



**Namatek**  
True Education

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

# Hospital HVAC Systems

تهویه مطبوع بیمارستان

## فهرست مطالب

۱. تهویه مطبوع بیمارستان و نقش آن
۲. اجزای سیستم تهویه مطبوع بیمارستان
۳. انواع سیستم‌های تهویه مطبوع بیمارستان
۴. مزایای تهویه مطبوع بیمارستان
۵. چالش‌های تهویه مطبوع بیمارستان
۶. اهمیت سیستم تهویه مطبوع بیمارستان
۷. تعمیر و نگهداری تهویه مطبوع بیمارستان
۸. رعایت مقررات و استانداردها

به عنوان یک کارمند بیمارستان، شما بدون شک اهمیت سلامت را برای بیماران خود و همچنین کسانی که در داخل و اطراف مرکز کار می‌کنند، درک می‌کنید. کیفیت مراقبتی که بیماران شما دریافت می‌کنند، برای بهبودی و سلامتی آن‌ها بسیار مهم است. علاوه بر ارائه دارو، متخصصان مراقبت‌های بهداشتی باید اطمینان حاصل کنند که محیطی همراه با ایمنی و پاکیزگی را برای محافظت از سلامت بیمار ایجاد می‌کنند. یکی از راه‌هایی که می‌توان به این امر دست یافت، از طریق یک سیستم تهویه مطبوع بیمارستانی کارآمد است که تهویه هوا، فیلتراسیون و کنترل دمای مناسب را در تمام مناطق ساختمان تضمین می‌کند.

در این مقاله در مورد این که چگونه بیمارستان‌ها می‌توانند کیفیت هوا را با سیستم‌های تهویه مطبوع بیمارستان خود حفظ کنند و بیماران خود را از ذرات خطرناک موجود در هوا که می‌تواند آن‌ها را در معرض خطر عفونت یا انتقال بیماری قرار دهد، در امان نگه دارند، بحث خواهیم کرد.

## تهویه مطبوع بیمارستان و نقش آن



بیمارستان‌ها مناطق پر رفت‌وآمدی هستند که بیماران، متخصصان مراقبت‌های بهداشتی و بازدیدکنندگان در طول روز در آن رفت‌وآمد می‌کنند.

جابه‌جایی مداوم افراد و تجهیزات به این معنی است که سیستم تهویه مطبوع بیمارستان (HVAC) باید به‌صورت شبانه‌روزی کار کند تا محیطی راحت و ایمن را برای همه حفظ کند. عملکرد کارآمد تهویه مطبوع نقش مهمی در بهینه‌سازی مراقبت از بیمار ایفا می‌کند؛ زیرا درجه حرارت و رطوبت داخلی را تنظیم می‌کند و عوامل عفونی و ناخالصی‌هایی را که می‌توانند بر سلامت بیماران و کارکنان بیمارستان تأثیر بگذارند، حذف می‌کند.

در واقع کارشناسان پیشنهاد می‌کنند که استفاده از تهویه مطبوع برای کاهش خطر عفونت‌های بیمارستانی که می‌تواند منجر به عوارض جدی سلامتی شود، حیاتی است. بنابراین بسیار مهم است که مدیران بیمارستان، بررسی عملکرد سیستم تهویه را در اولویت قرار دهند تا اطمینان حاصل شود که بیماران بالاترین کیفیت مراقبت را دریافت می‌کنند.

## اجزای سیستم تهویه مطبوع بیمارستان

سیستم تهویه مطبوع بیمارستان از اجزای مختلفی تشکیل شده است که این اجزا به دلیل اهمیت فراوان تهویه در بیمارستان باید با دقت بیشتری انتخاب و نصب گردند. لیست این اجزا به شرح زیر است:

