مقاله پژوهشی

صفحات
۹۹–۱۱۷
تاریخ دریافت مقاله:
۱۴۰۲/۱۱/۲۹
تاریخ پذیرش نهایی:
۱۴۰۳/۰۳/۲۹

بررسی چگونگی تأثیر معماری بر کاهش اثرات عفونت بیمارستانی از طریق شناسایی عوامل مؤثر در تهویه بهینه مراکز درمانی

زهرا کمیجانی[۱]، اکرم خلیلی[۲]*

چکیده

از آنجا که هوای داخل بیمارستان می‌تواند تأثیر چشمگیری بر سلامت و بهبودی بیماران داشته باشد، تهویه‌مطبوع و کنترل عفونت‌های بیمارستانی نیازمند درک عمیقی از اصول تهویه داخلی و تعاملات میکروبیولوژیکی دارد این مطالعه با روش کیفی و باتوجه‌به رویکردهای تحلیلی و توصیفی و باهدف شناسایی عوامل مؤثر بر کیفیت هوای داخلی بیمارستان، ارزیابی تأثیر این راهکارها بر کاهش شیوع عفونت‌های بیمارستانی و بهبود کیفیت محیط‌های درمانی و بررسی نقاط قوت و ضعف فعلی در سیستم تهویه بیمارستانی از نظر کنترل عفونت به ارزیابی تأثیر جریان هوا و سیستم‌های تهویه‌مطبوع بر کنترل و مدیریت این باکتری‌ها در محیط‌های درمانی با استفاده از روش‌هایی چون مصاحبه با متخصصان، و تحلیل اطلاعات می‌پردازد. در این مقاله به طراحان و معماران توصیه می‌شود که تهویه‌مطبوع را نه به‌عنوان یک راهکار تکمیلی بلکه به‌عنوان جزئی اساسی از فرایند طراحی در نظر گیرند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که همکاری میان متخصصین معماری، مهندسی، و پزشکی می‌تواند به ابداع راهکارهایی هوشمندانه و مؤثر در مبارزه با بیماری‌های ناشی از عفونت‌ها و بهبود سطح سلامت جامعه منجر شود. نوآوری این تحقیق احتمالاً شامل ارتباط بین دو حوزه مختلف، یعنی معماری و بهداشت عمومی، می‌باشد. این نوآوری می‌تواند موجب تدوین یک چشم‌انداز تازه برای طراحی بیمارستان‌های آینده شود که همچنین به افزایش ایمنی بیمارستان‌ها و کاهش عفونت‌ها کمک خواهد کرد. این تحقیق به ارتباط بین دو حوزه مختلف، یعنی معماری و بهداشت عمومی، اشاره دارد و احتمالاً می‌تواند به ارتقاء فرآیند طراحی بیمارستان‌ها و بهبود سلامت جامعه کمک کند. این نوع همکاری و هماهنگی بین اختصاص‌دهندگان مختلف، نه تنها به ارتقاء کیفیت محیط‌های درمانی و کاهش شیوع عفونت‌ها کمک می‌کند، بلکه همچنین به بهبود عملکرد و ایمنی بیمارستان‌ها و در نهایت به حفظ سلامت جامعه کمک می‌کند. با توجه به این موارد، تحلیل و بررسی موارد مرتبط با تأثیرات تهویه داخلی بیمارستان‌ها و ارتقاء هماهنگی بین حوزه‌های معماری و بهداشت می‌تواند یکی از راهکارهای اصلی برای بهبود و توسعه خدمات بهداشتی و درمانی باشد.

واژگان کلیدی:معماری، طراحی بیمارستان، تهویه‌مطبوع، عفونت بیمارستانی.

۱. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی استان مازندران، واحد نور، نور، مازندران E-Mail: zahraa.kmj@gmail.com
۲. استادیار گروه معماری، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی استان مازندران، واحد نور، نور، مازندران (نویسنده مسئول). E-mail:a_khalili@iaunour.ac.ir

۱- مقدمه

بدون شک یکی از مهم‌ترین جنبه‌های توسعه کشور، بهبود کمّی و کیفی خدمات بهداشتی و درمانی در تمامی سطوح است. این هدف نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و استفاده هماهنگ از تمامی امکانات و نیروهای موجود در حوزه بهداشت و درمان است(فرزام شاد، ۱۳۹۰). فضای درمانی از مهم‌ترین فضاهای شهری هستند که به دلیل نقش مهمی که در حفظ و ارتقاء سلامت جامعه برعهده دارند، در طول تاریخ از جنبه‌های مختلف موردتوجه قرار گرفته‌اند (رنجبر و مهدی‌نژاد، ۱۳۹۵). مراکز درمانی باهدف درمان بیماران و بهبود سلامتی افراد جامعه احداث و به بهره‌برداری می‌رسند (مطلبی و وجدان زاده، ۱۳۹۴).

بیمارستانی از مهم‌ترین بیماری‌های عفونی هستند که از مراکز بهداشتی درمانی سرچشمه می‌گیرند (حسینی و دیگران، ۱۳۹۸). این عفونت‌ها که در ۸۴ ساعت پس از بستری شدن بیمار در بیمارستان ایجاد می‌شوند، به عنوان نتیجه‌ای نامطلوب از مراقبت‌های بهداشتی درمانی محسوب می‌شوند و عفونت بیمارستانی نامیده می‌شوند(عرفانی و احمدی، ۱۴۰۰). اهمیت این عفونت‌ها روز به روز بیشتر شده و به چالش جدی برای نظام سلامت کشورها تبدیل می‌شوند((حسین‌پور و همکاران، ۲۰۲۳). واحد کنترل عفونت در نظام بهداشتی درمانی ایران، به عنوان یکی از محورهای استاندارد اعتبار بخشی، به این معضل توجه ویژه‌ای دارد (دفتر نظارت و اعتباربخشی معاونت بهداشتی درمان و آموزش پزشکی، ۱۴۰۱).

بر اساس گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، میزان بروز عفونت‌های بیمارستانی در کشورهای توسعه یافته در حدود پنج تا ده درصد و در برخی از کشورهای در حال توسعه بیش از ۵۲ درصد اعلام شده است. به عنوان مثال، یک بررسی در ۵۵ بیمارستان از ۴۱ کشور دنیا نشان داد که به طور متوسط ۷.۸ درصد از بیماران بستری شده در بیمارستان به عفونت‌های بیمارستانی مبتلا شده‌اند (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۹).

در دهه‌های اخیر، رابطه میان کیفیت تهویه‌مطبوع و پیشگیری از عفونت‌ها، موضوعی استراتژیک در طراحی فضاهای بهداشتی و درمانی شناخته شده است. در قلب این بحث‌ها، سودوموناس آئروژینوزا قرار دارد - یک باکتری انعطاف‌پذیر و فرصت‌طلب که توانایی ایجاد عفونت‌های مقاوم در بیماران نقاهتی و با سیستم ایمنی ضعیف را دارد علی‌رغم فراوانی تحقیقات پیرامون راهبردهای استاندارد تهویه و تصفیه هوا، جزئیات دقیق نقش جریان هوا در کنترل و مهار این باکتری همچنان موضوعی نیازمند توجه عمیق‌تر است. (خضریان و خضریان، ۱۴۰۱) این مقاله به بررسی مکانیزم‌هایی می‌پردازد که از طریق آن‌ها سیستم‌های تهویه می‌توانند به مقابله با انتشار سودوموناس آئروژینوزا کمک کنند و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها بر طراحی ساختمان‌های بهداشتی درمانی را مورد تحلیل قرار می‌دهد. مقاله حاضر شناسایی عوامل مؤثر بر کیفیت هوای داخلی بیمارستان، ارزیابی تأثیر این راهکارها بر کاهش شیوع عفونت‌های بیمارستانی و بهبود کیفیت محیط‌های درمانی و بررسی نقاط قوت و ضعف فعلی در سیستم تهویه بیمارستانی از نظر کنترل عفونت به ارزیابی تأثیر جریان هوا و سیستم‌های تهویه‌مطبوع بر کنترل و مدیریت این باکتری‌ها در محیط‌های درمانی می‌پردازد که می‌توانند سیستم‌های تهویه را در مقابل انتشار سودوموناس آئروژینوزا تقویت کنند. این تحلیل‌ها می‌توانند به طراحان و مدیران فضاهای درمانی کمک کنند تا راهکارهای بهبود کیفیت تهویه مطبوع و کاهش ریسک عفونت‌ها را در نظر بگیرند و ایمنی بیماران را تضمین کنند.به طور خلاصه، این متن نشان می‌دهد که بهبود کیفیت تهویه‌مطبوع و کنترل جریان هوا در فضاهای درمانی از اهمیت بالایی برخوردار است و نیازمند توجه و تحقیقات بیشتر در این زمینه است.

