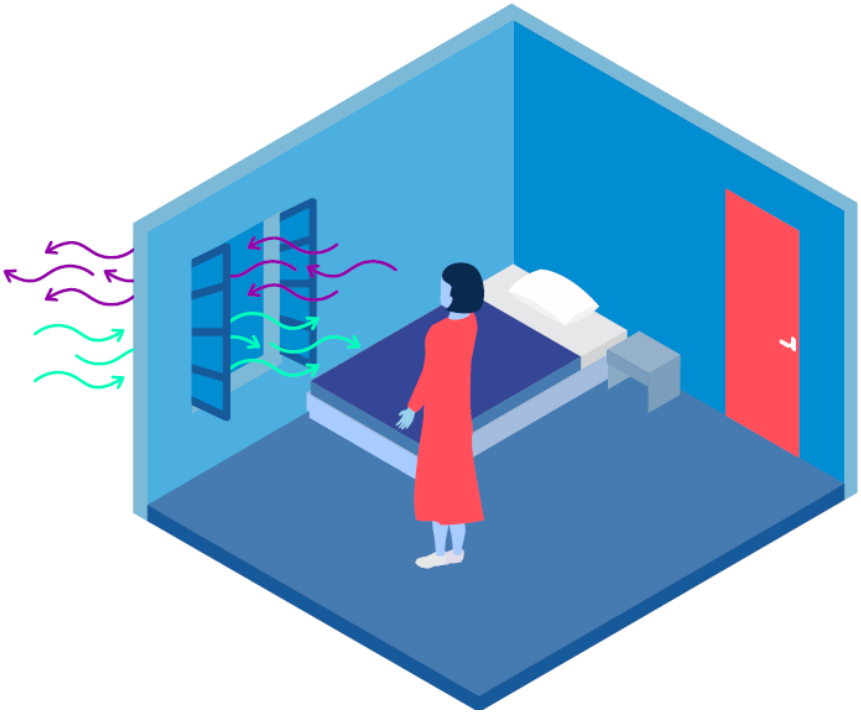
دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی تهران
دانشکده بهداشت

پژوهشکده محیط زیست
دانشگاه علوم پزشکی تهران
مرکز تحقیقات آلودگی هوا

نقشه راه توصیه شده سازمان جهانی بهداشت برای بهبود و اطمینان از تهویه مناسب هوای داخل در شرایط همه گیری کووید-۱۹

دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران
گروه مهندسی بهداشت محیط

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران
مرکز تحقیقات آلودگی هوا



نقشه راه توصیه شده سازمان جهانی بهداشت برای بهبود و اطمینان از تهویه مناسب هوای داخل در شرایط همه‌گیری کووید-۱۹

درباره کتابچه

کتابچه حاضر ترجمه سند منتشر شده توسط سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۲۱ تحت عنوان زیر بوده است و استفاده غیرتجاری از آن با ذکر دقیق منبع بصورت زیر بلامانع است:

Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19 Geneva: Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280

لازم به ذکر است که این ترجمه توسط سازمان جهانی بهداشت انجام نشده است. بنابراین سازمان جهانی بهداشت هیچگونه مسئولیتی در قبال محتوا یا صحت مطالب ترجمه نشده ندارد.

ترجمه این سند توسط مرکز تحقیقات آلودگی هوا پژوهشکده محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده است.

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:
تهران ـ خیابان کارگر شمالی ـ نرسیده به بلوار کشاورز ـ پلاک ۱۵۴۷ ـ طبقه هشتم
تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹ ـ ۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸ ـ ۰۲۱

جهت دسترسی به این کتابچه به تارگاه اینترنتی پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به آدرس http://ier.tums.ac.ir مراجعه نمایید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

درباره کتابچه ۲
مقدمه ۴
واژه نامه ۵
۱- نقشه راه توصیه شده برای اماکن ارائه دهنده خدمات بهداشتی – درمانی دارای زیرساخت قرنطینه ۹
۲- نقشه راه توصیه شده برای اماکن غیرمسکونی نظیر مدارس، ادارت، خوابگاه ها، مساجد و سایر اماکن عمومی و خصوصی ۲۱
۳- نقشه راه توصیه شده برای اماکن مسکونی نظیر خانه ها و محل‌های خود قرنطینه در منازل ۳۰
نکته ۱: حداقل نرخ تهویه در سیستم تهویه مکانیکی ۴۰
نکته ۲: روش برآورد حداقل میزان (نرخ) تهویه در سیستم تهویه طبیعی ۴۰
نکته۳: جهت جریان هوا، چگونه آن را ارزیابی کنیم؟ ۴۰
منابع ۴۱

مقدمه

خطر ابتلا به COVID-19 در اماکن شلوغ و دارای تهویه ناکافی که در آنجا افراد مدت طولانی تری و در فواصل نزدیک هم هستند افزایش می یابد. در حقیقت در چنین محیط هایی ویروس عامل بیماری کووید-۱۹ به راحتی از طریق قطرات و آئروسل ها منتشر و منتقل می گردد و لذا انجام اقدامات پیشگیرانه بسیار حائز اهمیت است. آگاهی از وضعیت تهویه ساختمان و کنترل آن می تواند سبب بهبود کیفیت هوایی که ا ستنشاق می کنیم شود و همچنین خطر نا شی از انتقال بیماری های مرتبط با آن نظیر ویروس عامل کووید-۱۹ را کاهش دهد.

راهنمای حاضر توسط اعضای کارگروه بین المللی سازمان جهانی بهداشت (WHO) تحت عنوان پنل مشورتی محیط زیست و کنترل مهندسی (ECAP[1]) کووید-۱۹ پس از بررسی مقالات منتشر شده و همچنین ارزیابی شواهد دیگر نظیر راهنماهای بین المللی در خصوص تهویه تهیه و تدوین شده است.

در حقیقت سند حاضر نحوه‌ی بهبود تهویه در محیط های داخل را ارائه کرده است. در این راهنما انواع سیستم های تهویه اعم از طبیعی یا مکانیکی برای سه بخش ۱) مراکز ارائه خدمات بهداشتی ـــ درمانی، ۲) محیط های غیر مسکونی و ۳) محیط های مسکونی تشریح شده است. بنابراین گروه های هدف مدنظر در این سند عبارتند از: متولیان مراکز بهداشتی ـــ درمانی، مدیران مراکز غیر مسکونی (نظیر مدارس، ادارات، مساجد و ...) و عموم افراد جامعه که در محیط های داخل خود را به علت کووید-۱۹ قرنطینه کرده اند.

[1] Engineering Control Expert Advisory Panel

واژه نامه

تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل[1] (AGP): به عنوان هر روش پزشکی که می تواند منجر به تولید آئروسل در اندازه های مختلف شود (به عنوان مثال لوله گذاری نای، تهویه غیر تهاجمی، تراکئوستومی، احیای قلبی ریوی، تهویه دستی قبل از لوله گذاری، برونکوسکوپی، روش های دندانپزشکی) تعریف شده است.

زمان ماند، هوا[2]: مدت زمانی که هوا از منبع تأمین آن تا یک نقطه مشخص در محیط داخل برسد.

تعویض هوا در هر ساعت[3] (ACH): نرخ جریان هوای تهویه (متر مکعب در ساعت) تقسیم بر حجم اتاق. در حقیقت به معنای این است که چند بار در طول ۱ ساعت، حجم هوای داخل بطور کامل با هوای آزاد جایگزین می شود.

تصفیه کننده هوا[4]: دستگاهی که برای حذف ذرات معلق و گازهای موجود در هوا استفاده می شود. تصفیه کننده های هوا ممکن است به سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) افزوده شوند یا به صورت مستقل و جداگانه مورد استفاده قرار گیرند. تصفیه کننده های هوا مستقل مجهز به فیلتر HEPA (ذرات معلق هوا با راندمان بالا) اعم از سقفی یا قابل حمل می توانند در کاهش/ کاهش غلظت آئروسل های عفونی در فضای داخل موثر باشند. کارایی فیلترهای HEPA قابل حمل به ظرفیت جریان هوای واحد، موقعیت اتاق شامل مبلمان و افراد داخل اتاق، موقعیت فیلتر HEPA نسبت به چیدمان اتاق و محل و موقعیت دهانه های خروجی هوا بستگی دارد. توجه داشته باشید که دستگاه های تصفیه کننده هوا جایگزین تهویه طبیعی نمی شوند زیرا فقط قادر به حذف بخش خاصی از آلودگی هوای داخل هستند.

تهویه مطبوع[5]: شکلی از تصفیه هوا است که در آن دما، رطوبت و تمیزی هوا کنترل می شود. توجه داشته باشید که سیستم های تهویه مطبوع، مانند سیستم اسپیلت اغلب فاقد اجزای تهویه هستند. بنابراین الزامات تهویه علاوه بر تهویه مطبوع ضروری است.

پخش هوا، اختلاط[6]: ایپخش هوا (اختلاط هوا) به معنای اختلاط هوای تأمین شده و هوای اتاق می باشد.

هوای خروجی[7]: هوای خروجی از یک محیط و تخلیه شده به اتمسفر از طریق سیستم های تهویه مکانیکی یا طبیعی.

مکش هوا، مکانیکی[8]: فرآیند مکش هوا با استفاده از سیستم های مکانیکی نظیر فن ها.

مکش هوا، طبیعی[9]: فرآیند مکش هوا با استفاده از نیروهای باد یا اختلاف چگالی یا ترکیبی از این دو انجام می شود.

هوای داخل[10]: هوا در اتاق یا ناحیه تصفیه شده.

هوای اختلاط شده[11]: مخلوطی از هوای آزاد و هوای بازچرخشی.

هوای آزاد[12]: هوای کنترل شده ورودی به سیستم یا پنجره ها از محیط های بیرون قبل از هرگونه تصفیه هوا.