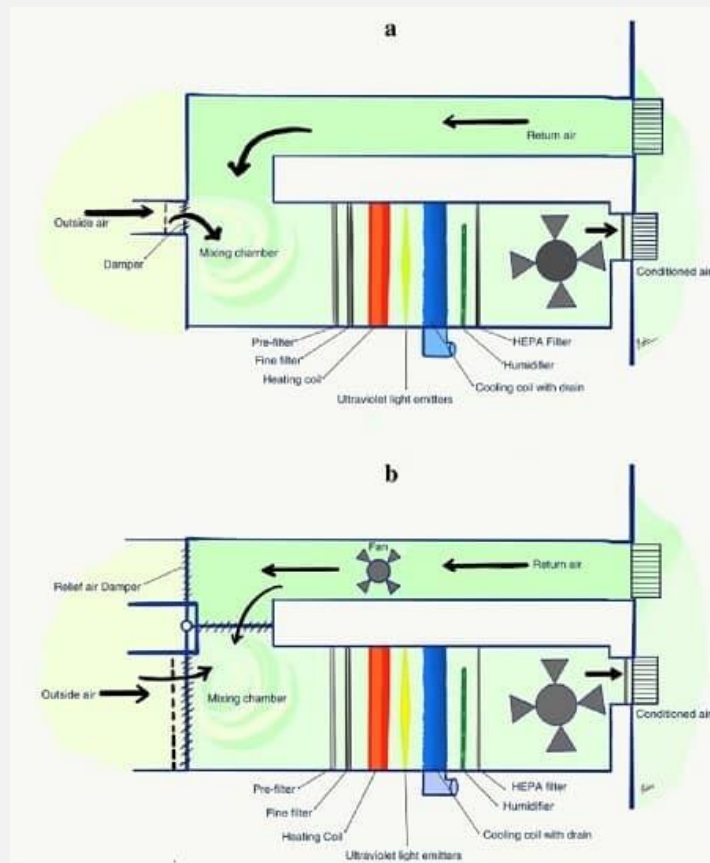
## کانال‌ها و کنترل‌های ورودی و خروجی هوا در فضای باز

دمپرها برای قطع تهویه مطبوع مرکزی به اتاق‌های بلااستفاده و برای تنظیم هوای اتاق به اتاق استفاده می‌شوند. این‌ها می‌توانند در قسمت‌های تأمین، امداد و بازگشت سیستم HVAC قرار گیرند. لوورها برای محافظت در برابر نفوذ آب استفاده می‌شوند.

## واحدهای انتقال هوا (AHU)

عملکرد این جزء جذب هوای بیرون، تنظیم مجدد آن و تأمین هوای تازه است. اجزای جدایی ناپذیر یک AHU در شکل زیر نشان داده شده است.

- (a) ساختار اساسی سیستم تهویه مطبوع
- (b) سیستم تهویه مطبوع با چرخه اکونومایزر



## مبدل‌های حرارتی و چیلرها (سیستم اصلاح رطوبت)

مبدل‌های حرارتی گرما (انرژی) را از یک سیال به سیال دیگر که به صورت فیزیکی در حال جدا شدن است، منتقل می‌کنند. چیلرها در زیرزمین (با آب خنک می‌شوند) یا در پشت‌بام (خنک شده با هوا) قرار دارند. چیلرها گرمای آب را از بین می‌برند و از این آب به عنوان مبرد برای حذف گرما از ساختمان و رطوبت‌زدایی هوا استفاده می‌شود.

## کمپرسور

کمپرسور در واحد کندانسور بیرونی قرار دارد که هوا یا گازهای دیگر را با فشار افزایش یافته به AHU تأمین می‌کند.

## فن‌ها

فن‌ها انرژی را برای هدایت هوا از طریق سیستم تأمین می‌کنند. فن‌های سانتریفیوژ، فشار کافی و بدون نویز ایجاد می‌کنند و بیشتر از فن‌های محوری استفاده می‌شوند. فن‌های برگشتی هوا را قبل از فن‌های خروجی کنترل می‌کنند و همراه با فن‌های تغذیه کار می‌کنند تا میزان هوای وارد شده و تخلیه‌شده را متعادل کنند. تمام دستگاه‌های بازیابی حرارت یک مقاومت (افت فشار) ایجاد می‌کنند که فن باید در برابر آن کار کند. فن‌های خروجی هوا را به مجرای اگزوز یا مستقیماً در فضای باز تخلیه می‌کنند.