۲- پیشینه تحقیق

جهت بررسی پیشینه پژوهش دو مبحث، معماری فضاهای درمانی و عفونت‌های بیمارستانی موردمطالعه قرار گرفته است. در ارتباط با این موضوع تحقیقات زیادی صورت‌گرفته است که خلاصه‌ای از آنها در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱ : نتایج به دست آمده بر اساس دیدگاه پژوهشگران (منبع: نگارندگان)

ردیف	محقق	سال	روش تحقیق	اهداف	نتایج
۱	حمیدرضا عرفانی و همکاران	۱۴۰۰	بررسی توصیفی	بررسی بعد کالبدی از ابعاد رویکرد زمینه‌گرایی	شاخص‌های مختلف مانند پوشش گیاهی، رنگ، کاربری، ترکیب احجام و فرم داخلی بیمارستان و روابط فضایی مناسب منجر به کاهش تنش‌ها و اضطراب بیماران می‌شود.
۲	یلدا هاشم‌پور	۱۳۹۹	بررسی کمی	اهمیت تهویه مناسب و لوله‌کشی استاندارد در جلوگیری از انتقال کروناویروس‌ها	از طریق سیستم لوله‌کشی ویروس‌های کرونا منتقل نمی‌شوند و شایع‌ترین راه قطرات تنفسی است؛ بنابراین، حفظ فاصله اجتماعی و رعایت بهداشت فردی لازم است.
۳	امین روسائی و همکاران	۱۳۹۹	بررسی کمی	ارتقای کیفیت جریان هوای داخل در فضاهای اداری با روش CFD	محل قرارگیری دریچه‌های پخش‌کننده جریان هوا، بر جریان هوای داخل تأثیرگذار است و طراحی صحیح آنها می‌تواند شکل جریان هوای داخل را همگن و قابل‌پیش‌بینی نماید
۴	حامد رشیدی اقدم و همکاران	۱۳۹۶	بررسی کمی	تأثیر سیستم اتوماسیون بر روی مصرف انرژی	سیستماتیک و هوشمندسازی ساختمان‌ها با استفاده از این استاندارد می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های مرتبط باانرژی را به همراه داشته باشد.
۵	اسمعیل محمدنژاد و همکاران	۱۳۹۴	بررسی کیفی	بررسی ضرورت کنترل و پیشگیری از عفونت بیمارستانی	شناسایی علل عفونت بیمارستانی و به‌کارگیری تمهیداتی در بخش مراقبت ویژه باعث ارتقا ایمنی و افزایش کیفیت خدمات مراقبتی درمانی می‌شود
۶	ثنا شکری و همکاران	۱۳۹۴	بررسی کمی	تعیین کیفیت هوا و غلظت ذرات معلق در بخش‌های داخلی بیمارستان	تسهیل در پخش و انتقال عوامل عفونی می‌تواند زمینه‌ساز انتقال عفونت به خارج از بیمارستان خواهد شد

این مطالعه یک بررسی مروری از مطالعات اورجینال انجام شده میباشد که به بررسی نوع تهویه‌های به کار رفته در سیستم تهویه بیمارستانی و کنترل عفونت و انتقال عوام میکروبی در بین بخش‌های بستری است و رابطه میان کیفیت تهویه‌مطبوع و پیشگیری از عفونت‌ها می‌پردازد.

۳- روش تحقیق

این مطالعه با استفاده از رویکردهای تحلیلی و توصیفی، عوامل مؤثر بر کیفیت هوای داخلی بیمارستان را شناسایی کرده و تأثیر راهکارهای مختلف بر کنترل عفونت‌ها و بهبود محیط‌های درمانی بررسی شده است و با استفاده از روش‌هایی چون مصاحبه با متخصصان و به کمک بهره‌گیری از منابع مکتوب و متون مرتبط به تحلیل روند تکوین و تکامل پیشگیری از عفونت بیمارستانی با کمک معماری و از طریق طراحی بیمارستان می‌پردازد و ماهیت میان‌رشته‌ای این پدیده را بررسی می‌کند و سپس چارچوب مفهومی این پژوهش تبیین می‌شود.

۴- مبانی نظری

عفونت بیمارستانی عفونتی است که پس از پذیرش بیمار در بیمارستان (۲٤ یا ٤۸ ساعت) یا طی دوره‌ای مشخص (۱۰ تا ۳۰ روز) پس از ترخیص بیمار (۲۵ تا ۵۰ ٪ عفونت‌های زخم جراحی،پس از ترخیص بیمار ظاهر می‌گردند) اتفاق می‌افتد. این عفونت‌ها در زمان پذیرش بیمار وجود ندارند و نباید در دوره نهفتگی خود نیز قرار داشته باشند. در صورتی که بعد از اعمال جراحی جسم خارجی در بدن بیماران کار گذاشته شود، عفونت بیمارستانی می‌تواند تا یک سال پس از این اعمال رخ دهد. عفونت‌های بیمارستانی می‌توانند علاوه بر بیماران، کارکنان و عیادت‌کنندگان را نیز مبتلا سازند(کاکوپا، ۲۰۱۶). در بیمارستان‌ها میکروارگانیسم‌ها می‌توانند از طریق‌های مختلفی منتقل شوند و گاهی یک میکروب ممکن است از چندین راه منتقل شود. راه‌های انتقال میکروارگانیسم‌ها در بیمارستان در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲ : راه‌های انتقال میکروارگانیسم‌ها (منبع:نگارندگان)

راه‌های انتقال میکروارگانیسم‌ها		
۱	انتقال از طریق تماس[1]	تماس مستقیم سطوح بدن و انتقال فیزیکي میکروارگانیسم‌ها بین میزبان حساس فرد دچار عفونت یا کلونیزه شده با میکروب.
		تماس غیرمستقیم میزبان حساس با شي واسطه آلوده (وسایل، سوز، پانسمان، دستکش آلوده).
۲	قطره[2]	تولید شده توسط فرد حین عطسه، سرفه و صحبت‌کردن، حین ساکشن کردن یا برونکوسکوپي و مواجهه با ملتحمه، مخاط بیني یا دهان.
۳	انتقال از طریق هوا[3]	عامل بیماری‌زا درون ذرات کوچک‌تر از ۵ میکرومتر (از جمله آئروسل‌های کوچک) و خشک منتقل می‌شود. این ذرات تا دقایقی در هوا معلق باقی می‌مانند
٤	انتقال از طریق وسیله مشترك آلود[4]	همانند غذا، آب، داروها و تجهیزات و وسایل آلوده
۵	انتقال از طریق ناقلین[5]	مانند پشه، مگس و موش که اهمیت چنداني در انتقال عفونت‌های بیمارستاني ندارد

انتقال عفونت از طریق هوا با انتشار قطرات کوچک در فواصل طولانی از بیماران عفونی اتفاق می‌افتد، برای انتقال عوامل بیماری‌زایی که از طریق ذرات بسیار ریز انتشار پیدا می‌کند چندین شرط ضروری وجود دارد:

۱) وجود عوامل بیماریزای پایدار در داخل قطرات در منبع عفونت: در این شرط، اشاره به‌ضرورت وجود عوامل بیماری‌زای پایدار در داخل قطرات حاوی عفونت است. این بدان معناست که برای انتقال عفونت از طریق هوا، قطرات باید حاوی عوامل بیماری‌زایی باشند تا بتوانند عفونت را منتقل کنند.

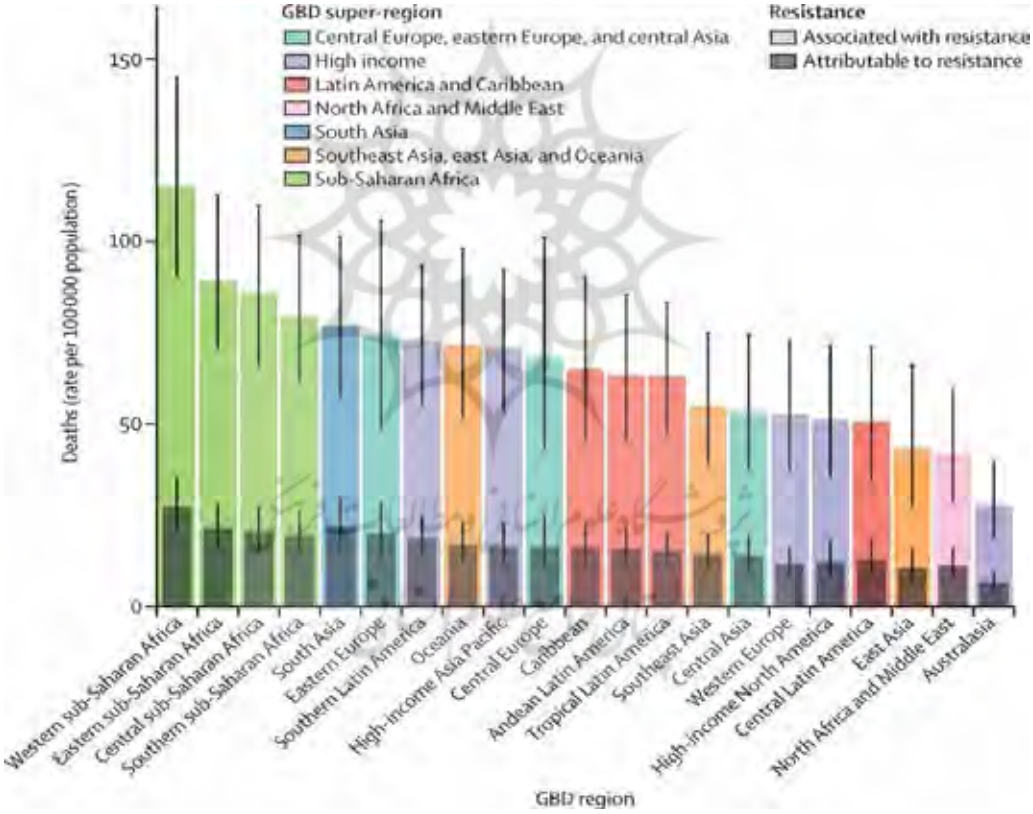
۲) قابلیت زنده‌ماندن عوامل بیماری‌زا در داخل قطره بعد از پرتاب‌شدن از منبع و دوام آن پس از مواجهه با موانعی نظیر: حرارت، تبخیر، اشعه ماورای‌بنفش، خشکی

در این مورد، نکته مهم توانایی عوامل بیماری‌زا برای بقای در داخل قطره پس از پرتاب و مقاومت آن‌ها در برابر عوامل مختلف مانند حرارت، تبخیر، اشعه ماورای‌بنفش و خشکی است. این مقاومت‌ها می‌توانند تأثیرگذار بر بقای عوامل بیماری‌زا و انتقال آن‌ها را داشته باشند.

