وضعیت تسمه‌ها



$$0.01L < X < 0.02L$$

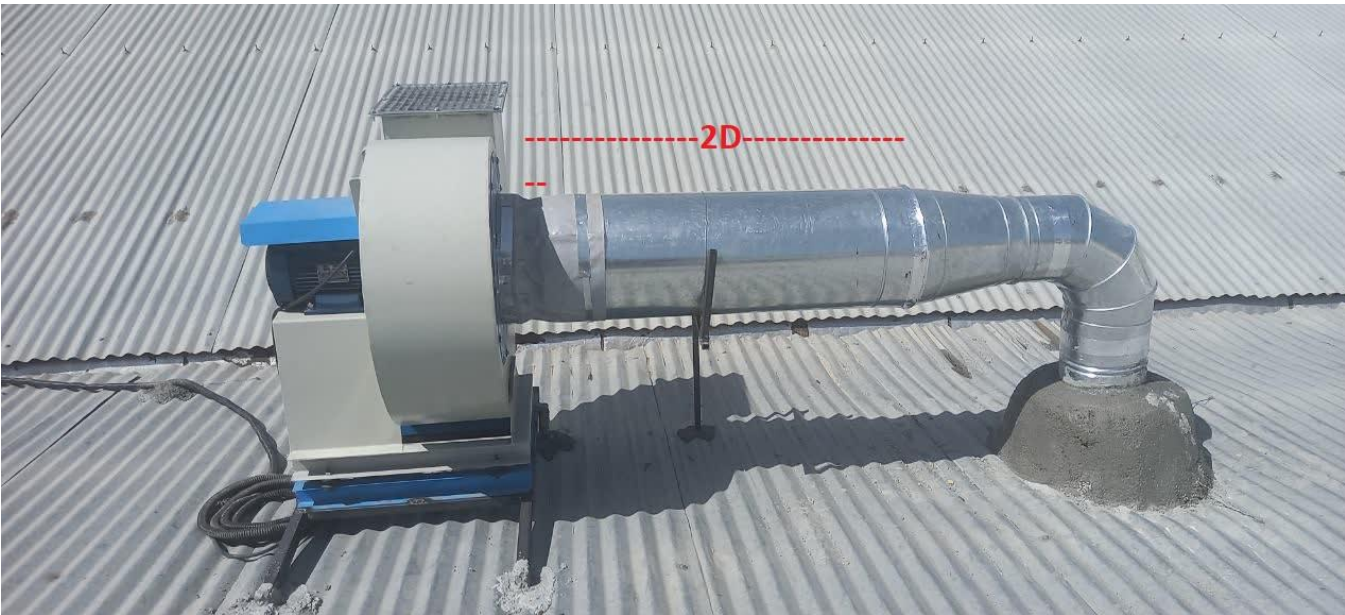
بررسی نشتی و خوردگی



ارزیابی نرم افزاری دور الکتروموتور و پروانه



حداقل فاصله آخرین توربولانت تا فن

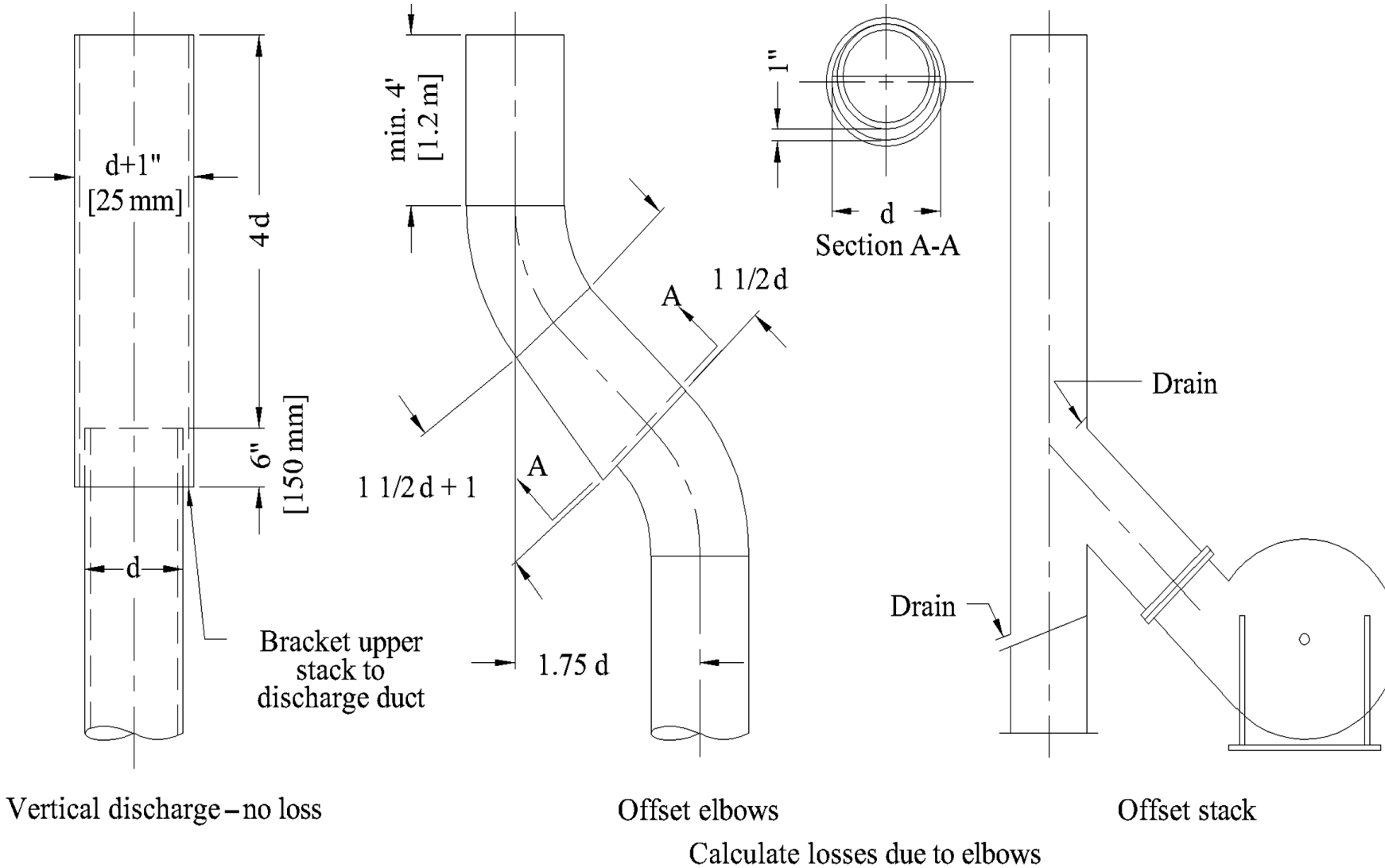


دودکش

وضعیت دودکش از نظر نرم افزاری و سخت افزاری مانند ارتفاع دودکش نسبت به ساختمان‌های مجاور، محل پایش زیست محیطی، وضعیت حفاظ و باران‌گیر بررسی می‌گردد.

ارتفاع دودکش به طور میانگین ۱.۲ متر بالاتر از بلندترین ساختمان مجاور در نظر گرفته می‌شود

دودکش‌های مرسوم جهت جلوگیری از ورود نزولات آسمانی





سپاس از توجه شما

گروه ارتباط با صنعت و جامعه دانشگاه علوم پزشکی ایران با استفاده ظرفیت های علمی، تحقیقاتی، آزمایشگاهی، تجهیزاتی و مشاوره ای، آماده همکاری برای تعریف پروژه های طراحی و یا ارزیابی سیستم های تهویه بیمارستانی، بصورت طرح های ارتباط با صنعت، می باشد.

شماره تماس

۰۲۱۸۶۷۰۵۱۰۹

▪ ایمیل

iro@iums.ac.ir

▪ وب سایت

<https://iro.iums.ac.ir/>