## فیلترها

این‌ها برای تصفیه هوای ورودی به سیستم قرار می‌گیرند. فیلترها بر اساس حداقل کارایی گزارش ارزش (MERV) رتبه‌بندی می‌شوند. نقش آن‌ها در حذف و مهار ذرات بزرگ‌تر مانند خاک، پرز، مو و گردوغبار بسیار خوب است. سه ویژگی اصلی فیلترها عبارت‌اند از:

- کارایی در حذف ذرات با اندازه‌های مختلف در هوا
- ایجاد مقاومت در برابر جریان
- ظرفیت نگهداری گردوغبار آن‌ها

## زهکش‌ها و تابه‌های تخلیه

این قسمت از سیستم تهویه مطبوع بیمارستان اجازه می‌دهد تا آب اضافی موجود در سیستم، جمع‌آوری و تخلیه شود.

## ساطع‌کننده‌های نور فرابنفش (UV) یا تابش میکروب‌کش فرابنفش (UVGI)

اشعه ماورا بنفش به‌عنوان یک عامل تابش میکروب‌کش (UVGI) برای کاهش میزان میکروارگانیسم‌ها استفاده می‌شود. این جزء از سیستم تهویه بیمارستان معمولاً در مجاری هوای خروجی سیستم و برای تکمیل فیلتراسیون استفاده می‌شود.

## تضعیف‌کننده‌های نویز

این‌ها به کاهش صدای موتورهای مختلف (پنکه، کولر، بخاری، رطوبت ساز) و سایر تجهیزات در سیستم HVAC کمک می‌کنند.

## سیستم‌های توزیع هوا

این قسمت می‌تواند از سیستم هوای تازه کامل یا سیستم تک گذر (تهویه جابه‌جایی) یا سیستم‌های سنتی از نوع گردش مجدد (تهویه مخلوط) باشد. جایی که هوای چرخشی به فیلتراسیون کافی نیاز دارد، توزیع هوا دارای مزایایی مانند آکوستیک بهتر و نویز کمتر، افت فشار کم و مصرف انرژی کم است. این سیستم نیاز به درجه فیلتراسیون پایین‌تری دارد و دارای راندمان تهویه بالایی است؛ زیرا ۱۰۰٪ هوای تازه به ساکنان تحویل داده می‌شود.

## کانال‌های هوای تأمین و برگشت

این قسمت از سیستم تهویه بیمارستان معمولاً از مواد غیرخورنده ساخته شده است. مجرای هوای برگشتی، هوا را از فضای مطبوع به محفظه اختلاط می‌برد.

## انواع سیستم‌های تهویه مطبوع بیمارستان



برای سیستم تهویه مطبوع بیمارستان چند مدل اساسی وجود دارد که به شرح زیر هستند:

### سیستم‌های HVAC متمرکز

سیستم‌های HVAC متمرکز برای کنترل گرمایش، سرمایش و تهویه از یک نقطه اصلی در بیمارستان راه‌اندازی شده‌اند. این سیستم‌ها معمولاً مصرف انرژی کارآمدی را ارائه می‌دهند؛ زیرا می‌توانند از تجهیزات بزرگ‌تر و پیشرفته‌تری استفاده کنند. به لطف سیستم‌های اتوماسیون ساختمان (BAS) که به اجرای روان همه چیز کمک می‌کند، تعمیر و نگهداری نیز آسان‌تر است. با این حال، این سیستم‌ها اغلب با هزینه‌های اولیه بالایی

همراه هستند و نصب می‌تواند پیچیده باشد. اگر یک قسمت از کار بیفتد، می‌تواند بر کنترل آب‌وهوا برای کل تأسیسات تأثیر بگذارد.

## سیستم‌های HVAC غیرمتمرکز

سیستم‌های HVAC غیرمتمرکز به طور مستقل در مناطق مختلف بیمارستان کار می‌کنند که این راه‌اندازی انعطاف‌پذیری را امکان‌پذیر می‌کند؛ زیرا هر واحد را می‌توان برای برآوردن نیازهای خاص بر اساس مکان آن تنظیم کرد. یک مزیت بزرگ این است که اگر مشکلی در یک منطقه پیش بیاید، بقیه ساختمان را به هم نمی‌ریزد. به علاوه، بیماران از راحتی بهتری برخوردارند؛ زیرا می‌توانند دما را به صورت محلی کنترل کنند. از طرف دیگر، سیستم‌های غیرمتمرکز ممکن است نیاز به تعمیر و نگهداری بیشتری داشته باشند؛ زیرا چندین واحد وجود دارد که نیاز به بررسی منظم دارند. همچنین به دلیل تفاوت در نحوه عملکرد هر واحد، به دست آوردن راندمان انرژی کلی می‌تواند مشکل باشد.