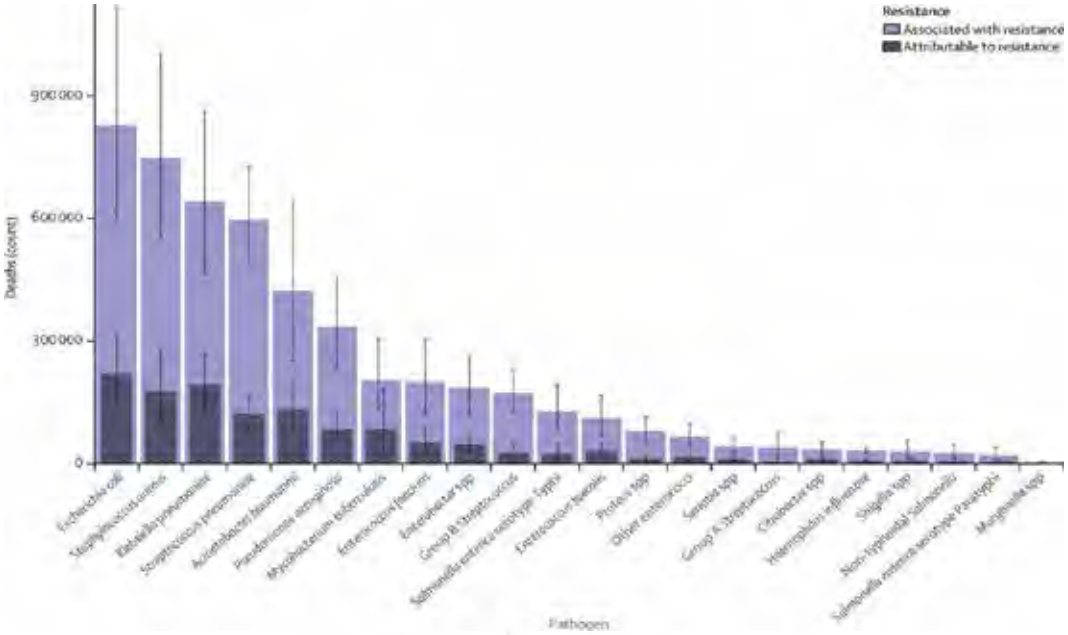
۳) وجود حداقل دوز آلوده‌کنندگی جهت ایجاد عفونت در میزبان حساس: این شرط به‌ضرورت وجود حداقل دوز آلودگی برای ایجاد عفونت در میزبان حساس اشاره دارد. به این معنا که برای ایجاد عفونت، مقدار آلودگی باید به حد کافی رسیده باشد تا در میزبان حساس عفونت ایجاد شود.

۴) مواجهه با یک میزبان حساس: این شرط به اهمیت برخورد با یک میزبان حساس در فرایند انتقال عفونت از طریق هوا اشاره دارد. بدون وجود یک میزبان حساس، انتقال عفونت از طریق هوا ممکن نخواهد بود(داس و همکاران، ۲۰۲۲: ویلسون و همکاران،۲۰۲۰)

نمودار (۱) و نمودار (۲) که به ترتیب میزان مرگ و میر بر اثر بیماری‌های عفونی بر اساس تقسیمات قاره‌ایی و ارگانیسم‌های دخیل در عفونت بر اساس تفکیک گونه‌های باکتریایی را نشان می‌دهند. با توجه به این شرایط اساسی، برای فهم بهتر مکانیزم‌های انتقال عفونت از طریق هوا و اهمیت اقدامات پیشگیری و کنترل عفونت‌ها بسیار حائز اهمیت است. به‌منظور جلوگیری از انتقال عفونت‌ها، شناخت دقیق این فرایند و استفاده از روش‌های مناسب ضروری است.



نمودار ۱ : میزان مرگ و میر بر اثر بیماری‌های عفونی بر اساس تقسیمات قاره‌ایی (منبع:سازمان بهداشت جهانی)



نمودار ۲: ارگانیسم‌های دخیل در عفونت بر اساس تفکیک گونه‌های باکتریایی(منبع:سازمان بهداشت جهانی)

در ادامه به مباحث مرتبط مانند مهم‌ترین نوع عفونت در مراکز درمانی و نحوه تهویه هوای بیمارستان‌ها می‌پردازید.

بیماری‌زایی سودوموناس آئروژینوزا

سودوموناس آئروژینوزا به دلیل پیچیدگی‌های فراوان، تولید محصولات مختلف خارج سلولی و ناشناخته بودن مسیر دقیق بیماری‌زایی آن به تدریج جایگاه مهمی در علوم بیولوژی و پزشکی یافته است. سال‌ها پیش از شناسایی سودوموناس آئروژینوزا، پزشکان وجود چرک آبی-سبز را نشانه وخامت عفونت تلقی می‌کردند.

در سال ۱۸۵۰ سدبلات حضور این لکه‌ها را بر روی لباس جراحان مشاهده کرد. در سال ۱۸۹۰، فوردوس موفق به استخراج رنگ‌دانه از باکتری و نام‌گذاری آن به پیوسیانین شد. لوک در سال ۱۸۹۲ این لکه‌ها را به عفونت‌ها نسبت داد. گسارد در سال ۱۸۸۲ باکتری سودوموناس آئروژینوزا را جدا کرد و آن را باسیلوس پیوسپانوس نامید. چارین در سال ۱۸۸۹ نقش بیماری‌زایی آن در حیوانات را مشخص کرد. در سال ۱۸۹۶، میگولا ویژگی‌های اصلی سودوموناس آئروژینوزا را مطرح کرد و در سال ۱۸۹۹، وازرمن بیان نمود که سموم و مواد خارج سلولی این باکتری در بیماری‌زایی آن از خود سلول باکتری مهم‌تر هستند. در سال ۱۹۲۵، أسلر توضیح داد که سودوموناس آئروژینوزا احتمالاً در عفونت‌های ثانویه نقشی ایفا می‌کند. به تدریج، این باکتری به‌دلیل پیچیدگی‌ها، تولید محصولات خارج سلولی و ناشناخته بودن روش‌های بیماری‌زایی آن، جایگاه ویژه‌ای در علوم بیولوژی و پزشکی پیدا کرد (ورسوزا و همکاران، ۲۰۲۰).

دوموناس آئروژینوزا یکی از مهم‌ترین عوامل عفونت‌های بیمارستانی، به‌ویژه در بخش UCI و سوختگی، است و می‌تواند باعث بروز عفونت‌هایی مانند باکتریمی، عفونت مجرای ادراری، عفونت استخوان، مفاصل، چشم، گوش، دستگاه گوارش و ... شود. به دلیل مقاومت بالای این باکتری به بسیاری

از آنتی‌بیوتیک‌ها، ریشه‌کن کردن آن بسیار دشوار است(کیلیان وتتلین، ۲۰۱۹). در سال‌های اخیر، سویه‌های مقاوم به کارباپنم این باکتری به عنوان یک مشکل اساسی مطرح شده‌اند. سودوموناس آئروژینوزا به دلیل کاهش نفوذپذیری دارو و تولید آنزیم‌های کروموزومی AmpC، دارای مقاومت بالایی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها است(بدنیچ و همکاران،۲۰۱۵: چو و همکاران،۲۰۱۵).

بیمارستان

با افزایش روزافزون جمعیت و تمرکز آن در شهرها، رعایت اصول بهداشتی توسط عموم مردم از طبقات مختلف اجتماعی بسیار ضروری است. بیمارستان‌ها که با جان و سلامتی انسان‌ها سروکار دارند، باید حداکثر کارایی را از نظر عوامل انسانی، امکانات و تجهیزات داشته باشند (ماستری فراهانی و همکاران، ۱۴۰۱، ۷). هر بیمارستان مجموعه‌ای پیچیده و متنوع از نیازها، تضادها، تجهیزات و امکانات است که باید به دقیق‌ترین و کارآمدترین نحو طراحی شوند تا نتیجه مطلوب حاصل شود (مشبکی اصفهانی، ۱۳۹۳).

در طراحی بیمارستان‌ها، معماری نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. طراحی معماری بیمارستان باید به‌گونه‌ای باشد که علاوه بر ارائه یک محیط شفاف و آرام برای بیماران و پرسنل درمانی، از جنبه‌های بهداشتی و عفونتی نیز حساسیت به خرج دهد. از جمله نقش‌های معماری در طراحی بیمارستان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. طراحی فضاهای مناسب برای سیستم‌های تهویه: معماران باید در طراحی ساختمان، فضاهای مناسب را برای نصب و استفاده از سیستم‌های تهویه مناسب فراهم کنند تا هوای تمیز و تازه به اتاق‌ها منتقل شود و از انتقال عفونت‌ها جلوگیری شود.

۲. استفاده از مصالح ضدعفونی: معماران باید در انتخاب مصالح ساختمانی، اولویت به مصالح و تجهیزات ضدعفونی دهند تا سطوح قابل شستشو و ضدعفونی فراهم شود.