---

[1] Aerosol-generating procedures
[2] Age of air, local
[3] Air changes per hour
[4] Air cleaner
[5] Air conditioning
[6] Air diffusion, mixing
[7] Air, exhaust
[8] Air extract, mechanical
[9] Air extract, natural
[10] Air, indoor
[11] Air, mixed
[12] Air, outdoor

بازچرخش هوا[1]: بخشی از هوای خروجی که از ساختمان خارج نمی شود، اما دوباره به محیط بازگردانده می شود. هوا را می توان قبل از بازچرخش تصفیه کرد (از لحاظ دمایی و کیفیت هوا).

هوای تأمین شده[2]: هوای منتقل شده توسط تهویه های مکانیکی یا طبیعی به یک فضا که می تواند ترکیبی از هوای داخل و هوای بازچرخش شده باشد.

انتقال هوا[3]: به طور کلی انتقال جریان هوای مشخص به یا از محیط تصفیه شده با استفاده از داکت ها (کانال ها). همراه با کانال ها، ممکن است دستگاه هایی با هدف تصفیه هوا (به عنوان مثال تمیز کردن، گرم کردن، خنک کردن، مرطوب کردن یا رطوبت زدایی، و غیره) و تحت عنوان تجهیزات دستگاه های تصفیه هوا، در آن قرار داده شود.

نرخ هوای تمیز منتقله[4] **(CADR) (m^3/hr)**: معمولاً در رابطه با دستگاه های تصفیه کننده هوا قابل حمل استفاده می شود.

تهویه دوطرفه[5]: تهویه دوطرفه در جایی رخ می‌دهد که دریچه‌های تهویه در دو طرف محیط وجود دارد. هوا در یک طرف ساختمان/ اتاق جریان دارد و از طرف دیگر، مثلاً از یک پنجره یا در خارج می شود. تهویه دوطرفه معمولاً باد محور است.

فن کوئل[6]: یکی از اجزای سیستم HVAC حاوی فن و سیم پیچ گرم کننده یا خنک کننده است که برای توزیع هوای گرم یا سرد استفاده می شود. در مواردی که محیط شامل اجزای تهویه نباشد، باید به طور موازی از تهویه اتاق مراقبت شود.

فیلتر[7]: وسیله ای برای حذف ذرات معلق از یک سیال یا گاز است.

نرخ تهویه[8]: میزان جریان حجمی (m^3/hr) (l / s) (ACH) هوای تأمین شده یا خارج شده از یک ساختمان یا اتاق توسط سیستم تهویه و یا منافذ ورودی و خروجی هوا.

مبدل حرارتی[9]: وسیله ای که در آن گرما بین دو محیط که در تماس نیستند انتقال می یابد.

مبدل حرارتی، صفحه ای هوا به هوا[10]: مبدل حرارتی برای انتقال انرژی گرمایی از یک جریان هوا به جریان دیگر بدون قطعات متحرک طراحی شده است. سطوح انتقال گرما به صورت صفحه ای است. این مبدل ممکن است دارای ساختار جریان موازی، جریان متقاطع یا جریان مخالف یا ترکیبی از اینها باشد.

مبدل حرارتی، دوار[11]: وسیله ای متشکل از یک سیلندر چرخان یا چرخ به منظور انتقال انرژی از یک جریان هوا به جریان دیگر است که شامل مواد انتقال حرارت، مکانیزم محرک، پوشش یا قاب، و شامل هر نوع آب بندی می باشد که تأخیر در دور زدن و نشتی هوا از یک جریان هوا به جریان دیگر فراهم می شود.

---

[1] Air, recirculation
[2] Air, supply
[3] Air transportation
[4] Clean air delivery rate
[5] Cross ventilation
[6] Fan coil
[7] Filter
[8] Flow rate, ventilation
[9] Heat exchanger
[10] Heat exchanger, air-to-air plate
[11] Heat exchanger, rotary

مبدل حرارتی، کویل دوقلو[1]: مبدل حرارتی برای انتقال انرژی گرمایی از یک جریان هوا به جریان دیگر بدون قطعات متحرک طراحی شده است. سطوح انتقال گرما به صورت لوله است. این مبدل ممکن است دارای ساختار جریان موازی، جریان متقاطع یا جریان مخالف یا ترکیبی از اینها باشد.

بازیابی حرارتی[2]: گرمای استفاده شده از یک سیستم گرمایشی، که در غیر این صورت هدر می رود.

فیلتر تصفیه ذرات هوا با راندمان بالا (هپا)[3](HEPA): فیلترهای هپا شامل فیلترهای کلاس E10 تا H14 براساس استاندارد EN 1822 می باشد. تأسیساتی که در آنها فیلترهای HEPA استفاده می شود بایستی براساس دستورالعمل سازنده نگهداری و بهره برداری شوند. در غیر این صورت، تصفیه کننده های هوا قابل حمل مجهز به فیلتر HEPA می توانند منجر به احساس امنیت کاذب شوند چرا که عملکرد آنها به دلیل بارگذاری فیلتر کاهش می یابد.

حداقل مقدار راندمان گزارش شده[4] (MERV) : حداقل راندمان گزارش شده برای یک اندازه مشخص از ذرات معلق در زمان آزمایش.

اختلاف فشار[5]: اختلاف بین فشارهای اندازه گیری شده در دو نقطه یا سطوح در سیالات یا گازها.

فشار، منفی[6]: شرایطی که هوای وارد شده به محیط کمتر از هوای خروجی است، بنابراین فشار هوا در داخل آن محیط کمتر از مناطق اطراف است. در صورتی که ورودی هوایی وجود داشته باشد، هوا از مناطق اطراف به محیط تحت فشار منفی جریان می یابد.

فشار، مثبت[7]: شرایطی که هوای وارد شده به محیط بیشتر از هوای خروجی است، بنابراین فشار هوا در داخل آن محیط بیشتر از مناطق اطراف است. در صورتی که ورودی هوایی وجود داشته باشد، هوا از محیط تحت فشار مثبت بیرون به مناطق اطراف جریان می یابد.

تهویه یک طرفه[8]: در این سیستم تهویه (ورود و خروج هوا) منحصراً از یک سمت اتاق انجام می شود.

کنترل منبع آلودگی[9]: یک راهبرد کنترلی برای کاهش آلاینده های هوابرد از طریق حذف مواد یا فعالیت تولید آلاینده ها یا از طریق حذف آلاینده ها در منبع با استفاده از رویکرد فن های خروجی.

سیستم اسپلیت[10]: سیستمی مرکب از گرمایشی و سرمایشی یا فقط سرمایشی می باشد. واحد تراکم در بیرون و واحد جابجایی هوا در داخل نصب شده است. خطوط مبرد و سیم کشی آنها را بهم متصل می کند. به طور کلی، این سیستم هیچگونه عامل تهویه ای ندارد و هوای مطبوع را مجدداً گردش می دهد.

اثر دودکش[11]: اختلاف فشار ناشی از تفاوت چگالی بین هوای داخل و هوای آزاد به علت نیروهای شناوری داخلی و بیرونی.

تهویه[12]: تهویه فرآیند تأمین (ورود) هوای بیرون به محیط داخل و یا حذف هوای داخل از آن، به منظور کنترل سطح آلاینده های هوا می باشد که به طور بالقوه می تواند سبب تعدیل رطوبت و یا درجه حرارت از طریق طبیعی یا مکانیکی گردد.

---

[1] Heat exchanger, twin coil
[2] Heat recovery
[3] High-efficiency particulate air
[4] Minimum efficiency reporting value
[5] Pressure difference
[6] Pressure, negative
[7] Pressure, positive
[8] Single-sided ventilation
[9] Source control
[10] Split system
[11] Stack effect
[12] Ventilation

تهویه، مکانیکی[1]**:** فرآیند فراهم کردن و یا خارج کردن هوا از محیط داخل توسط نیروهای مکانیکی مانند فن ها.

تهویه، طبیعی[2]**:** تهویه حاصل از نیروهای طبیعی مانند فشار باد یا اختلاف در چگالی هوا از طریق درها، پنجره ها یا دیگر منافذ ورودی هوا در ساختمان رخ می دهد.

سیستم تهویه[3]**:** ترکیبی از تجهیزات طراحی شده جهت تأمین هوای بیرون برای فضاهای داخلی و یا خروج هوای آلوده در محیط داخل می باشد.

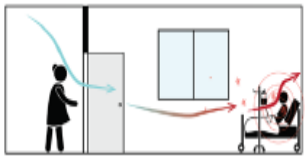
کلاهک گردان[4] **(بادی):** یک توربین باد محور که روی یک سقف قرار گرفته است تا خارج کردن هوا از ساختمان را بهبود بخشد.