## سیستم‌های HVAC هیبریدی

سیستم‌های تهویه مطبوع هیبریدی ویژگی‌های هر دو طرح متمرکز و غیرمتمرکز را ترکیب می‌کنند. آن‌ها برای بیمارستان‌های بزرگ که مناطق مختلف نیازهای منحصربه‌فرد کنترل آب‌وهوا دارند، عالی هستند. به عنوان مثال، اتاق‌های عمل نیاز به تنظیم دقیق دما دارند؛ در حالی که اتاق‌های بیمار بیشتر بر راحتی تمرکز می‌کنند.

این رویکرد تعادلی بین کارایی و انعطاف‌پذیری ایجاد می‌کند. واحدهای مرکزی حجم زیادی را مدیریت می‌کنند؛ در حالی که واحدهای محلی نیازهای خاص را برآورده می‌نمایند.

## سیستم‌های اختصاصی هوای فضای باز (DOAS)

سیستم‌های اختصاصی هوای بیرون (DOAS) در آوردن هوای تازه بیرون به داخل بیمارستان و در عین حال حفظ سطح رطوبت مناسب نقش دارند. این موارد به‌ویژه در مناطق حیاتی مانند اتاق‌های عمل که کیفیت هوا برای ایمنی بیمار باید در سطح بالایی باشد، مهم هستند. با جفت کردن DOAS با سیستم‌های دیگر مانند پرتوهای سرد یا جریان مبرد متغیر (VRF)، بیمارستان‌ها می‌توانند به کیفیت هوای داخلی عالی (IAQ) دست یابند در حالی که استانداردهای کنترل عفونت را رعایت می‌کنند.

## سیستم‌های جریان مبرد متغیر (VRF)

سیستم‌های جریان مبرد متغیر (VRF) راه‌حلی انعطاف‌پذیر را با امکان گرمایش و سرمایش هم‌زمان در مناطق مختلف در یک مرکز بهداشتی ارائه می‌دهند. این باعث می‌شود آن‌ها برای شرایط آب‌وهوایی مختلف که در سراسر بیمارستان‌ها یافت می‌شوند، مناسب باشند. طراحی آن‌ها با کمپرسورهای مبتنی بر اینورتر کارایی انرژی را افزایش می‌دهد که این به معنای کاهش هزینه‌های عملیاتی است در حالی که هم بیماران و هم کارکنان را راحت می‌کند.

## سیستم‌های پرتو سرد

فناوری پرتوهای سرد از اصول همرفت یا تشعشع برای خنک کردن فضاها به طور مؤثر و بدون اتکا به کانال‌های سنتی استفاده می‌کند. این سیستم‌ها به دلیل بی‌صدا بودن و مصرف انرژی کمتر نسبت به روش‌های استاندارد شناخته شده‌اند. با این حال، چالش‌هایی مانند هزینه‌های اولیه نصب و کنترل رطوبت نیاز به برنامه‌ریزی دقیق در هنگام راه‌اندازی آن‌ها در بیمارستان‌ها وجود دارند.

## مزایای تهویه مطبوع بیمارستان



تهویه مطبوع بیمارستان با توجه به انواع و ویژگی‌ها می‌تواند مزایای متفاوتی را ارائه دهد؛ اما در کل می‌توان مزایای زیر را برای این سیستم در نظر گرفت:

## فیلتر کردن هوا

دنیای بیرون مملو از گازهای گلخانه‌ای وسایل نقلیه و پر از آلرژن‌ها است.