۳. ایجاد فضاهای مناسب برای بهبود دسترسی به نور و هوا: معماران باید در طراحی فضاها، به گونه‌ای فضاهای باز و مناسب برای نفوذ نور و هوا را فراهم کنند تا شرایط بهداشتی و راحتی برای بیماران و پرسنل را بهبود بخشند.

۴. کنترل گرما و رطوبت: طراحی معماری باید به گونه‌ای باشد که بتواند از جنبه‌های کنترل گرما و رطوبت در ساختمان به خوبی مراقبت کند تا شرایط مناسب برای بهبود بهداشت و کنترل عفونت‌ها فراهم شود (مشبکی اصفهانی، ۱۳۹۳).

بنابراین، معماری در طراحی بیمارستان‌ها نقش حائز اهمیتی در ارائه یک محیط بهداشتی و امن بازی می‌کند که مستلزم دانش علمی و دقت در جزئیات است.

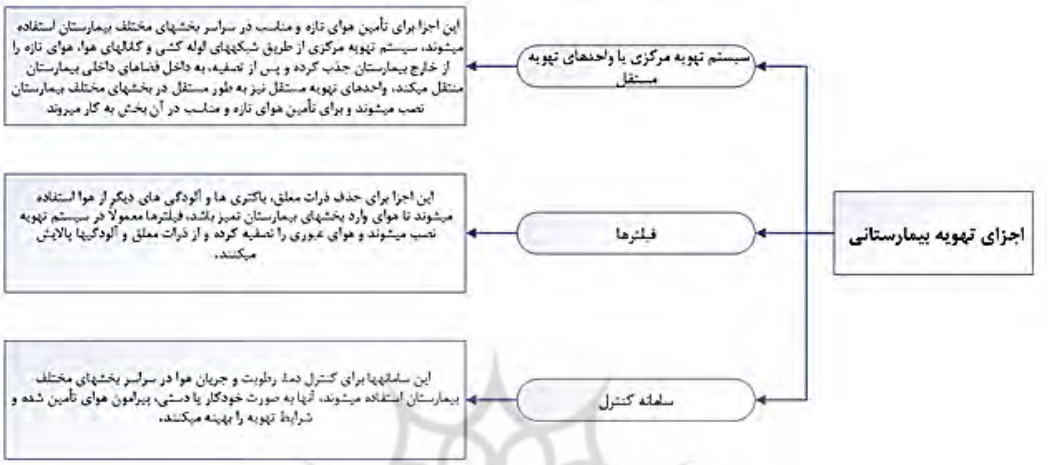
تهویه بیمارستانی

تهویه بیمارستانی به معنای ورود و توزیع هوای تازه و پاک در بخش‌ها و اتاق‌های بیمارستان است که با هدف فراهم آوردن هوای سالم برای بیماران و پرسنل، کاهش غلظت آلاینده‌های تولید شده در داخل و خارج کردن آنها از محیط بیمارستان انجام می‌گیرد. این فرآیند به گونه‌ای طراحی شده است که از گسترش عفونت‌های هوابرد بین بیماران و پرسنل جلوگیری کرده و مانع از انتقال آنها به خارج

از بیمارستان می‌شود.

تهویه بیمارستانی یک سیستم حیاتی است که برای ایجاد شرایط تهویه مناسب و ارتباط با محیط بیرونی در بیمارستان استفاده می‌شود. این سیستم از چندین اجزا و زیرسیستم تشکیل شده است که به‌صورت هماهنگ با یکدیگر فعالیت می‌کنند(یاو و همکاران، ۲۰۱۱).

همانطور که در تصویر (۱) می‌بینید اجزای تهویه بیمارستانی شامل موارد زیر می‌شود:



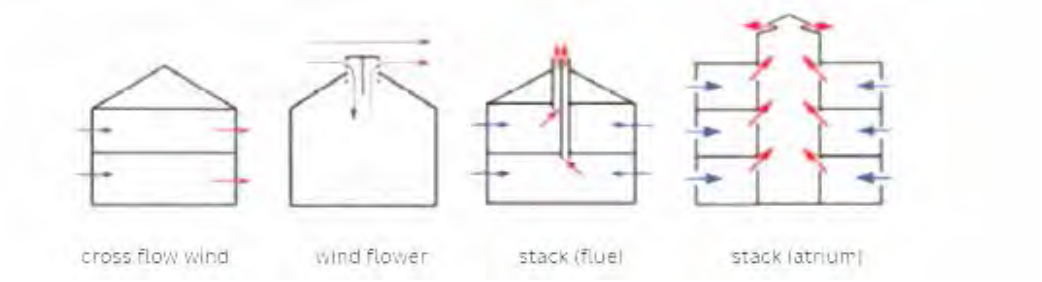
تصویر ۱: اجزای تهویه بیمارستانی(منبع : نگارندگان)

انواع سیستم‌های تهویه در بیمارستان

هدف تهویه، تهیه هوای سالم برای تنفس، کاهش غلظت مواد آلاینده تولید شده در داخل بیمارستان و خروج آلاینده‌ها می‌باشد. با افزایش تعویض هوا به میزان دوبرابر، غلظت ذرات هوابرد در هوا نیز به نصف کاهش می‌یابد. بهبود تهویه در مراکز بهداشتي و درماني در پیشگیري از انتقال عفونت‌های هوابرد ضروري و قویاً توصیه می‌گردد(پارمر و همکاران، ۲۰۱۵).

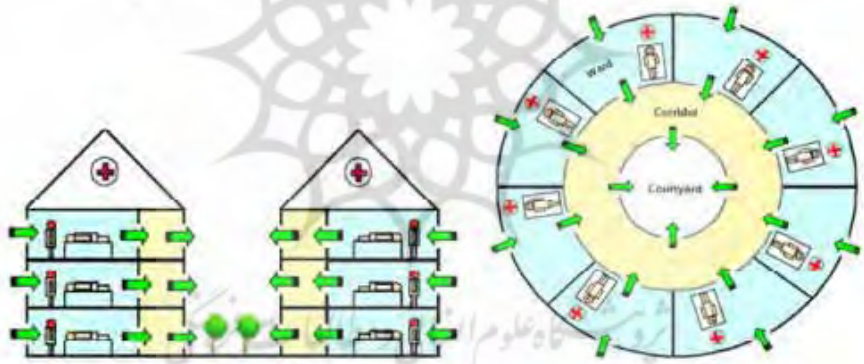
الف) تهویه طبیعی

نیروهای طبیعی مانند باد و نیروی شناوری حرارتی که به دلیل تفاوت چگالی هوا در داخل و بیرون ایجاد می‌شوند، هوای بیرونی را از راه‌های مختلفی همچون پنجره‌ها، درب‌ها، نورگیرها و هواکش‌ها وارد ساختمان بیمارستان کرده و هوای داخلی را به بیرون هدایت می‌کنند. استفاده از تهویه طبیعی در بیمارستان تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی، طراحی ساختمان و رفتار افراد ساکن در آن قرار دارد. تصویر (۲)، روش‌های مختلف تهویه طبیعی و تصویر (۳)، نحوه جانمایی اتاق‌ها برای استفاده از حداکثر تهویه طبیعی را در بیمارستان نشان می‌دهد . بیشترین تهویه طبیعي در زماني که پنجرهها در دو طرف اتاق باز باشند فراهم مي گردد. مشکل اصلي تهویه طبیعی بستن پنجره‌ها در زمان شب و هواي سرد توسط همراهان بیماران مي باشد. استفاده از انواع فن‌های اختلاط از جمله سقفی یا اگزوز فن هایی تعبیه شده در پنجره‌ها فقط در زمان تامین میزان کافی هوای بیرون مجاز است چون در غیر این صورت باعث انتشار الاینده‌های هوا در اتاق بیمار می‌گردد (پارمر و همکاران، ۲۰۱۵).



تصویر ۲: روش‌های مختلف تهویه طبیعی در بیمارستان (منبع : سازمان بهداشت جهانی، :۳۷:۲۰۰۹)

مطابق تصویر (۳) تهویه طبیعی در بیمارستان می‌تواند از طریق پنجره‌ها در دو طرف اتاق یا کانال‌های بزرگ بین دو بخش انجام شود. در اتاق‌های بیمارستان، باید به گونه‌ای طراحی شوند که هوا از یک سمت وارد و از سمت دیگر خارج شود. همچنین، خروجی هوا باید به‌گونه‌ای باشد که هوای آلوده از بیماران مبتلا به عفونت‌های هوابرد مانند سل به سایر بخش‌ها منتقل نشود و به‌طور مستقیم به خارج اتاق هدایت گردد(شاهسونی، ۱۳۹۳، ۵۶).