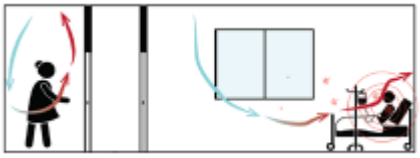
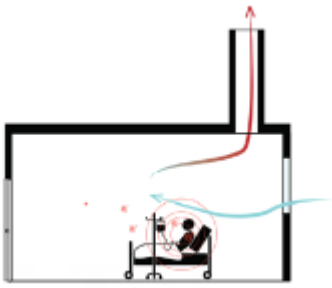
[1] Ventilation, mechanical
[2] Ventilation, natural
[3] Ventilation system
[4] Whirlybird

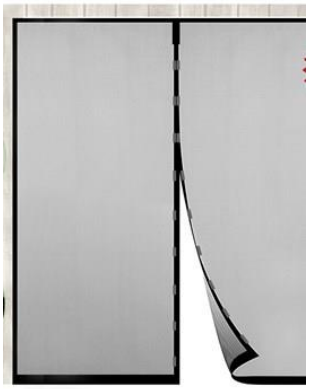
۱- نقشه راه توصیه شده برای اماکن ارائه دهنده خدمات بهداشتی – درمانی دارای زیرساخت قرنطینه[1]

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
حداقل میزان تهویه مورد نیاز - ۱۶۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر یا ۱۲ بار تعویض هوا در هر ساعت در مکان‌هایی که تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل‌ها (AGP) بکار گرفته می‌شوند. - ۶۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر یا ۶ بار تعویض هوا در هر ساعت	آیا میزان تهویه در حد توصیه شده سازمان جهانی بهداشت می باشد؟ به منظور محاسبه میزان تهویه به نکته شماره ۲ (پیوست) مراجعه نمایید. **بله**	**خیر** + ارزیابی مکان ها و سطوح بازشو نظیر در و پنجره‌ها و در نظرگرفتن ورودی های جدید برای هوا (اضافه کردن یا اصلاح ابعاد در و پنجره‌ها) + در اولویت قراردادن تهویه دوطرفه (ورودی و خروجی هوا در دو طرف مقابل باشند) نسبت به تهویه یک طرفه (ورودی و خروجی هوا در یک سمت قرار دارد). تهویه طبیعی یک طرفه تهویه طبیعی دوطرفه **نکته: اجرای تهویه دوطرفه در شرایط زیر نبایستی انجام گردد:** • در اتاق یا بخشی که ممکن است برای بیماران مبتلا به کووید-۱۹ از تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل‌ها (AGP) استفاده شود و هوای خروجی از چنین مکان هایی به درستی مدیریت نشود (بدون تصفیه و گندزدایی به بیرون منتقل شود). • زمانیکه جهت جریان هوا از منطقه آلوده به ناحیه پاکتر باشد. اگر این سیستم امکان افزایش نرخ تهویه به حد توصیه شده به ازای هر نفر را نمی دهد، بایستی حداکثر تعداد افراد در اتاق کاهش یابد تا میزان تهویه به حد توصیه شده به ازای هر نفر رعایت گردد.

[1] Health care settings including quarantine facilities

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		+ ← خیر در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر HEPA توصیه می گردد. در زمان قراردادن دستگاه تصفیه هوا به جهت جریان هوا آن توجه نمایید (جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده‌تر باشد). دستگاه تصفیه هوا نبایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا نبایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند. شمایی از یک دستگاه تصفیه هوا مستقل ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، دستگاه تصفیه هوا مستقل در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**
جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به سمت ناحیه آلوده تر باشد.	آیا جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده تر حرکت می‌کند؟ به منظور ارزیابی جریان هوا به نکته ۳ در پیوست مراجعه نمایید.  بله ↓	+ ← خیر در صورتیکه یک جریان هوای مشخصی در اتاق وجود دارد به منظور به حداقل رساندن مواجهه کارکنان مراکز خدمات بهداشتی ـ درمانی و ایجاد فشار منفی طبیعی (برای مثال ناشی از اثر دودکش) در نزدیکی اتاق بیماران، نبایستی جهات جریان هوا اصلاح گردد. + نصب داکت خارج کننده هوا یا کلاهک بادی برروی دیوار یا پنجره شمایی از یک کلاهک گردان (بادی)

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		+ استفاده از پنکه ایستاده در نزدیکی یک پنجره باز جهت تأمین تهویه مورد نیاز. پنکه ایستاده به سمت پنجره (رو به سمت بیرون) سبب هدایت هوای داخل اتاق و هوای خروجی به سمت بیرون هدایت می شود؛ و پنکه رو به داخل سبب ورود هوای بیرون به سمت داخل اتاق می گردد. جهت قرارگیری پنکه ایستاده نبایستی با توجه به جهت جریان مورد نظر انتخاب گردد. شمایی از یک پنکه ایستاده خیر + کمک/ بهبود اثر دودکش یا دیگر راهبردهای تهویه طبیعی در ساختمان  شمایی از جانمایی پیش اتاقک در اتاق اصلی بیمار  شمایی از اثر دودکش در جریان هوا + در اتاق هایی که تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل فعالیت می کنند، به منظور کنترل بهتر جهت جریان هوا، اتاق های کوچک (پیش اتاق) قبل از ورودی به اتاق اصلی در نظر گرفته شود. همچنین به منظور جداکردن جریان هوای بین اتاق بیمار و راهرو (منطقه تمیز)، درهای دوتایی در پیش اتاق ها نبایستی هر دو در یک زمان باز باشند. بایستی توجه نمود در اکثر موارد این

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		راهبرد نمی تواند با تهویه دوطرفه مورد استفاده قرار گیرد لذا حداقل میزان تهویه مورد نیاز نبایستی با کمک دیگر راهبردها حاصل گردد. یک راه حل به صرفه استفاده از یک در پلاستیکی زیپی به عنوان پارتیشن جهت ایجاد یک پیش اتاقک است.  شمایی از یک در پلاستکی زیپی - آهن ربایی
هوای خروجی اتاق بایستی به صورت مستقیم و به دور از دهانه مکش جریان هوای ورودی به بیرون هدایت شود.	آیا هوای خروجی به صورت صحیحی مدیریت شده است؟ بله ↓	جهت اجتناب از تردد افراد در نزدیکی در و پنجره هایی که هوای خروجی اتاق ها به بیرون جریان دارد از فنس ها استفاده شود تا افراد یا حیوانات در فاصله حداقل ۴ متری از محل خروج هوا عبور نکند. ← خیر در صورتیکه هوا از طریق سقف یا ۲ متر بالاتر از ارتفاع قد افراد خارج می شود (برای مثال به علت اثر دودکش و کلاهک های بادی) اقدام عملی نیاز نیست.
سیستم های سرمایش و گرمایش مطبوع مجهز به بازچرخش بایستی با دقت و احتیاط و پس از ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند.	سیستم‌های سرمایش و گرمایش مطبوع بدون داکت استفاده می شوند(هوای داخل بازخرچش می شود برای مثال از طریق اسپلیت یا فن کوئل). 	استفاده از اسپلیت و فن کوئل به علت مشکلات ناشی از نگهداری، فیلتراسیون ضعیف و ایجاد توربولانس (اغتشاش) و در نتیجه افزایش بالقوه ریسک ابتلا به عفونت، توصیه نمی شود. اجتناب از بکارگیری سیستم اسپلیت و واحدهای فن کوئل برای بیماران کووید-۱۹ بخصوص در شرایطی که تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل (AGP) بکار گرفته می شوند و ضروری است سیستم های جایگزین برای گرمایش و سرمایش و سیستم های مکنده موضعی مورد استفاده قرار گیرند. ← بله سیستم های اسپلیتی تنها در اتاق های یک نفره برای افراد مشکوک یا مبتلای قطعی و در اتاق های مشترک بیماران بستری شده مبتلا به کووید-۱۹ می تواند بکار گرفته شوند. **✓ نکته: سیستم های بازچرخش بدون داکت در هیچ شرایطی جایگزین سیستم تهویه نیستند و نباید بشوند.**

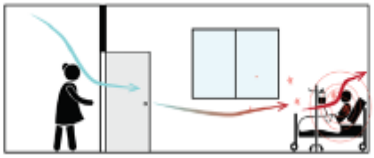
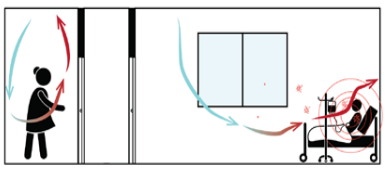
تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	مراحل- سوالات اصلی	استراتژیها (راهبردها)
		در شرایطی که در داخل اتاقی سیستم های بازچرخشی مورد استفاده هستند بایستی ایجاد یک شرایط فشار منفی نسبت به راهروها مدنظر قرار گیرد تا پتانسیل انتشار آئروسل ها از اتاق به سایر محل های پاک تر کاهش یابد. فشار منفی می تواند از طریق افزایش جریان هوای خروجی از اتاق با استفاده از فن ها و تجهیزات مکشی هوا ایجاد گردد. سیستم های بازچرخشی بایستی با دقت در فاصله بین جابجایی بیماران تمییز شوند. + در شرایطی که امکان جایگزینی سیستم های سرمایش و گرمایش وجود ندارد، بایستی سیستم های بازچرخشی در حالت کمترین سرعت فن مورد استفاده قرار گیرند تا توربولانس (اغتشاش) در زمانیکه تجهیزات تولیدکننده آئروسل فعالیت می کنند به حداقل برسد. بایستی توجه نمود در صورتیکه نیاز به روشن کردن سیستم گرمایش جهت افزایش دما باشد، از ایجاد شرایطی که جریان هوا به صورت مستقیم بین افراد در جریان باشد اجتناب شود. + موقعیت سیستم های گرمایش و سرمایش به نحوی باشد یا اصلاح گردد که جهت جریان هوا به سمت ناحیه آلوده تر حرکت کند یا اینکه با نصب یک فن خروجی جریان هوا را در زمانیکه تجهیزات تولیدکننده آئروسل فعالیت می کنند کنترل نمایید.