این یک تهدید جدی برای افراد آسیب‌پذیر و کسانی است که در مراحل بهبودی هستند. از این رو، یک سیستم HVAC از فیلترهای هوا برای جلوگیری از ورود گردوغبار و مواد حساسیت‌زا به بیمارستان استفاده می‌کند. وقتی به دنبال محصولات تهویه مطبوع می‌گردید، همیشه به دنبال محصولاتی با فیلترهای HEPA بروید. آن‌ها می‌توانند ذرات کوچکی به اندازه ۰/۳ میکرون را فیلتر کنند. این امر به نفع بیمارستان‌هایی است که در آن بیماران مسری را در یک بخش جداگانه نگهداری می‌کنند. این نوع فیلترها درحالی‌که تهویه مناسب و جریان هوا را حفظ می‌کنند، بیماری‌های منتقله از هوا را از انتشار به مکان‌های دیگر محدود می‌نمایند.

## فراهم کردن راحتی و آسایش

هدف اصلی تهویه مطبوع بیمارستان، بهبود آسایش بیماران، کارکنان و سایر افراد حاضر در داخل محیط است. حفظ رطوبت، دما و کیفیت هوای مناسب بسیار مهم است و تنها راه برای انجام کارآمد با هزینه‌های عملیاتی کمتر از طریق سیستم‌های HVAC است.

## تسهیل در بهبودی بیمار

روند بهبودی پیچیده است؛ نه تنها جنبه‌های فیزیکی، بلکه جنبه‌های ذهنی نیز برای روند درمان اهمیت زیادی دارد. برای بسیاری از بیماران، بهبودی در بیمارستانی که تهویه مناسب ندارد، می‌تواند آزاردهنده باشد. گرما همچنین بر روند درمان فیزیکی تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین سیستم‌های HVAC با قابلیت کنترل کیفیت هوا، دما، رطوبت و تهویه برای بیمارستان‌ها بسیار مهم هستند.

## افزایش عمر تجهیزات

برخی از تجهیزات آزمایشگاهی و سایر تجهیزات پزشکی برای اتاق‌های سرد الزامی هستند. شما به راحتی می‌توانید سیستم HVAC را به یک اتاق تمیز مدولار متصل کنید تا تجهیزات آزمایشگاهی را با خیال راحت محافظت نمایید. به عنوان مثال، اتاق‌هایی که دارای دستگاه ام آر آی هستند باید دمای پایین‌تری نسبت به بقیه امکانات داشته باشند. استفاده از آن‌ها در دماهای بالاتر باعث آسیب شدید به قطعات می‌شود و می‌تواند تهدیدی برای بیماران باشد.

## صرفه‌جویی در انرژی

بیمارستان‌ها نسبت به بسیاری از ساختمان‌های اداری تجاری انرژی بیشتری مصرف می‌کنند. آن‌ها ماشین‌های سنگینی مانند MRI ، CT و سایر دستگاه‌ها دارند که در بیشتر ساعات روز با ظرفیت بهینه کار می‌کنند. از این رو مهم است که در صورت امکان در هزینه‌ها صرفه‌جویی کنید. یک سیستم HVAC بیمارستان‌ها را قادر می‌سازد این کار را انجام دهند. به جای نصب واحدهای تهویه مطبوع مجزا برای هر اتاق، می‌توانید فقط یک واحد مرکزی نصب کنید که راه خود را در چندین اتاق پیدا می‌کند. علاوه بر این، عملکرد بیشتری را ارائه می‌دهد. برای مثال کنترل جریان هوا چیزی است که یک AC معمولی قادر به ارائه آن نیست.

## چالش‌های تهویه مطبوع بیمارستان



اصلی‌ترین چالش تهویه مطبوع بیمارستان نصب آن است که می‌تواند مشکلاتی به صورت زیر ایجاد کند:

- عدم برنامه‌ریزی اولیه
  - طراحی ضعیف بیمارستان
  - پیچیدگی در الزامات ارائه شده توسط بیمارستان
  - عدم وجود فضای اختصاصی برای قرار دادن تهویه مطبوع مرکزی
- هنگام انتخاب سیستم‌های اتاق تمیز مدولار می‌توانید به راحتی از همه این چالش‌ها اجتناب کنید. با این حال، همیشه توصیه می‌شود که طراحی سالن عمل و سایر اتاق‌های بیمارستان باید از مراحل طراحی اولیه، تهویه مطبوع را در نظر بگیرد.