تصویر ۳: جانمایی اتاق‌ها برای استفاده از حداکثر تهویه طبیعی در بیمارستان (منبع : سازمان بهداشت جهانی، :۵۵:۲۰۰۹)

ب) تهویه مکانیکی

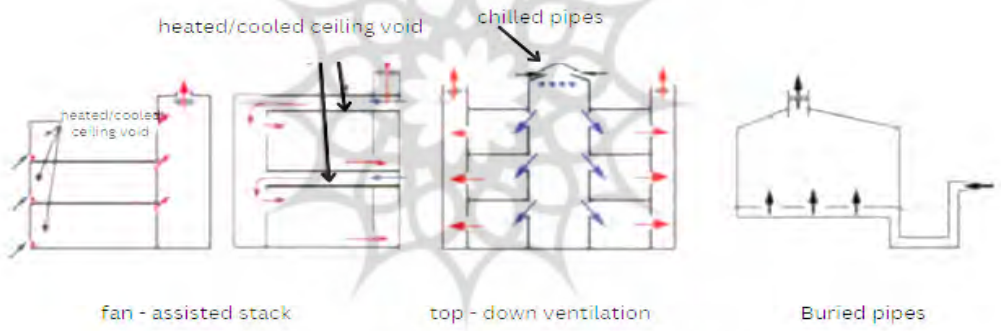
تهویه مکانیکی معمولاً با استفاده از فن‌ها ایجاد می‌شود. فن‌ها می‌توانند به صورت مستقیم در پنجره‌ها یا دیوارها نصب شوند یا به منظور تأمین یا خروج هوا از اتاق در کانال‌های هوا قرار گیرند. سیستم تهویه مکانیکی می‌تواند کاملاً کنترل‌شده باشد و با سیستم‌های تهویه مطبوع و فیلتراسیون ترکیب شود. نوع سیستم تهویه مکانیکی مورداستفاده به شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد. در آب‌وهوای گرم و مرطوب باید نفوذ هوا به حداقل برسد و تقطیر کاهش یابد (روسایی و رهایی، ۱۳۹۹، ۸). در چنین شرایطی معمولاً از سیستم تهویه مکانیکی با فشار مثبت استفاده می‌شود. در مقابل، در اقلیم‌های سرد برای کاهش تقطیر باید خروج هوا از ساختمان به حداقل برسد و در این وضعیت نیاز به تهویه با فشار منفی است. برای اتاق‌هایی که در آنها آلاینده تولید می‌شود، مانند حمام، توالت

یـا آشـپزخانه، معمـولاً از تهویـه بـا فشـار منفـی اسـتفاده می‌شـود. در اتـاق ایزولـه تنفسـی کـه بـرای کنـترل عفونـت هوابـرد در بیمارسـتان بـه کار مـی‌رود، بایـد حداقـل فشـار منفـی ۵,۲ پاسـکال نسـبت بـه راهـرو حفـظ شـود(کوو همـکاران، ۲۰۲۲).

ج) تهویه ترکیبی

در تهویـه ترکیبـی (مرکـب)، بـرای تأمیـن میـزان جریـان هـوای موردنیـاز، از ترکیـب تهویـه طبیعـی و مکانیکـی (فـن) اسـتفاده می‌شـود. همان‌طـور کـه در تصویـر (۴) نشـان داده شـده اسـت، در مواقعـی کـه تهویـه طبیعـی به‌تنهایـی کافـی نیسـت، می‌تـوان از هواکش‌هـای باقـدرت مناسـب بـرای افزایـش جریـان هـوا در اتاق‌هـا بهـره بـرد (شاهسـونی، ۱۳۹۳). ایـن فن‌هـا بایـد به‌گونـه‌ای نصـب شـوند کـه هـوای اتـاق به‌طـور مسـتقیم از طریـق دیـوار یـا سـقف بـه بیـرون تخلیـه شـود. تعـداد و انـدازه هواکش‌هـا وابسـته بـه میـزان تهویـه موردنظـر اسـت و قبـل از اسـتفاده بایـد از قـدرت آن‌هـا اطمینـان حاصـل شـود.

اسـتفاده از هواکش‌هـا در تهویـه ترکیبـی مشـکلاتی ماننـد محـل نصـب (بخصـوص بـرای هواکش‌هـای بـزرگ)، صـدا (به‌ویـژه بـرای هواکش‌هـای باقـدرت بـالا) کاهـش یـا افزایـش دمـا در اتـاق و نیـاز بـه منبـع بـرق دائمـی می‌باشـد کـه در صـورت اختـلال در دمـای اتـاق می‌تـوان از سیسـتم‌های سرمایـش و گرمایـش تکـی و پنکه‌هـای سـقفی بـا رعایـت نـکات لازم اسـتفاده نمود(منبـع : سـازمان بهداشـت جهانـی، ۳۷:۲۰۰۹).



تصویر ۴ : شماتیک انواع روش‌های تهویه ترکیبی مورد استفاده در بیمارستان (منبع : سازمان بهداشت جهانی، ۳۷:۲۰۰۹)

د) تهویه‌مطبوع

یکـی از انـواع روش‌هـای تهویـه مکانیکـی، تهویه‌مطبـوع اسـت کـه اجـزاء اصلـی آن سیسـتم گرمایشـی، سیسـتم سرمایشـی و تخلیـه هـوا هسـتند. کنـترل هم‌زمـان چهـار عامـل دمـا، رطوبـت، سرعـت و پاکـی هـوا از وظایـف سیسـتم تهویـه مطبـوع اسـت. یکـی از اهـداف پالایـش هـوا، فراهـم کـردن رفـاه کلـی بـرای افـراد سـاکن در محیط‌هایـی ماننـد بیمارسـتان‌ها و همچنیـن حـذف باکتری‌هـای هوابـرد، بـه ویـژه در اتاق‌هـای عمـل، بـرای جلوگیـری از عفونت‌هـای پـس از جراحـی اسـت (کـوو همـکاران، ۲۰۲۲).

در مراکز بهداشتی درمانی سیستم‌های تهویه مطبوع با اهداف زیر طراحی می‌شوند:

- نگهداری دما و رطوبت هوا در سطح مطلوب برای پرسنل، بیماران و ملاقات‌کنندگان

ایـن هـدف اهمیـت زیـادی دارد؛ زیـرا دمـا و رطوبـت هـوا در محیـط بیمارسـتان بـر تناسـب و راحتـی

افراد تأثیر می‌گذارد. محافظت از دما و رطوبت مناسب هوا می‌تواند به جلوگیری از ایجاد شرایط مناسب برای رشد باکتری‌ها و ویروس‌ها کمک کند.

- کنترل بو

کنترل بو در محیط بیمارستان نشان از حفظ هوای تازه و پاک داخل مراکز بهداشتی است. حضور بوهای نامطبوع می‌تواند نشانگر وجود ذرات آلوده در هوا باشد که ممکن است عفونت‌زا باشند.

- حذف هوای آلوده شده

حذف هوای آلوده از محیط بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا حفظ کیفیت هوای داخلی و جلوگیری از انتقال عوامل بیماری‌زای از طریق هوا را تضمین می‌کند.

- فراهم نمودن هوای موردنیاز برای محافظت کارمندان و بیماران مستعد به پاتوژن‌های بیماری‌زا منتقله از هوا در بیمارستان

این اقدام به‌منظور کاهش خطر انتقال عفونت‌های بیماری‌زا از طریق هوا به فردهای حساس در محیط بیمارستان انجام می‌شود.

- کاهش خطر انتقال پاتوژن‌های بیماری‌زای منتقله از طریق هوا از بیماران آلوده به سایر افراد مستعد

این هدف به جلوگیری از انتقال عوامل بیماری‌زای از بیماران آلوده به افراد سالم در محیط بیمارستان می‌پردازد و جلوگیری از گسترش عفونت‌های بیماری‌زای را تضمین می‌کند (کوو همکاران، ۲۰۲۲: لیو وهمکاران ۲۰۲۰).

یک سیستم تهویه‌مطبوع شامل یک ورودی و خروجی؛ فیلترها؛ فرایندها یا مکانیسم‌های اصلاح رطوبت (کنترل رطوبت در تابستان، حذف رطوبت در زمستان)؛ تجهیزات سرمایش و گرمایش؛ فن، اگزوز هوای خروجی؛ کانال؛ دیفیوزر برای توزیع مناسب هوا می‌باشد. کاهش عملکرد تجهیزات تهویه‌مطبوع از جمله عدم کارایی فیلتر، عایق نامناسب و نگهداری ضعیف باعث افزایش انتشار عفونت‌های منتقله از هوا در بیمارستان می‌گردد(کوو همکاران، ۲۰۲۲). تهویه‌مطبوع یک سیستم حیاتی در ساختمان‌ها و واحدهای درمانی است که هدف آن تنظیم دما، حذف آلودگی‌های هوا، و تأمین هوای تازه است. در ادامه به شرح مکانیزم تهویه‌مطبوع و روش‌های مدرن پیشگیری از عفونت از طریق سیستم‌های تهویه پرداخته شده است(کوو همکاران، ۲۰۲۲).

سیستم تهویه‌مطبوع در بیمارستان‌ها شامل یک سری از تجهیزات و فناوری‌هاست که برای ایجاد شرایط تهویه مناسب در محیط بیمارستان استفاده می‌شود. این سیستم در تصویر (۵) ارائه شده است.

تصویر ۵: تجهیزات سیستم تهویه مطبوع در بیمارستان‌ها (منبع :نگارندگان)

این سیستم با همکاری تجهیزات دقیق و نظارت مداوم، به ارائه هوای تمیز، مناسب و باکیفیت در بخش‌های مختلف بیمارستان کمک می‌کند و نقش بسیار حائز اهمیتی در حفظ بهداشت و راحتی بیماران و پرسنل درمانی دارد(کوو همکاران، ۲۰۲۲).

در پلان‌های طراحی بیمارستان، فضاهای مربوط به تهویه‌مطبوع معمولاً در نقاط استراتژیک و حیاتی بیمارستان قرار می‌گیرند. این شامل اتاق‌های بستری، اتاق‌های عمل، اتاق‌های اورژانس، بخش‌های پذیرش و مناطق انتظار می‌شود. همچنین فضاهای مشترک مانند پذیرش و فضاهای اجتماعی نیز نیاز به سیستم تهویه‌مطبوع دارند.