بله

خیر

پایان

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
حداقل میزان تهویه مورد نیاز - ۱۶۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر یا ۱۲ بار تعویض هوا در هر ساعت در مکان‌هایی که تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل‌ها (AGP) بکار گرفته می‌شوند. - ۶۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر یا ۶ بار تعویض هوا در هر ساعت	آیا میزان تهویه در حد توصیه شده سازمان جهانی بهداشت می باشد؟ به منظور محاسبه میزان تهویه به نکته شماره ۲ (پیوست) مراجعه نمایید. بله خیر	از طریق مشورت با کارشناس سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه، امکان افزایش میزان تهویه با توجه به ظرفیت سیستم ها ارزیابی شود. غیرفعال (خاموش) کردن کنترل های اتوماتیک سیستم تهویه که براساس درجه حرارت و تعداد ساکنین (غلظت CO_2 هوای داخل) میزان تهویه و هوای ورودی را تنظیم می کنند. در صورتیکه امکان افزایش میزان تهویه به صورت مکانیکی نمی باشد، افزایش میزان تهویه از طریق طبیعی و با استفاده از بازکردن پنجره ها انجام دهید (برای کسب اطلاعات بیشتر به راهبردهای افزایش میزان تهویه طبیعی مراجعه کنید). اگر این سیستم امکان افزایش نرخ تهویه به حد توصیه شده به ازای هر نفر را نمی دهد، بایستی حداکثر تعداد افراد در اتاق کاهش یابد تا میزان تهویه به حد توصیه شده به ازای هر نفر رعایت گردد. در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر HEPA توصیه می‌گردد. در زمان قراردادن دستگاه تصفیه هوا به جهت جریان هوا آن توجه نمایید (جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده‌تر باشد). دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند.

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		✓ **نکته: بایستی توجه نمود، دستگاه های تصفیه هوا بازچرخشی مجهز به فیلتر در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**
جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به سمت ناحیه آلوده تر باشد.	آیا جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده تر حرکت می کند؟ به منظور ارزیابی جریان هوا به نکته ۳ در پیوست مراجعه نمایید.  بله	خیر: درصورتیکه یک جریان هوای مشخصی در اتاق وجود دارد به منظور به حداقل رساندن مواجهه کارکنان مراکز خدمات بهداشتی ـ درمانی و ایجاد فشار منفی طبیعی (برای مثال ناشی از اثر دودکش) در نزدیکی اتاق بیماران، بایستی جهات جریان هوا اصلاح گردد. از طریق مشورت با کارشناس سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه، امکان اصلاح جهت جریان هوا ارزیابی شود. به عبارت دیگر محل ورود و خروج هوا را تغییر دهید. + در اتاق هایی که تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل فعالیت می کنند، به منظور کنترل بهتر جهت جریان هوا، اتاق های کوچک (پیش اتاق) قبل از ورودی به اتاق اصلی در نظر گرفته شود. همچنین به منظور جداکردن جریان هوای بین اتاق بیمار و راهرو (منطقه تمیز)، درهای دوتایی در پیش اتاق ها نبایستی هر دو در یک زمان باز باشند. بایستی توجه نمود در اکثر موارد این راهبرد نمی تواند با تهویه دوطرفه مورد استفاده قرار گیرد لذا حداقل میزان تهویه مورد نیاز بایستی با کمک دیگر راهبردها حاصل گردد. یک راه حل به صرفه استفاده از یک در پلاستیکی زیپی به عنوان پارتیشن جهت ایجاد یک پیش اتاقک است. 

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
هوای خروجی بایستی به صورت مستقیم و به دور از دهانه مکش جریان هوای ورودی، انسان ها و حیوانات به بیرون هدایت شود.	آیا هوای خروجی به صورت صحیحی مدیریت شده است؟ بله ↓ خیر ←	جهت اجتناب از تردد افراد در نزدیکی درو پنجره هایی که هوای خروجی اتاق ها به بیرون جریان دارد از فنس ها استفاده شود تا افراد یا حیوانات در فاصله حداقل ۴ متری از محل خروج هوا عبور نکند. دهانه مکش جریان هوای ورودی بایستی حداقل ۲ (در صورتیکه موقعیت محل خروج هوا بالاتر از محل ورود هوا باشد) و ۴ متر (در صورتیکه موقعیت محل خروج هوا پایین تر از محل ورود هوا باشد) از محل خروج هوا فاصله داشته باشد. در شرایطی که امکان ایجاد فنس وجود ندارد، ضروری است با مشورت کارشناس سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه امکان سنجی استفاده از فیلترهای HEPA با توجه به ظرفیت سیستم مورد ارزیابی شود.
بازچرخش هوا بایستی با دقت ارزیابی شود.	آیا سیستم‌های سرمایش، گرمایش و تهویه (HVAC) به صورت بازچرخش فعالیت می کند؟ بله ←	سیستم‌های سرمایش، گرمایش و تهویه (HVAC) را در حالت صرفه جوگر (economizer[1]) تا ۱۰۰ درصد قرار دهید تا از این طریق درصد هوای بیرون از کل هوای سیستم افزایش یابد. ضروری است قبل از افزایش سهم هوای بیرون، سازگاری آن را با توجه به ظرفیت سیستم های سرمایش، گرمایش و تهویه (HVAC) تایید شود. با مشورت کارشناس سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه، امکان نصب فیلترهای HEPA بر روی داکت هوای برگشتی را ارزیابی کنید. لازم به ذکر است به صورت کلی افزایش راندمان فیلترها منجر به افزایش افت فشار از طریق فیلتر می شود. اطمینان حاصل نمایید که سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه، توانایی مدیریت

[1]- حالتی است که در آن به شیوه های مختلف باعث صرفه جویی در انرژی و حرارت می شوند. برای مثال در شرایطی که هوای بیرون سرد باشد دمپرهای هوای ورودی بیرون به صورت کامل باز می شوند و هوای خنک بیرون بدون آنکه بار اضافی به سیستم خنک کننده وارد نماید به محیط داخل هدایت می شود.

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		ارتقاء فیلترها را بدون اثرات منفی اختلاف فشار یا میزان جریان هوا را داشته باشند.
	خیر ↓	بله ← در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر HEPA توصیه می گردد. در زمان قراردادن دستگاه تصفیه هوا به جهت جریان هوا آن توجه نمایید (جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده‌تر باشد). دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود. همچنین نگهداری مناسب از چنین سیستمی بسیار حائز اهمیت است.** در شرایطی که سیستم دارای هوای بازچرخشی امکان اصلاح یا بهبودی ندارد، بایستی تهویه حداکثر را از طریق طبیعی مدنظر قرار داد (برای کسب اطلاعات بیشتر به راهبردهای افزایش میزان تهویه طبیعی مراجعه کنید).
ارزیابی واحد بازیابی گرما	آیا سیستم‌های سرمایش، گرمایش و تهویه (HVAC) مجهز به بازیابی گرماست؟ خیر ↓	بله ← انتقال ذرات ویروس از طریق تجهیزات بازیابی گرما در زمانیکه سیستم‌های سرمایش، گرمایش و تهویه (HVAC) مجهز به یک مبدل حرارتی کویل دوقلو[1] باشد و جداسازی هوا بین بخش برگشتی و هوای ورودی را تضمین کند، مطرح نمی‌شود (اهمیت چندانی ندارد). انتقال ذرات ویروس از طریق تجهیزات بازیابی گرما در زمانیکه سیستم‌های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع

[1] twin-coil “run around loop” heat exchanger

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		(HVAC) مجهز به مبدل های حرارتی جریان متقاطع هوا ـ به ـ هوا[1] باشد و مبدل حرارتی مشکل خاصی نداشته باشد، مطرح نمی‌شود (اهمیت چندانی ندارد). برای مبدل های حرارتی دوار دارای بخش جداکننده و نگهداری مناسب آب بندی ها، میزان نشتی بسیار ناچیز است و ریسک آلودگی متقاطع (مسیری) حداقل است. در صورتیکه نشتی عمده ای (بیش از ۳ درصد) در بخش های بازیابی گرما مشاهده گردید، با مشورت کارشناسان سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع، امکان نصب فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% را با توجه به سازگاری با سیستم ارزیابی کنید. بطور کلی افزایش راندمان فیلتراسیون سبب افزایش افت فشار از طریق فیلتر می شود. مطمئن شوید که سیستم می تواند این افت فشار را تا زمان تعویض فیلتر تحمل کند و دچار آسیب نشود. در صورتیکه نشتی عمده ای (بیش از ۳ درصد) در بخش های بازیابی گرما مشاهده گردید و امکان نصب فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% در سیستم وجود ندارد، تعدیل فشار (فشار در قسمت هوای ورودی نسبت به هوای خروجی بالاتر باشد)، غیرفعال کردن یا منحرف (بای پس) کردن مبدل حرارتی می تواند انجام گیرد. بله
سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بایستی در زمانیکه افراد در ساختمان حضور دارند به صورت پیوسته در	آیا سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بطور منظم بررسی، نگهداری، تمیز و بهره برداری می شود؟ آیا فیلتر HEPA تعویض می شود؟ بله	+ سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بایستی براساس دستورالعمل سازنده بطور منظم بررسی، نگهداری و تمیز شود. جهت اطمینان از عملکرد صحیح سیستم با کارشناس سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) مشورت کنید. + تعویض فیلتر HEPA براساس دستورالعمل سازنده. خیر

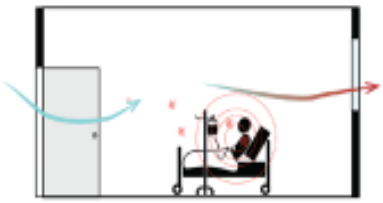
[1] cross-flow air-to-air heat exchangers

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
حال فعالیت باشد و بطور منظم بررسی، نگهداری و تمیز شود.		
واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بازچرخشی بایستی با احتیاط و پس از ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند.	واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بدون داکت (کانال) (هوای داخل را بازچرخش می‌کنند) مورد استفاده هستند. همانند اسپلیت یا فن کوئل خیر پایان	بله استفاده از اسپلیت و فن کوئل به علت مشکلات ناشی از نگهداری، فیلتراسیون ضعیف و ایجاد توربولانس (اغتشاش) و در نتیجه افزایش بالقوه ریسک ابتلا به عفونت، توصیه نمی شود. اجتناب از بکارگیری سیستم اسپلیت و واحدهای فن کوئل برای بیماران کووید-۱۹ بخصوص در شرایطی که تجهیزات پزشکی تولیدکننده آئروسل (AGP) بکار گرفته می شوند و ضروری است سیستم های جایگزین برای گرمایش و سرمایش و سیستم های مکنده موضعی مورد استفاده قرار گیرند. سیستم های اسپلیتی تنها در اتاق های یک نفره برای افراد مشکوک یا مبتلای قطعی و در اتاقهای مشترک بیماران بستری شده مبتلا به کووید-۱۹ می تواند بکار گرفته شوند. ✓ **نکته: سیستم های بازچرخش بدون داکت در هیچ شرایطی جایگزین سیستم تهویه نیستند و نباید بشوند.** در شرایطی که در داخل اتاقی سیستم های بازچرخشی با فیلتراسیون ضعیف بایستی استفاده شود، ضروری است ایجاد یک شرایط فشار منفی نسبت به راهروها مدنظر قرار گیرد تا پتانسیل انتشار آئروسل ها از اتاق به سایر محل های پاکتر کاهش یابد. فشار منفی می تواند از طریق افزایش جریان هوای خروجی از اتاق با استفاده از فن ها و تجهیزات مکشی هوا ایجاد گردد. سیستم های بازچرخشی بایستی با دقت در فاصله بین جابجایی بیماران تمییز شوند.