## اهمیت سیستم تهویه مطبوع بیمارستان

سیستم‌های تهویه مطبوع در بیمارستان‌ها به دلایل مختلفی بسیار مهم هستند. کیفیت مطلوب هوای داخلی (IAQ)، دما و رطوبت مناسب، بیماران را راحت و ایمن نگه می‌دارد.

یک سیستم خوب می‌تواند با استفاده از فیلترهای هوای مؤثر مانند فیلترهای HEPA و سیستم‌های نور UV-C به کاهش عفونت‌های بیمارستانی (HAIs) کمک کند. به علاوه، تمرکز بر صرفه‌جویی در انرژی نه تنها باعث صرفه‌جویی در هزینه می‌شود، بلکه به امکانات مراقبت‌های بهداشتی نیز کمک می‌کند.

## تعمیر و نگهداری تهویه مطبوع بیمارستان



تنظیم یک برنامه برای بازرسی‌های معمول برای حفظ عملکرد خوب سیستم تهویه مطبوع بیمارستان ضروری است. بررسی‌های منظم اطمینان حاصل می‌کند که همه اجزا به درستی و کارآمد عمل می‌کنند. تعمیرات و ارتقای به موقع نه تنها عمر تجهیزات را افزایش می‌دهد؛ بلکه به میزان قابل توجهی به بهره‌وری انرژی و ایمنی بیمار کمک می‌کند. یک سیستم به خوبی نگهداری شده با حفظ الگوهای جریان هوا و فیلتراسیون مؤثر، خطر ابتلا به عفونت را کاهش می‌دهد. به طور خلاصه، نظارت مؤثر بر این سیستم‌ها در جهت انطباق با مقررات، حفاظت از سلامت بیمار و بهبود کارایی عملیاتی، کلیدی است. سرمایه‌گذاری بر روی ابزارهای مدرن و تجزیه و تحلیل به بیمارستان‌ها

کمک می‌کند تا در این زمینه حیاتی پیشرو باشند و در عین حال محیط امنی را برای بیماران و کارکنان تضمین کنند.

## رعایت مقررات و استانداردها



رعایت قوانین و استانداردها هنگام طراحی سیستم تهویه مطبوع بیمارستان بسیار مهم است. در این راستا، رعایت استانداردهای USP 800 به محافظت از داروسازانی که با داروهای خطرناک سروکار دارند، از طریق نیاز به تنظیمات تهویه خاص برای کاهش خطرات مواجهه کمک می‌کند. همچنین دستورالعمل‌های گروه‌هایی مانند ASHRAE و CDC بهترین شیوه‌ها را برای ایمن نگه داشتن فضاهای داخلی در محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی ارائه می‌کنند. این قوانین به بیمارستان‌ها کمک می‌کند تا درحالی‌که در محدوده‌های قانونی قرار دارند، به‌خوبی کار کنند.

## نتیجه‌گیری

تهویه مطبوع بیمارستان، نقش اساسی در بهینه‌سازی مراقبت از بیمار دارد. یک سیستم HVAC کارآمد اجزای مختلف خود مانند گرمایش، سرمایش، فیلتراسیون و توزیع هوا، نرخ جریان و نرخ تبادل هوا را مطابق با محیط،

نیازهای پزشک و بیمار تنظیم می‌کند. در این راستا، سیستم‌های مدرن توانایی کنترل IAQ را با ارزیابی دما، غلظت دی‌اکسیدکربن، رطوبت و نرخ جریان هوا دارند.

تهویه مطبوع هوشمند "می‌تواند تعامل بین کاربران و فضا را حس کند و محیط کار را مطابق با نیازها، با حداقل استفاده از انرژی حرارتی یا الکتریکی تغییر دهد و در نتیجه به صرفه‌جویی در انرژی با هدف ایجاد "بیمارستان سبز" کمک کند. برای اطمینان از اینکه این سیستم‌ها به طور مؤثر و کارآمد کار می‌کنند، مهم است که اجزای کلیدی یک سیستم مؤثر برای بیمارستان‌ها را در نظر بگیرید، مشکلات احتمالی را بررسی کنید و از فناوری برای نظارت بر عملکرد آن استفاده کنید.