بهترین حالت طراحی پلان بیمارستان باتوجه‌به تهویه‌مطبوع به‌گونه‌ای است که امکان تأمین هوای تمیز، تازه و مناسب را در سراسر بیمارستان فراهم کند. برخی اصول و ملاحظات مربوط به بهترین حالت طراحی پلان بیمارستان از نظر تهویه‌مطبوع عبارت‌اند از:

۱. انتخاب مکان مناسب برای ورود و خروج هوا: این امر شامل قرار دادن واحدهای تهویه مناسب در نقاط استراتژیک بیمارستان برای تأمین هوای تازه و مناسب است.

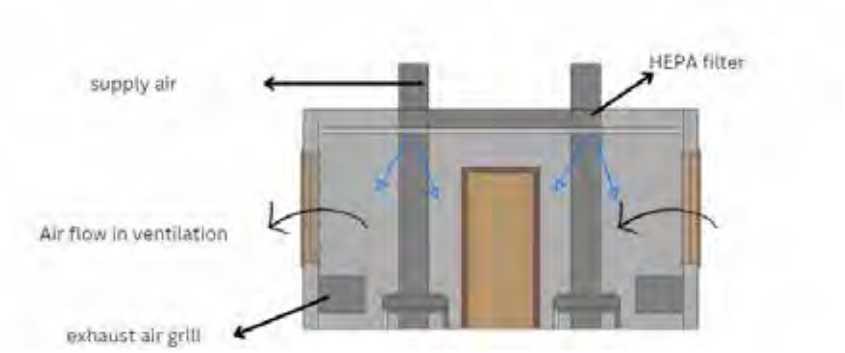
۲. استفاده از سیستم‌های تصفیه هوا: استفاده از سیستم‌های تصفیه هوا مانند فیلترهای HEPA برای حذف ذرات معلق و باکتری‌ها از هوا، که به کاهش اثرات عفونی کمک می‌کند.

۳. اطمینان از جریان هوای مناسب: برنامه ریزی برای جریان هوای مناسب در سراسر بخش‌های مختلف بیمارستان به نحوی که هوای تمیز و تازه در سراسر فضا تأمین شود.

۴. کنترل دما و رطوبت: اطمینان از کنترل دما و رطوبت در ساختمان به نحوی که شرایط مناسب برای رشد باکتری‌ها فراهم نشود.

۵. استفاده از سیستم‌های هوشمند: استفاده از سیستم‌های هوشمند برای کنترل دقیق تهویه مطبوع و بهینه‌سازی مصرف انرژی.

این فضاها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که بتوانند هوای تمیز و تازه را به‌صورت یکنواخت در سراسر بخش‌های مختلف بیمارستان توزیع کرده و شرایط بهداشتی و تهویه‌مطبوع را در سراسر مکان‌های مختلف بیمارستان بهبود بخشند (مشبکی اصفهانی، ۱۳۹۳، ۶۵). در تصویر (۶)، ترتیب تهویه در اتاق بیمارستان ارائه گردیده است.



تصویر ۶ : ترتیب تهویه در اتاق بیمارستان (منبع : نگارندگان)

بر اساس یافته‌ها در جدول (۳) بایدها و نبایدهای اساسی در طراحی سیستم‌های تهویه مطبوع مطرح شده است.

جدول ۳: بایدها و نبایدهای اساسی در طراحی سیستم‌های تهویه مطبوع (منبع : نگارندگان)

بایدها و نبایدهای اساسی در طراحی سیستم‌های تهویه‌مطبوع		
بایدها	استانداردهای کیفیت هوا	طرح سیستم باید بر طبق استانداردهای کیفیت هوای ملی و بین‌المللی صورت گیرد
	تجزیه‌وتحلیل بار	ارزیابی دقیق بار حرارتی و بار رطوبت مرتبط با فضاهای مختلف است
	جلوگیری از انتشار عفونت	طراحی سیستم‌های فشار منفی در اتاق‌هایی که بیماران با عفونت‌های پراکنده نگهداری می‌شوند
	تهویه‌مطبوع متناسب با نیاز	تعبیه تهویه متناسب با فضاهایی با بار آلودگی بالا، مانند بخش‌های عمل جراحی
	فیلتراسیون مناسب	استفاده از فیلترهای HEPA در مناطقی که نیاز به تصفیه هوای باکیفیت بالا است.
	دسترسی و تعمیرپذیری	طراحی سیستم باید به‌گونه‌ای باشد که امکان دسترسی آسان و تعمیرات را برای نگهداری مقرون‌به‌صرفه فراهم کند.
	نظارت و کنترل	باید سیستم‌های نظارتی جهت تنظیم خودکار و پایش مداوم کیفیت هوای داخل محیط وجود داشته باشد.
نبایدها	نادیده‌گرفتن نیازهای خاص فضا	طراحی یک سیستم تهویه یکسان برای تمام فضاها؛ هر فضا باید بر اساس کاربری خاص خود طراحی شود.
	صرف‌نظرکردن از فیلتراسیون	حذف فیلترها یا استفاده از فیلترهای باکیفیت پایین که نمی‌توانند آلاینده‌ها را کارآمد جذب کنند.
	استفاده از مواد نامناسب	استفاده از مواد و تجهیزات به‌گونه‌ای که مستعد رشد کپک و باکتری باشند.
	عدم توجه به نگهداری	عدم برنامه‌ریزی برای نگهداری و تعمیرات ادواری که منجر به کاهش کیفیت هوا و ایجاد اختلال در سیستم می‌شود.
	کوتاهی در حفظ خصوصیات طراحی	عدم حفظ استانداردهای تعیین‌شده در طراحی ادواری و اصلاحات بعدی که می‌تواند به کیفیت هوا آسیب وارد کند.
	چشم‌پوشی از تهیه هوای تازه	کم‌اهمیت شمردن نیاز به هوای تازه و اکسیژن کافی برای ساکنین و کاربران.

طراحی مؤثر سیستم تهویه‌مطبوع نیازمند همکاری متخصصین مختلفی از جمله مهندسین مکانیک، معماران و متخصصین بهداشت است تا تمام جوانب بهداشتی و فنی به نحو احسن در نظر گرفته شوند.

روش‌های نوین پیشگیری از عفونت:

۱. فیلتراسیون هوا با کارایی بالا (HEPA): فیلترهای HEPA می‌توانند ۹۹,۹۷٪ از ذرات به اندازه ۰,۳ میکرون را فیلتر کنند، که شامل بسیاری از باکتری‌ها و ویروس‌ها می‌شود.فیلترهای هپا را می‌توان در سیستم‌های تهویه مطبوع یا در تجهیزات متحرک در اتاق استفاده نمود. بر طبق پیشنهاد مرکز کنترل بیماری‌های واگیر و سازمان بهداشت جهانی در موارد خاصی مانند شیوع بیماری سل و سارس بهترین روش استفاده از فیلترهای هپا است.

۲. استفاده از تهویه مناسبت: روش‌های تهویه مکانیکی مانند فشار مثبت یا منفی (بسته به نیاز بخش) برای جلوگیری از پخش آلاینده‌ها.

۳. تهویه با میزان تعویض هوای بالا: استفاده از تعویض هوای مکرر و کنترل شده برای ایجاد محیطی باکمترین آلودگی.

۴. سیستم‌های تهویه هوشمند: استفاده از سنسورها برای تنظیم خودکار جریان هوا بر اساس شرایط اتاق و حضور افراد)=(یوکی و همکاران،۲۰۲۲: ورسوزا، ۲۰۲۰).

۵. استریلیزاسیون : پرتو ماورای بنفش(UV)

پرتوهای ماورای‌بنفش، ارگانیسم‌های ویروسی، باکتریایی و قارچی را غیرفعال و مانع تکثیر و تولید بیماری می‌نماید. (پرتو C-UV طول موج‌های ۱۰۰ تا ۲۸۰ نانومتر) بیشترین اثر میکروب‌کشی را ایجاد می‌کند که ۲۵۶ نانومتر طول‌موج مطلوب است. برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی بیش از حد به چشم و یا پوست به وسایل حفاظت فردی خاص نیاز است و استفاده آن در فضای آزاد با حضور افراد توصیه نمی‌شود. انواع سیستم‌های ضدعفونی‌کننده با استفاده از پرتو C-UV شامل موارد زیر است(کو و همکاران،۲۰۲۲ : وطن‌دوست و لیتکوهی، ۲۰۱۹)

- ضدعفونی‌کننده هوای درون کانال
- ضدعفونی‌کننده هوای فوقانی اتاق
- ضدعفونی‌کننده قابل‌حمل در اتاق

۵- بحث

تهویه‌مطبوع، تهویه طبیعی، تهویه مکانیکی و تهویه ترکیبی هر کدام مزایا و معایب خود را دارند که در جدول (۴) به مزایا و معایب هر یک از این روش‌ها اشاره می‌شود:

جدول ۴: مزایا و معایب تهویه مطبوع ، تهویه مکانیکی و تهویه ترکیبی (منبع : سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۹:۴۲)