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		+ در شرایطی که امکان جایگزینی سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع وجود ندارد، بایستی سیستم های گرمایشی و تهویه مطبوع در حالت کمترین سرعت فن مورد استفاده قرار گیرند تا توربولانس (اغتشاش) در زمانیکه تجهیزات تولیدکننده آئروسل فعالیت می کنند به حداقل برسد. بایستی توجه نمود در صورتیکه نیاز به روشن کردن سیستم گرمایش جهت افزایش دما باشد، از ایجاد شرایطی که جریان هوا به صورت مستقیم بین افراد در جریان باشد اجتناب شود. **✓ نکته: سیستم های بازچرخش بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی جایگزین سیستم تهویه نیستند و نباید بشوند.** + موقعیت سیستم های گرمایش و سرمایش به نحوی باشد یا اصلاح گردد که جهت جریان هوا به سمت ناحیه آلوده تر حرکت کند یا اینکه با نصب یک فن خروجی جریان هوا را در زمانیکه تجهیزات تولیدکننده آئروسل فعالیت می کنند کنترل نمایید.

بله

۲- نقشه راه توصیه شده برای اماکن غیرمسکونی نظیر مدارس، ادارت، خوابگاه ها، مساجد و سایر اماکن عمومی و خصوصی

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
حداقل میزان تهویه مورد نیاز - ۱۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر	آیا میزان تهویه در حد توصیه شده می باشد؟ به منظور محاسبه میزان تهویه به نکته شماره ۲ (پیوست) مراجعه نمایید. **بله**	**خیر** + ارزیابی مکان ها و سطوح بازشو نظیر در و پنجره‌ها و در نظرگرفتن ورودی های جدید برای هوا (اضافه کردن یا اصلاح ابعاد در و پنجره‌ها) + در اولویت قراردادن تهویه دوطرفه یا متقاطع (ورودی و خروجی هوا در دو طرف مقابل باشند) نسبت به تهویه یک طرفه (ورودی و خروجی هوا در یک سمت قرار دارد). درها را بازنگهدارید تا حرکت جریان هوا انجام شود. تهویه طبیعی یک طرفه  تهویه طبیعی دوطرفه + استفاده از یک پنکه ایستاده در نزدیکی یک پنجره باز سبب افزایش تهویه می گردد. + نصب فن های مکشی هوا یا کلاهکهای دوار (بادی). + در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوای استاندارد توصیه می گردد. دستگاه تصفیه

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد. ظرفیت دستگاه تصفیه هوا بایستی در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند. شمایی از یک دستگاه تصفیه هوا مستقل ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**
با توجه به راهبرد ترقیق آلودگی، هوای داخل بایستی تا حد امکان به صورت یکنواخت توزیع گردد.	آیا هوای داخل به خوبی در محیط داخل مخلوط شده است؟ بله ↓	خیر ← بکارگیری پنکه ها یا فن کوئل یا اسپلیت جهت گرمایش و سرمایش و همچنین پنکه های سقفی اختلاط هوا در داخل اتاق را افزایش می دهند. این راهبرد تنها در شرایطی بایستی مورد توجه قرار گیرد که حداقل میزان تهویه مورد نیاز تأمین شده باشد.
سکونت و تهویه	آیا مکان مورد نظر در زمان هایی خالی از سکنه است؟ خیر ↓	بله ← باز کردن پنجره ها قبل و بعد از زمان های سکونت به تهویه مناسب کمک می کند. پنجره ها بایستی تقریباً ۱۵ دقیقه در زمان ورود افراد جدید به اتاق باز شوند. به عبارت دیگر زمانیکه در یک اتاق افرادی سکونت دارند و پس از مدت زمانی که آنها در اتاق هستند افراد دیگری وارد اتاق می شوند، به محض ورود افراد دیگر پنجره ها به مدت تقریباً ۱۵ دقیقه باز باشند.

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بازچرخشی بایستی ارزیابی، نگهداری و تمیز شوند.	آیا واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بدون داکت (کانال) (هوای داخل را بازچرخش می‌کنند) مورد استفاده هستند؟ همانند اسپلیت یا فن کوئل؟ خیر پایان	بله با همکاری کارشناس سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع در صورتیکه سیستم موجود مجهز به فیلتر است، فیلتر موجود را با فیلتر هوا با مشخصات 80%- MERV 14 / ISO ePM1 70 یا بالاتر تعویض شود. اطمینان حاصل کنید که سیستم موجود می تواند افت فشار ناشی از فیلتر جدید را تحمل کند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.** + واحدهای تهویه مطبوع و گرمایش که توسط اسپلیت و فن کوئل کار می کنند بایستی به صورت دوره ای تمیز و نگهداری شوند. همچنین فیلترها بایستی به صورت دوره ای تمیز و نگهداری شوند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
حداقل میزان تهویه مورد نیاز - ۱۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر	آیا میزان تهویه در حد توصیه شده می باشد؟ به منظور محاسبه میزان تهویه به نکته شماره ۲ (پیوست) مراجعه نمایید. بله	خیر با مشورت کارشناس سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع، امکان افزایش میزان تهویه را با توجه به ظرفیت سیستم، ارزیابی شود. غیرفعال (خاموش) کردن کنترل های اتوماتیک سیستم تهویه که براساس درجه حرارت و تعداد ساکنین (غلظت CO_2 هوای داخل) میزان تهویه و هوای ورودی را تنظیم می کنند. در صورتیکه امکان افزایش میزان تهویه به صورت مکانیکی نمی باشد، افزایش میزان تهویه از طریق طبیعی و با استفاده از بازکردن پنجره ها انجام دهید (برای کسب اطلاعات بیشتر به راهبردهای افزایش میزان تهویه طبیعی مراجعه کنید). اگر این سیستم امکان افزایش نرخ تهویه به حد توصیه شده به ازای هر نفر را نمی دهد، بایستی حداکثر تعداد افراد در اتاق کاهش یابد تا میزان تهویه به حد توصیه شده به ازای نفر رعایت گردد. + در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر هوا با مشخصات MERV -80% 14 / ISO ePM1 70 توصیه می گردد. در زمان قراردادن دستگاه تصفیه هوا به جهت جریان هوا آن توجه نمایید (جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده‌تر باشد). دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرار گیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند.

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		 شمایی از یک دستگاه تصفیه هوا مستقل ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**
با توجه به راهبرد ترقیق آلودگی، هوای داخل بایستی تا حد امکان به صورت یکنواخت توزیع گردد.	آیا هوای داخل به خوبی در محیط داخل مخلوط شده است؟ بله ↓	خیر ← بکارگیری پنکه ها یا فن کوئل یا اسپلیت جهت گرمایش و سرمایش و همچنین پنکه های سقفی اختلاط هوا در داخل اتاق را افزایش می دهند. این راهبرد تنها در شرایطی بایستی مورد توجه قرار گیرد که حداقل میزان تهویه مورد نیاز تأمین شده باشد.
سکونت و تهویه	آیا مکان مورد نظر در زمان هایی خالی از سکنه است؟ خیر ↓	بله ← روشن کردن سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع با حداکثر توان هوای خروجی و با سرعت جریان هوای نرمال به مدت ۲ ساعت قبل و بعد از سکونت افراد در آن محیط داخل.
ارزیابی بازچرخش هوا	آیا سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) به صورت بازچرخش فعالیت می کند؟	← سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) را در حالت صرفه جوگر (economizer[1]) تا ۱۰۰ درصد قرار دهید تا از این طریق درصد هوای بیرون از کل هوای سیستم افزایش یابد. ضروری است قبل از افزایش سهم بله ←

[1]- حالتی است که در آن به شیوه های مختلف باعث صرفه جویی در انرژی و حرارت می شوند. برای مثال در شرایطی که هوای بیرون سرد باشد دمپرهای هوای ورودی بیرون به صورت کامل باز می شوند و هوای خنک بیرون بدون آنکه بار اضافی به سیستم خنک کننده وارد نماید به محیط داخل هدایت می شود.