	تهویه‌مطبوع	تهویه طبیعی	تهویه مکانیکی	تهویه ترکیبی
مزایا	۱. قابلیت کنترل دما و رطوبت به صورت دقیق. ۲. امکان استفاده از فیلتراسیون هوا برای حذف ذرات معلق و میکروب‌ها. ۳. قابلیت ارائه هوای تمیز و تازه به صورت مداوم.	۱. اقتصادی بودن در مصرف انرژی. ۲. ارائه ارتباط با محیط زیست و استفاده از منابع طبیعی	۱. قابلیت کنترل دما، رطوبت و جریان هوا به صورت دقیق. ۲. قابلیت استفاده از سیستم‌های تصفیه هوا برای حذف ذرات معلق و میکروب‌ها.	۱. قابلیت انعطاف پذیری بالا ۲. صرفه جویی در انرژی ۳. مناسب برای بیشتر شرایط اب و هوایی و تغییر فصل
معایب	۱. مصرف انرژی بالا نسبت به تهویه طبیعی. ۲. نیاز به نگهداری و نگهداری مناسب برای حفظ کارایی سیستم.	۱. کنترل دما و رطوبت به صورت دقیق. ۲. قابلیت کنترل کمتر بر روی کیفیت هوا و احتمال ورود ذرات آلوده به ساختمان.	۱. مصرف انرژی بالا در مقایسه با تهویه طبیعی. ۲. نیاز به نگهداری و خدمات مداوم برای حفظ عملکرد بهینه.	۱. گران است ۲. طراحی ان سخت تر است

مقایسه‌های انجام شده بین سیستم‌های تهویه اشاره دارد که درحالی‌که می‌توانند مؤثر واقع شوند، سیستم‌های تهویه‌مطبوع با قابلیت کنترل بیشتر، فرصت شایسته‌تری را برای نظارت و تعدیل شرایط ارائه می‌دهند. در نهایت، توجه به تأثیر جریان هوا و تهویه بر کیفیت فضای درونی، از دیدگاه پیشگیری از عفونت، امری است که نباید نادیده گرفته شود. ما امیدواریم که یافته‌های این پژوهش بتوانند در پایه‌ریزی ضوابط و استانداردهای جدید تهویه‌مطبوع مؤثر واقع شوند و از این طریق به حفاظت بهتر از سلامتی کارکنان و بیماران در محیط‌های درمانی کمک کنند.

تهویه‌مطبوع در بیمارستان‌ها نقش بسیار مهمی در کنترل عفونت‌ها و بهبود شرایط بهداشتی ایفا می‌کند. این سیستم تهویه به‌گونه‌ای طراحی شده است که تأمین‌کننده هوای تمیز و تازه برای بخش‌های مختلف بیمارستان باشد و درعین‌حال از انتقال عفونت‌ها جلوگیری کند. اهمیت تهویه‌مطبوع در کنترل عفونت‌ها و بهبود شرایط بهداشتی بیمارستان‌ها به دلایل زیر است:

۱. کنترل کیفیت هوا: سیستم تهویه مطبوع قادر است به صورت مداوم هوای تمیز و تازه را به بخش‌های مختلف بیمارستان تأمین کند و از ورود ذرات آلوده و میکروب‌ها به داخل فضاهای بیمارستان جلوگیری کند.

۲. فیلتراسیون هوا: استفاده از فیلترهای مناسب در سیستم تهویه مطبوع می‌تواند ذرات معلق و میکروب‌ها را از هوا حذف کرده و کیفیت هوای تهویه شده را بهبود بخشید.

۳. کنترل دما و رطوبت: تنظیم و کنترل دما و رطوبت به صورت دقیق می‌تواند به افزایش راحتی بیماران و پرسنل بیمارستان کمک کند و در عین حال، رشد میکروب‌ها را محدود کند.

۴. جلوگیری از انتقال عفونت‌ها: با ارائه هوای تمیز و تازه و کنترل شرایط بهداشتی، سیستم تهویه مطبوع می‌تواند به کاهش انتقال عفونت‌ها در بیمارستان‌ها کمک کند.

به‌طورکلی، سیستم تهویه‌مطبوع با فراهم‌کردن شرایط بهداشتی مناسب، می‌تواند به حفظ سلامت بخش‌های مختلف بیمارستان و کنترل عفونت‌ها کمک کند. همچنین طراحی معماری بیمارستان می‌تواند تأثیر مستقیمی بر سیستم تهویه داشته باشد. به‌عنوان‌مثال، استفاده از طراحی باز، فضاهای بزرگ و سقف‌های بلند ممکن است منجر به افزایش جریان هوا و تهویه بهتر در محیط شود که این

موضـوع می‌توانـد کاهـش انتقـال عفونت‌هـا را تسـهیل نمایـد. همچنیـن، انتخـاب مصالـح و روش‌هـای سـاخت باتوجه‌بـه مقاومـت در برابـر عفونت‌هـا و دسترسـی آسـان بـرای بهسـازی و تمیـزی ممکـن اسـت تأثیـر فراوانـی بـر کنـترل عفونت‌هـا و بهبـود شرایـط بهداشـتی داشـته باشـد. در تصویـر (۷) مـدل مفهومـی پژوهـش ارائـه شـده اسـت.

تصویر ۷: مدل مفهومی پژوهش (منبع : نگارندگان)

٦- نتیجه‌گیری

باتوجه‌بـه نتایـج به‌دسـت‌آمده از ایـن مطالعـه، جریـان هـوای کنـترل شـده و دقیـق در محیط‌هـای بهداشـتی و درمانـی نقـش کلیـدی در کنـترل و پیشـگیری از عفونت‌هـای بیمارسـتانی ایفـا می‌کنـد. مـا شـاهد بودیـم کـه تهویـه تـوأم بـا فیلتراسـیون مناسـب کـه دائمـاً به‌روزرسـانی و نظـارت می‌شـود، می‌توانـد بـه کاهـش چشـمگیر بـار میکروبـی در هـوا و بـه متعاقـب آن کاهـش شـیوع و شـدت عفونت‌هـای بیمارسـتانی کمـک کنـد. ایـن تحقیـق همچنیـن بـر اهمیـت ادغـام تکنولوژی‌هایـی نویـن، ماننـد اسـتفاده از اشـعه UV بـرای اسـتریل کـردن هـوا و فناوری‌هـای تهویـه پیشرفتـه، موجـب ارتقـای اسـتانداردهای بهداشـتی در بیمارسـتان‌ها شـده و می‌توانـد به‌عنـوان یـک مکمـل قدرتمنـد در کنـار دیگـر اقدامـات مهـار عفونـت عمـل نمایـد. در نهایـت، در ایـن مقالـه بـه طراحـان و معـماران توصیـه می‌شـود کـه تهویه‌مطبـوع را نـه به‌عنـوان یـک راهـکار تکمیلـی بلکـه به‌عنـوان جزئـی اساسـی از فراینـد طراحـی در نظـر گیرنـد. نتایـج تحقیـق حاکـی از آن اسـت کـه همـکاری میـان متخصصیـن معـماری، مهندسـی، و پزشـکی می‌توانـد بـه ابـداع راهکارهایـی هوشـمندانه و مؤثـر در مبـارزه بـا بیماری‌هـای ناشـی از عفونت‌هـا و بهبـود سـطح سـلامت جامعـه منجـر شـود. بـا پایبنـدی بـه اصـول طراحـی مبتنـی بـر شـواهد و اسـتفاده از داده‌هـای معتـبر تحقیقاتـی، آینـده‌ای امیدوارکننـده در زمینـه معـماری بهداشـتی قابل‌پیش‌بینـی خواهـد بـود. بـا رعایـت اصـول طراحـی مناسـب سیسـتم تهویـه در مراکـز درمانـی و ارتبـاط بیشـتر بیـن رشـته‌ایی می‌تـوان بـار عفونت‌هـای مراکـز درمانـی را بـه حداقل‌تریـن حالـت ممکـن رسـاند کـه ایـن امـر بـه نوبـهٔ خـود می‌توانـد هزینه‌هـای مالـی زیـادی کـه در ایـن خصـوص بـر وزارت بهداشـت تحمیـل می‌شـود را بـه مقـدار زیـادی کاهـش داد.

پی‌نوشت

۱ Contact
۲ Droplet
۳ Airborne
٤ Transmission through shared means
٥ Transmission through disease vectors

منابع

- حسینی، مطهره السادات، مزیدی شرف آبادی، فائزه، اسلامی، هادی، جلیلی، ماهرخ، و افخمی عقدا، محمد. (۱۳۹۸). بررسی تاثیر آموزش بر آگاهی, نگرش و عملکرد پرسنل بیمارستان خاتم الانبیاء ابرکوه در پیشگیری از ابتلا به عفونت‌های بیمارستانی. طلوع بهداشت، ۱۸(۲ (مسلسل ۷۴))، ۷۰-۸۰.
- خضریان، مبینا و خضریان، علی، (۱۴۰۱). مروری بر عفونت‌های بیمارستانی و ارائه راهکارهایی برای پیشگیری و کنترل آنها، چهارمین کنفرانس بین المللی بهداشت، بحران و ایمن، تهران.
- دفتر نظارت و اعتباربخشی معاونت بهداشتی درمان و آموزش پزشکی (۱۴۰۱). اعتباربخشی خدمات سلامت، راهنمای جامع استانداردهای ملی اعتباربخشی بیمارستان‌های ایران. نسخه مورد استناد دور پنجم اعتبارسنجی ملی در سال ۱۴۰۱.
- رشیدی اقدم, حامد, یارمحمدی, لیلا, ملکوتی, سید حسین. (۱۳۹۶). بررسی روش‌های مختلف کنترل هوشمند بیمارستان جهت بهینه سازی مصرف انرژی. مهندسی ساختمان و علوم مسکن ۶۳-۵۷،(۴)۱۱.
- رنجبر، فاطمه و مهدی نژاد، جمال الدین.(۱۳۹۵). بررسی عوامل محیطی موثر در طراحی کلینیک‌های دندانپزشکی با تاکید بر ارتقاء سلامت روان در فرایند درمان،چهارمین کنگره بین المللی عمران ، معماری و توسعه
- روسایی، امین، رهایی، امید. (۱۳۹۹). ارتقاء کیفیت جریان هوای داخل تحت تأثیر دیوارهای جداکننده داخلی در فضاهای اداری مجهز به سیستم‌های تهویه مطبوع با روش CFD. معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۱۳(۳۰)، ۶۹-۸۱.
- شاهسونی، عباس، (۱۳۹۳). راهنمای سیستم تهویه در بیمارستان، پژوهشکده محیط زیست، تهران.
- شکری، ثنا، نیک پی، احمد، اله بخش غیاثوند، زینب، و محمدزاده، الناز. (۱۳۹۵). بررسی شاخص کیفیت هوا در بخش‌های داخلی بیمارستان بوعلی سینای قزوین (۱۳۹۴). مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین، ۲۰(۴ (پی در پی ۸۷)، ۵۹-۶۶.
- عرفانی، حمیدرضا، و احمدی، فاطمه. (۱۴۰۰). طراحی بیمارستان مبتنی بر رویکرد معماری زمینه گرا (تعامل کالبد با محیط). شباک، 7(3 (پیاپی 60))، ۱۶۱-۱۷۰.
- فرزام شاد، مصطفی. (۱۳۹۰). مبانی برنامه ریزی و طراحی مراکز درمانی، انتشارات آیندگان، تهران.
- ماستری فراهانی، نجمه، آزموده، مریم، و افشاری راد، سپیده. (۱۴۰۱). ارزیابی مولفه‌های موثر بر شفابخشی طراحی مراکز درمانی پایدار و ارائه مدل کاربردی. جغرافیا و پایداری محیط (پژوهشنامه جغرافیایی)، ۱۲(۴۴)، ۹۱-۱۰۵.
- محمدنژاد، اسمعیل، عباس زاده، عباس، سوری، حمید، و افهمی، شیرین. (۱۳۹۴). کنترل و پیشگیری از عفونت بیمارستانی: ضرورت مراکز درمانی. پرستاری قلب و عروق، ۴(۱)، ۵۸-۶۵.
- مشبکی اصفهانی، علیرضا. (۱۳۹۳). راهنمای طراحی معماری بناهای درمانی (معماری بیمارستان). تهران: انتشارات پرهام، چاپ دوم.
- مطلبی، قاسم، و وجدان زاده، لادن. (۱۳۹۴). تاثیر محیط کالبدی فضاهای درمانی بر کاهش استرس بیماران (بررسی نمونه موردی مطب دندان پزشکی). معماری و شهرسازی (هنرهای زیبا)، ۲۰(۲)، ۳۵-۴۶
- هاشم پور یلدا، مرتضی زاده فاطمه.(۱۳۹۹) بررسی مکانی‌سم و امکان انتقال کروناویروس‌ها از طریق سیستم‌های تهویه و شبکه فاضلاب بیمارستان ها: مرور روایتی. مجله تحقیقات سلامت در جامعه.; ۶ (۴) :۸۶-۹۷.
-
- Bedenić, B., Sardelić, S., & Ladavac, M. (2015). *Acta medica Croatica : casopis Hravatske akademije medicinskih znanosti*, *69*(3), 211–216.
- Cho, H. H., Kwon, G. C., Kim, S., & Koo, S. H. (2015). Distribution of Pseudomonas-Derived Cephalosporinase and Metallo-β-Lactamases in Carbapenem-Resistant Pseudomonas aeruginosa Isolates from Korea. *Journal of microbiology and biotechnology*, *25*(7), 1154–1162.
- Das, S. K., Alam, J. E., Plumari, S., & Greco, V. (2022). Airborne virus transmission under different weather conditions. *AIP advances*, *12*(1), https://doi.org/10.1063/5.0082017.
- Hosseinpour, M., Akbar, R. E., Jahromi, M. F., & Badiyepeymaiejahromi, Z. (2023). The effect of interventional program un-

derpinned by health belief model on awareness, attitude, and performance of nurses in preventing nosocomial infections: A randomized controlled trial study. Investigación y Educación en Enfermeria, 41(3), 115-128.

- Kakupa, D. K., Muenze, P. K., Byl, B., & Wilmet, M. D. (2016). Study of the prevalence of nosocomial infections and associated factors in the two university hospitals of Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. *The Pan African Medical Journal*, *24*, 275-275.
- Kilian, M., & Tettelin, H. (2019). Identification of virulence-associated properties by comparative genome analysis of Streptococcus pneumoniae, S. pseudopneumoniae, S. mitis, three S. oralis subspecies, and S. infantis. *MBio*, *10*(5), 10-1128.
- Ko, K. K., Chng, K. R., & Nagarajan, N. (2022). Metagenomics-enabled microbial surveillance. Nature Microbiology, 7(4), 486-496.
- Liu, T., Guo, Y., Wang, M., Hao, X., He, S., & Zhou, R. (2020). Design of an air isolation and purification (AIP) desk for medical use and characterization of its efficacy in ambient air isolation and purification. *Biosafety and health*, *2*(3), 169–176.
- Parmar, M. M., Sachdeva, K. S., Rade, K., Ghedia, M., Bansal, A., Nagaraja, S. B., ... & Dewan, P. K. (2015). Airborne infection control in India: baseline assessment of health facilities. *indian journal of tuberculosis*, *62*(4), 211-217.
- Ueki, H., Ujie, M., Komori, Y., Kato, T., Imai, M., & Kawaoka, Y. (2022). Effectiveness of HEPA Filters at Removing Infectious SARS-CoV-2 from the Air. *mSphere*, *7*(4), e00086-22.
- Vatandoost, M., & Litkouhi, S. (2019). The future of healthcare facilities: how technology and medical advances may shape hospitals of the future. Hospital Practices and Research, 4(1), 1-11.
- Versoza, M., Heo, J., Ko, S., Kim, M., & Park, D. (2020). Solid Oxygen-Purifying (SOP) Filters: A Self-Disinfecting Filters to Inactivate Aerosolized Viruses. *International journal of environmental research and public health*, *17*(21), 7858.
- WHO Team. (2009). WHO Guidelines Natural Ventilation for Infection Control in Health. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44167/9789241547857_eng.pdf?sequence=1.
- Wilson, N. M., Norton, A., Young, F. P., & Collins, D. W. (2020). Airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 to healthcare workers: a narrative review. *Anaesthesia*, *75*(8), 1086–1095.
- Yau, Y. H., Chandrasegaran, D., & Badarudin, A. (2011). The ventilation of multiple-bed hospital wards in the tropics: A review. *Building and environment*, *46*(5), 1125–1132.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Investigating how architecture affects reducing the effects of hospital infection by identifying effective factors in optimal ventilation of medical centers

Zahra Komijani[1], Akram Khalili [2]*

Abstract

Since the air inside the hospital can have a significant effect on the health and recovery of patients, air conditioning and control of hospital infections require a deep understanding of the principles of indoor ventilation and microbiological interactions. In this regard, improving knowledge on the effect of ventilation and design of hospital spaces on infection control emphasizes the importance of balancing architectural science and medical science in the field of improving treatment environments and reducing the effects of infection. This study is based on qualitative methods and according to analytical and descriptive approaches and aims to identify factors affecting the indoor air quality of the hospital, evaluate the effect of these strategies on reducing the prevalence of hospital infections and improving the quality of treatment environments, and examine the current strengths and weaknesses in the hospital ventilation system in terms of control. Infection evaluates the effect of air flow and air conditioning systems on the control and management of these bacteria in medical environments using methods such as interviews with experts and data analysis. In this article, designers and architects are advised to consider air conditioning not as a supplementary solution but as an essential part of the design process. The results of the research indicate that cooperation between architectural, engineering, and medical experts can lead to the creation of smart and effective solutions to fight diseases caused by infections and improve the health level of society. The innovation of this research probably includes the connection between two different fields, that is, architecture and public health. This innovation can create a new vision for the design of future hospitals, which will also help increase hospital safety and reduce infections. This research points to the connection between two different fields, i.e. architecture and public health, and can possibly help improve the design process of hospitals and improve community health. This type of cooperation and coordination between different providers not only helps to improve the quality of medical environments and reduce the spread of infections, but also helps to improve the performance and safety of hospitals and ultimately to maintain the health of the community. According to these cases, analysis and investigation of cases related to the effects of internal ventilation of hospitals and promotion of coordination between the areas of architecture and health can be one of the main solutions for improving and developing health and treatment services. This research bridges the gap between architecture and public health, offering innovative insights for future hospital designs and enhancing overall hospital safety and infection control. Through enhanced coordination and cooperation, the quality of medical environments can be improved, leading to better community health outcomes. Analysis and investigation of hospital ventilation systems and closer collaboration between architectural and health sectors are key steps towards enhancing healthcare services and promoting public health. The study also emphasizes the importance of air conditioning not just as a supplementary solution, but as an essential part of the design process in hospitals.

Keywords: Architecture, Hospital design, Air conditioning, Hospital infection.

1. PhD student of Architecture, Faculty of Architecture, Islamic Azad University of Mazandaran Pro vince, Noor Branch, Noor, Mazandaran

2.Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture, Islamic Azad University of Mazandaran Province, Noor Branch, Noor, Mazandaran (*Corresponding Author)