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
	خیر	هوای بیرون، سازگاری آن را با توجه به ظرفیت سیستم های سرمایش، گرمایش و تهویه (HVAC) تایید شود. بله ← با مشورت کارشناس سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه، امکان نصب فیلتر هوا با مشخصات MERV -80% 14 / ISO ePM1 70 بر روی داکت هوای برگشتی را ارزیابی کنید. لازم به ذکر است به صورت کلی افزایش راندمان فیلترها منجر به افزایش افت فشار از طریق فیلتر می شود. اطمینان حاصل نمایید که سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه، توانایی مدیریت ارتقاء فیلترها را بدون اثرات منفی اختلاف فشار یا میزان جریان هوا را داشته باشند. در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر هوا با مشخصات MERV -80% 14 / ISO ePM1 70 توصیه می گردد. در زمان قراردادن دستگاه تصفیه هوا به جهت جریان هوا آن توجه نمایید (جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده‌تر باشد). دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود. همچنین نگهداری مناسب از چنین سیستمی بسیار حائز اهمیت است.**

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
ارزیابی واحد بازیابی گرما	آیا سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) مجهز به بازیابی گرماست؟	
	خیر	انتقال ذرات ویروس از طریق تجهیزات بازیابی گرما در زمانیکه سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) مجهز به یک مبدل حرارتی کویل دوقلو[1] باشد و جداسازی هوا بین بخش برگشتی و هوای ورودی را تضمین کند، مطرح نمی‌شود (اهمیت چندانی ندارد).
		انتقال ذرات ویروس از طریق تجهیزات بازیابی گرما در زمانیکه سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) مجهز به مبدل های حرارتی جریان متقاطع هوا ـبه ـهوا[2] باشد و مبدل حرارتی مشکل خاصی نداشته باشد، مطرح نمی‌شود (اهمیت چندانی ندارد).
	بله	برای مبدل های حرارتی دوار دارای بخش جداکننده و نگهداری مناسب آب بندی ها، میزان نشتی بسیار ناچیز است و ریسک آلودگی متقاطع (مسیری) حداقل است.
		در صورتیکه نشتی عمده ای (بیش از ۳ درصد) در بخش های بازیابی گرما مشاهده گردید، با مشورت کارشناسان سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع، امکان نصب فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% را با توجه به سازگاری با سیستم ارزیابی کنید. بطور کلی افزایش راندمان فیلتراسیون سبب افزایش افت فشار از طریق فیلتر می شود. مطمئن شوید که سیستم می تواند این افت فشار را تا زمان تعویض فیلتر تحمل کند و دچار آسیب نشود.
		در صورتیکه نشتی عمده ای (بیش از ۳ درصد) در بخشهای بازیابی گرما مشاهده گردید و امکان نصب فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% در سیستم وجود ندارد، تعدیل فشار (فشار در قسمت هوای

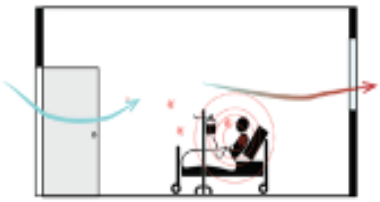
[1] twin-coil “run around loop” heat exchanger
[2] cross-flow air-to-air heat exchangers

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		ورودی نسبت به هوای خروجی بالاتر باشد)، غیرفعال کردن یا منحرف (بای پس) کردن مبدل حرارتی می تواند انجام گیرد.
سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بایستی در زمانیکه افراد در ساختمان حضور دارند به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و بطور منظم بررسی، نگهداری و تمیز شود.	آیا سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بطور منظم بررسی، نگهداری، تمیز و بهره برداری (نظیر تمیز و تعویض کردن فیلتر) می شود؟ بله ↓	خیر ← سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بایستی براساس دستورالعمل سازنده بطور منظم بررسی، نگهداری و تمیز شود. جهت اطمینان از عملکرد صحیح سیستم مطابق با الزامات و دستورالعمل سازنده با کارشناس سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) یا کارشناس شرکت سازنده مشورت کنید. تمیز و تعویض کردن فیلتر هوا براساس دستورالعمل سازنده.
واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بازچرخشی بایستی با احتیاط و پس از ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند.	واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بدون داکت (کانال) (هوای داخل را بازچرخش می‌کنند) مورد استفاده هستند. همانند اسپلیت یا فن کوئل خیر ↓	بله ← با همکاری کارشناس سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع در صورتیکه سیستم موجود مجهز به فیلتر است، فیلتر موجود را با فیلتر هوا با مشخصات 80%- MERV 14 / ISO ePM1 70 یا بالاتر تعویض شود. اطمینان حاصل کنید که سیستم موجود می تواند افت فشار ناشی از فیلتر جدید را تحمل کند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.** واحدهای تهویه مطبوع و گرمایش که توسط اسپلیت و فن کوئل کار می کنند بایستی به صورت دوره ای تمیز و نگهداری شوند. همچنین فیلترها بایستی به صورت دوره ای تمیز و نگهداری شوند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
هوای خروجی بایستی به صورت مستقیم و به دور از دهانه مکش جریان هوای ورودی، انسانها و حیوانات به بیرون هدایت شود.	آیا هوای خروجی به صورت صحیحی مدیریت شده است؟ بله پایان	خیر جهت اجتناب از تردد افراد در نزدیکی در و پنجره هایی که هوای خروجی اتاق ها به بیرون جریان دارد از فنس ها استفاده شود تا افراد یا حیوانات در فاصله حداقل ۴ متری از محل خروج هوا عبور نکند. دهانه مکش جریان هوای ورودی بایستی حداقل ۲ متر (در صورتیکه موقعیت محل خروج هوا بالاتر از محل ورود هوا باشد) و ۴ متر (در صورتیکه موقعیت محل خروج هوا پایین تر از محل ورود هوا باشد) از محل خروج هوا فاصله داشته باشد. در شرایطی که امکان ایجاد فنس وجود ندارد، ضروری است با مشورت کارشناس سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه امکانسنجی استفاده از فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% با توجه به ظرفیت سیستم مورد ارزیابی شود.

۳- نقشه راه توصیه شده برای اماکن مسکونی نظیر خانه ها و محل‌های خود قرنطینه در منازل

این بخش به طور خاص برای محیط‌ها، اتاق ها و فضاهای ایزوله در منازل یا مکان های خود قرنطینه می باشد. لازم به ذکر است توصیه های پیشنهاد شده در این قسمت بر مبنای این فرض که محل های مورد نظر در خانه ها به عنوان محیط‌های جداگانه در نظر گرفته شده‌اند و لذا راهبردهای ذیل برای کل مناطق مسکونی قابلیت کاربرد ندارند و تنها برای فضاهای ایزوله در اماکن مسکونی توصیه شده اند.

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
حداقل میزان تهویه مورد نیاز ۱۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر در محیط‌های ایزوله	آیا میزان تهویه در حد توصیه شده می باشد؟ به منظور محاسبه میزان تهویه به نکته شماره ۲ (پیوست) مراجعه نمایید. **بله**	+ ارزیابی مکان ها و سطوح بازشو نظیر در و پنجره‌ها و در نظرگرفتن ورودی های جدید برای هوا (اضافه کردن یا اصلاح ابعاد در و پنجره‌ها) **خیر** در مکان‌های ایزوله حتی الامکان فن های مکشی در حمام، توالت ها و آشپزخانه ها بایستی به صورت دائمی در حال فعالیت باشند. + در اولویت قراردادن تهویه دوطرفه یا متقاطع (ورودی و خروجی هوا در دو طرف مقابل باشند) نسبت به تهویه یک طرفه (ورودی و خروجی هوا در یک سمت قرار دارد). درها را بازنگهدارید تا حرکت جریان هوا انجام شود. تهویه طبیعی یک طرفه  تهویه طبیعی دوطرفه

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		استفاده از تجهیزات قابل نصب بر روی پنجره جهت بهبود و تأمین تهویه (مکشی) استفاده از پنکه ایستاده در نزدیکی یک پنجره باز جهت تأمین تهویه مورد نیاز. پنکه ایستاده به سمت پنجره (روبه سمت بیرون) سبب هدایت هوای داخل اتاق و هوای خروجی به سمت بیرون هدایت می شود. خیر شمایی از یک پنکه ایستاده + در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر هوا با مشخصات MERV -80% 14 / ISO ePM1 70 توصیه می گردد. در زمان قراردادن دستگاه تصفیه هوا به جهت جریان هوا آن توجه نمایید (جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده‌تر باشد). دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند.

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		 شمایی از یک دستگاه تصفیه هوا مستقل ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**
جداکردن محل‌های ایزوله از سایر بخش‌های ساختمان	محل ایزوله دارای تهویه جداگانه از سایر اتاق ها است. **بله** ↓	**خیر** ← در صورت امکان یک اتاق دارای توالت مجزا با فن مکشی را جهت ایزوله کردن انتخاب کنید. + استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% توصیه می‌گردد. دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند. ✓**نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود. همچنین نگهداری مناسب از چنین سیستمی بسیار حائز اهمیت است.**

تهویه طبیعی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
با توجه به راهبرد ترقیق آلودگی، هوای داخل محل های ایزولاسیون بایستی تا حد امکان به صورت یکنواخت توزیع و تعویض گردد.	آیا هوای داخل محل های ایزولاسیون به خوبی در محیط داخل مخلوط شده است؟ بله ↓	خیر ← بکارگیری پنکه ها یا فن کوئل یا اسپلیت جهت گرمایش و سرمایش و همچنین پنکه های سقفی اختلاط هوا در داخل اتاق را افزایش می دهند. این راهبرد تنها در شرایطی بایستی مورد توجه قرار گیرد که حداقل میزان تهویه مورد نیاز تأمین شده باشد.
واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بازچرخشی بایستی ارزیابی، نگهداری و تمیز شوند.	آیا واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بدون داکت (کانال) (هوای داخل را بازچرخش می‌کنند) مورد استفاده هستند؟ همانند اسپلیت یا فن کوئل؟ خیر ↓ **پایان**	+ واحدهای تهویه مطبوع و گرمایش که توسط اسپلیت و فن کوئل کار می کنند بایستی به صورت دوره ای تمیز و نگهداری شوند. همچنین فیلترها بایستی به صورت دوره ای تمیز و نگهداری شوند. **✓ نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.** بله ← با همکاری کارشناس سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع در صورتیکه سیستم موجود مجهز به فیلتر است، فیلتر موجود را با فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 -80% / ISO ePM1 70 یا بالاتر تعویض شود. اطمینان حاصل کنید که سیستم موجود می تواند افت فشار ناشی از فیلتر جدید را تحمل کند. **✓ نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.** ایجاد فشار منفی نسبت به راهرو (بیرون از اتاق ایزوله) از طریق افزایش جریان هوای خروجی از اتاق یا توالت اتاق ایزوله. تمیزکردن و گندزدایی اتاق را با دقت انجام دهید.

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
حداقل میزان تهویه مورد نیاز - ۱۰ لیتر در ثانیه به ازای هر نفر در محل های ایزولاسیون	آیا میزان تهویه در حد توصیه شده می باشد؟ به منظور محاسبه میزان تهویه به نکته شماره ۲ (پیوست) مراجعه نمایید. بله	+ در صورتیکه امکان افزایش میزان تهویه به صورت مکانیکی نمی باشد، افزایش میزان تهویه از طریق طبیعی و با استفاده از بازکردن پنجره ها انجام دهید (برای کسب اطلاعات بیشتر به راهبردهای افزایش میزان تهویه طبیعی مراجعه کنید). سیستم های هواساز (دمشی) تا حد امکان بایستی در حال فعالیت و روشن و در حالت "فن روشن" (FAN ON) باشند. خیر با مشورت کارشناس سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع، امکان افزایش میزان تهویه را با توجه به ظرفیت سیستم، ارزیابی شود. غیرفعال (خاموش) کردن کنترل های اتوماتیک سیستم تهویه که براساس درجه حرارت و تعداد ساکنین (غلظت CO_2 هوای داخل) میزان تهویه و هوای ورودی را تنظیم می کنند. در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% توصیه می گردد. دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. دستگاه تصفیه هوا بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و ظرفیت آن در حدی باشد که بتواند مقدار نرخ تهویه مورد نیاز جهت رسیدن به حد توصیه شده را در اتاق مهیا کند. شمایی از یک دستگاه تصفیه هوا مستقل ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
جداکردن محل های ایزوله از سایر بخش‌های ساختمان	محل ایزوله دارای تهویه جداگانه از سایر اتاق ها است. بله ↓	خیر ← + در شرایطی که سیستم هواساز (دمشی) وجود دارد که ممکن است هوای بین اتاق ایزولاسیون و سایر اتاق ها را مخلوط کند، بایستی دریچه های هوای ورودی به اتاق ایزوله کاملاً بسته و آب بندی (درزبندی) شود. بنابراین تهویه اتاق ایزوله بایستی به صورت طبیعی انجام شود (برای اطلاعات بیشتر به بخش تهویه طبیعی مراجعه کنید). + از هیترها یا سیستم های تهویه مطبوع قابل حمل به جای سیستم های مرکزی گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) در محل های ایزولاسیون استفاده شود و تجهیزات قابل حمل پس از پایان ایزولاسیون به دقت تمیز و گندزدایی شوند. + استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر ذرات را مدنظر قرار دهید. این تجهیزات بایستی به صورت پیوسته در شرایط ایزولاسیون فعالیت نمایند. توصیه می گردد از فیلترهای با راندمان بالا نظیر فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 -80% 70 استفاده شود. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**
با توجه به راهبرد ترقیق آلودگی، هوای داخل محیط های ایزولاسیون بایستی تا حد امکان به صورت یکنواخت توزیع و تعویض گردد.	آیا هوا در این محیط ها به خوبی مخلوط شده است؟ بله ↓	خیر ← بکارگیری پنکه ها یا فن کوئل یا اسپلیت جهت گرمایش و سرمایش و همچنین پنکه های سقفی اختلاط هوا در داخل اتاق را افزایش می دهند. این راهبرد تنها در شرایطی بایستی مورد توجه قرار گیرد که حداقل میزان تهویه مورد نیاز تأمین شده باشد. ✓ **نکته: گرچه مخلوط کردن هوا در این محیط ها بایستی افزایش یابد اما برای محیط های ایزولاسیون و سایر محیط ها به صورت جداگانه صورت گیرد.**

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
ارزیابی بازچرخش هوا	آیا سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) به صورت بازچرخش مرکزی فعالیت می کند؟ خیر بله	سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) را در حالت صرفه جوگر(economizer[1]) تا ۱۰۰ درصد قرار دهید تا از این طریق درصد هوای بیرون از کل هوای سیستم افزایش یابد. ضروری است قبل از افزایش سهم هوای بیرون، سازگاری آن را با توجه به ظرفیت سیستم‌های سرمایش، گرمایش و تهویه (HVAC) تایید شود. در شرایطی که سیستم هواساز (دمشی) وجود دارد که ممکن است هوای بین اتاق ایزولاسیون و سایر اتاق ها را مخلوط کند، می بایست دریچه های هوای ورودی به اتاق ایزوله کاملاً بسته و آب بندی (درزبندی) شود. بنابراین تهویه اتاق ایزوله بایستی به صورت طبیعی انجام شود (برای اطلاعات بیشتر به بخش تهویه طبیعی مراجعه کنید). ارتقاء یا جایگزینی فیلترهای موجود با فیلتر هوا با مشخصات 80%- MERV 14 / ISO ePM1 70 یا بالاتر متناسب با اندازه قاب فیلتر و داکت برگشتی. اطمینان حاصل کنید که سیستم موجود می تواند افت فشار ناشی از فیلتر جدید را تحمل کند. در صورتیکه هیچکدام از راهبردهای (کوتاه- مدت) فوق امکان اجرا نداشته باشند، استفاده از دستگاه های تصفیه هوا مستقل مجهز به فیلتر هوا با مشخصات 80%- MERV 14 / ISO ePM1 70 توصیه می گردد. دستگاه تصفیه هوا بایستی در مکان هایی که افراد حضور دارند و نزدیک به افراد قرارگیرد تا حداکثر تصفیه ممکن از منبع (منابع) انتشار بیماری صورت گیرد. در زمان قراردادن دستگاه تصفیه هوا به جهت جریان هوا آن توجه نمایید (جهت جریان هوا از ناحیه پاکتر به ناحیه آلوده‌تر باشد). ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، هوای بازچرخشی فیلتر شده در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**

[1]- حالتی است که در آن به شیوه های مختلف باعث صرفه جویی در انرژی و حرارت می شوند. برای مثال در شرایطی که هوای بیرون سرد باشد دمپرهای هوای ورودی بیرون به صورت کامل باز می شوند و هوای خنک بیرون بدون آنکه بار اضافی به سیستم خنک کننده وارد نماید به محیط داخل هدایت می شود.

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		همچنین نگهداری مناسب از چنین سیستمی بسیار حائز اهمیت است.
ارزیابی واحد بازیابی گرما	آیا سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) مجهز به بازیابی گرماست؟ خیر بله	انتقال ذرات ویروس از طریق تجهیزات بازیابی گرما در زمانیکه سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) مجهز به یک مبدل حرارتی کویل دوقلو[1] باشد و جداسازی هوا بین بخش برگشتی و هوای ورودی را تضمین کند، مطرح نمی‌شود (اهمیت چندانی ندارد). انتقال ذرات ویروس از طریق تجهیزات بازیابی گرما در زمانیکه سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) مجهز به مبدل های حرارتی جریان متقاطع هوا ـ به ـ هوا[2] باشد و مبدل حرارتی مشکل خاصی نداشته باشد، مطرح نمی‌شود (اهمیت چندانی ندارد). برای مبدل های حرارتی دوار دارای بخش جداکننده و نگهداری مناسب آب بندی ها، میزان نشتی بسیار ناچیز است و ریسک آلودگی متقاطع (مسیری) حداقل است. در صورتیکه نشتی عمده ای (بیش از ۳ درصد) در بخش های بازیابی گرما مشاهده گردید، با مشورت کارشناسان سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع، امکان نصب فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% را با توجه به سازگاری با سیستم ارزیابی کنید. بطور کلی افزایش راندمان فیلتراسیون سبب افزایش افت فشار از طریق فیلتر می شود. مطمئن شوید که سیستم می تواند این افت فشار را تا زمان تعویض فیلتر تحمل کند و دچار آسیب نشود. در صورتیکه نشتی عمده ای (بیش از ۳ درصد) در بخش های بازیابی گرما مشاهده گردید و امکان نصب فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 80% - در سیستم وجود ندارد، تعدیل فشار (فشار در قسمت هوای ورودی نسبت به هوای خروجی بالاتر

[1] twin-coil “run around loop” heat exchanger
[2] cross-flow air-to-air heat exchangers

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		باشد)، غیرفعال کردن یا منحرف (بای پس) کردن مبدل حرارتی می تواند انجام گیرد.
سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بایستی به صورت پیوسته در حال فعالیت باشد و بطور منظم بررسی، نگهداری و تمیز شود.	آیا سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بطور منظم بررسی، نگهداری، تمیز و بهره برداری (نظیر تمیز و تعویض کردن فیلتر) می شود؟ بله ↓	خیر ← سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) بایستی براساس دستورالعمل سازنده بطور منظم بررسی، نگهداری و تمیز شود. جهت اطمینان از عملکرد صحیح سیستم مطابق با الزامات و دستورالعمل سازنده با کارشناس سیستم گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) یا کارشناس شرکت سازنده مشورت کنید. تمیز و تعویض کردن فیلتر هوا براساس دستورالعمل سازنده.
واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بازچرخشی بایستی با احتیاط و پس از ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند.	واحدهای گرمایش و تهویه مطبوع بدون داکت (کانال) (هوای داخل را بازچرخش می‌کنند) مورد استفاده هستند. همانند اسپلیت یا فن کوئل خیر ↓ پایان	بله ← + واحدهای تهویه مطبوع و گرمایش که توسط اسپلیت و فن کوئل کار می کنند بایستی به صورت دوره ای تمیز و نگهداری شوند. همچنین فیلترها بایستی به صورت دوره ای تمیز یا تعویض شوند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.** با همکاری کارشناس سیستم های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع در صورتیکه سیستم موجود مجهز به فیلتر است، فیلتر موجود را با فیلتر هوا با مشخصات MERV 14 / ISO ePM1 70 -80% یا بالاتر متناسب با قاب آن تعویض شود. اطمینان حاصل کنید که سیستم موجود می تواند افت فشار ناشی از فیلتر جدید را تحمل کند. ✓ **نکته: بایستی توجه نمود، واحدهای بازچرخش هوا بدون داکت (کانال) در هیچ شرایطی نمی تواند جایگزین تهویه شود.**

تهویه مکانیکی		
حداقل الزامات	**مراحل- سوالات اصلی**	**استراتژیها (راهبردها)**
		ایجاد فشار منفی نسبت به راهرو (بیرون از اتاق ایزوله) از طریق افزایش جریان هوای خروجی از اتاق یا توالت اتاق ایزوله. تمیزکردن و گندزدایی اتاق را با دقت انجام دهید. بله

نکته ۱: حداقل نرخ تهویه در سیستم تهویه مکانیکی

هر سیستم تهویه مکانیکی برای مقادیر مشخصی از میزان جریان هوا طراحی شده اند، لذا به منظور ارزیابی نرخ تهویه در چنین سیستم های می بایست به راهنمای سازنده آنها مراجعه نمایید.

نکته ۲: روش برآورد حداقل میزان (نرخ) تهویه در سیستم تهویه طبیعی

به عنوان یک قانون کلی، نرخ تهویه طبیعی در یک اتاق را می توان به صورت زیر محاسبه کرد:

نرخ تهویه [L/s] = k × سرعت باد [m/s] × کوچکترین مساحت ورودی هوا [m^2] × 1000 [L/m^3]

k = 0.05 در صورت تهویه یک طرفه

k = 0.65 در صورت تهویه متقابل (دوطرفه)

در صورت وجود توری پشه = نرخ تهویه × 0.5

سرعت باد: سرعت باد در ارتفاع ساختمان و در مکانی کاملاً دور از ساختمان و بدون هیچ مانع گفته می شود (به عنوان مثال در فرودگاه).

نکته۳: جهت جریان هوا، چگونه آن را ارزیابی کنیم؟

جهت جریان هوا معمولاً از طریق یک گاز ردیاب ارزیابی می شود. با این حال، می توان از راه حل های مقرون به صرفه دیگری مانند چوب های عود یا سایر تولید کننده های دود استفاده کرد - برای برجسته نمودن جهت جریان هوا می توان از تست دود استفاده کرد.

منابع

1. WHO. Severe acute respiratory infections treatment centre: interim guidance 28 March 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://www.who.int/publications/i/item/severe-acute-respiratoryinfections-treatment-centre, accessed 12 February 2021).
2. REHVA. Definitions of terms and abbreviations commonly used in REHVA publications and in HVAC practises. Brussels: Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; 2012.
3. WHO. Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected: interim guidance, 19 March 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1272420/retrieve, accessed 12 February 2021).
4. CIBSE. Natural ventilation in non-domestic buildings. London: Chartered Institution of Building Services Engineers; 2005.
5. ASHRAE. Interpretation IC 62.2-2016-1 of ANSI/ASHRAE standard 62.2-2016. Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings. 2016–2018. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2017.
6. Y Shen, Li C, Dong H, Wang Z, Martinez L, Sun Z, et al. Community outbreak investigation of SARS-CoV-2 transmission among bus riders in Eastern China. JAMA Intern Med. 2020;180(12):1665-1671. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.5225.
7. Chan FKW, Yuan S, Kok KH, To KKW, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. Lancet. 2020;395(10223):514–523 (https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9, accessed 12 February 2021).
8. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet. 2020;395(10223):497–506.
9. Burke RM, Midgley CM, Dratch A, Fenstersheib M, Haupt T, Holshue M, et al. Active monitoring of persons exposed to patients with confirmed COVID-19 – United States, January–February 2020. MMWR. 2020;69(9):245–246. doi: 10.15585/mmwr.mm6909e1.
10. WHO. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Geneva: World Health Organization; 2020.
11. WHO. Coronavirus disease 2019 (CIVID-19): situation report, 73. Geneva: World Health Organization; 2020.
12. Wei J, Li Y. Airborne spread of infectious agents in the indoor environment. Am J Infect Control. 2016;44(9):S102-8.
13. McCarthy, JE, McCarthy MT, Dumas BA. Long range versus short range aerial transmission of SARS-CoV-2. 2020. arXiv: 2008.03558 [q-bio.OT].
14. Lednicky JA, Lauzardo M, Fan ZH, Jutla A, Tilly TB, Gangwar M, et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. Int J Infect Dis. 2020;100:476–482. doi: 10.1016/j.ijid.2020.09.025.
15. Lednicky JA, Lauzardo M, Fan ZH, Jutla A, Tilly TB, Gangwar M, et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. medRxiv. 2020. doi: 10.1101/2020.08.03.20167395.
16. Ring N, Jepson R, Ritchie K. Methods of synthesizing qualitative research studies for health technology assessment. Int J Technol Assess Health Care. 2011;27(4):384–390. doi: 10.1017/S0266462311000389.
17. WHO. Mask use in the context of COVID-19. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://www.who. int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcaresettings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak, accessed 12 February 2021).
18. WHO. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19) and considerations during severe shortages. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://apps.who.int/

iris/handle/10665/331695, accessed 12 February 2021).
19. WHO. Considerations for school-related public health measures in the context of COVID-19. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://www.who.int/publications/i/item/considerations-forschool-
related-public-health-measures-in-the-context-of-covid-19, accessed 12 February 2021).
20. WHO. Home care for patients with suspected or confirmed COVID-19 and management of their contacts. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://www.who.int/publications-detail/home-carefor-patients-with-suspected-novel-coronavirus-(ncov)-infection-presenting-with-mild-symptoms-and25 management-of-contacts, accessed 12 February 2021).
21. WHO. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19: interim guidance. Geneva: World Health Organization; 2020.
22. ECDC. Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control; 2020.
23. Dai H, Zhao B. Association of the infection probability of COVID-19 with ventilation rates in confined spaces. Build Simul. 2020;13(6):1321-1327. doi: 10.1007/s12273-020-0703-5.
24. Nembhard MD, Burton DJ, Cohen JM. Ventilation use in nonmedical settings during COVID-19: cleaning protocol, maintenance, and recommendations. Toxicol Ind Health. 2020;36(9):644-653. doi: 10.1177/0748233720967528.
25. Lai D, Qi Y, Liu J, Dai X, Zhao L, Wei S. Ventilation behavior in residential buildings with mechanical ventilation systems across different climate zones in China. Build Environ. 2018;143:679-690. doi: 10.1016/j.buildenv.2018.08.006.
26. WHO. Considerations for public health and social measures in the workplace in the context of COVID-19. Geneva: World Health Organization; 2020.
27. WHO. COVID-19 management in hotels and other entities of the accommodation sector. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://apps.who.int/iris/handle/10665/333992, accessed 12 February 2021).
28. WHO. Considerations for quarantine of contacts of COVID-19 cases. Geneva: World Health Organization; 2020 (https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-quarantine-of-individuals-inthe-context-of-containment-for-coronavirus-disease-(covid-19), accessed 12 February 2021).
29 WHO. Vector-borne diseases. Geneva: World Health Organization; 2020 https://www.who.int/newsroom/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases, accessed 12 February 2021).
30 .WHO. Ambient (outdoor) air pollution. Geneva: World Health Organization; 2018 (https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health, accessed 12 February 2021).
31. WHO. Personal interventions and risk communication on air pollution. Geneva: World Health Organization; 2020.
32. Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, Jensen P, Li Y. Natural ventilation for infection control in health-care settings: WHO guidelines. Geneva: World Health Organization; 2009.
33. MSF. Environmental measures to prevent TB transmission in resource-limited settings having a high TB-HIV burden. Médecins Sans Frontières; 2011.
34. CDC. Guidelines for preventing the transmission of tuberculosis in health-care settings, with special focus on HIV-related issues. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention; 1990 (https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00001897.htm, accessed 12 February 2021).
35. ASHRAE. HVAC design manual for hospitals and clinics (second edition). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2003.
36 ASHRAE. Technical resources for health care settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.
37. REHVA. REHVA COVID-19 guidance document. 3 August 2020. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; 2020.
38. CDC. COVID-19 employer information for office buildings. Atlanta (GA): Centers for Disease Prevention and Control; 2021.

39. ASHRAE. Filtration/Disinfection. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.
40. Pi CH, Chang YS, Kang BH. An experimental study on air leakage and performance characteristics of a desiccant rotor. International Institute of Refrigeration; 2011.
41. AICARR. Protocollo per la riduzione del rischio da diffusione del del SARS-CoV2-19 mediante gliimpianti di climatizzazione e ventilazione in ambienti sanitari. 2020:1-4.
42. ASHRAE. Handbook HVAC fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2017.
43. REHVA. REHVA COVID-19 guidance document.version 4. 17 November 2020. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; 2020.
44 ASHRAE. Technical resources for residential settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.
45. ASHRAE. Technical resources for commercial settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.

Roadmap to Improve and Ensure Good Indoor Ventilation in the Context of COVID-19

Translated by

Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health

&

Center for Air Pollution Research, Institute for Environmental Research

Tehran University of Medical Sciences

CONTACT

Institute for Environmental Research
Tehran University of Medical Sciences

8th Floor, No. 1547, North Kargar Avenue, Tehran I.R. Iran
Tel.: +98 (21) 88978399, Fax: +98 (21) 88978398
Website**:** **http://ier.tums.ac.ir**