مجله مهندسی مکانیک و ارتعاشات، تابستان ۱۳۹۸، دوره ۱۰، شماره ۲، ص‌ص ۶۲-۷۶

فصلنامه

مهندسی مکانیک و ارتعاشات

jvibme.semnaniau.ac.ir

انتخاب بهترین گزینه طراحی توزیع هوا در محیط IT و دیتا سنترها (مرکز داده ها)

محمد امین مجاوری آگاه[۱]، خلیل مجاوری آگاه[۲]، علیرضا سرایی[۳]*

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد ، گروه تخصصی مهندسی انرژی و اقتصاد ،دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست ، واحد علوم تحقیقات، **دانشگاه آزاد اسلامی**، تهران، ایران

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد ، گروه تخصصی مهندسی انرژی و اقتصاد ،دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست ، واحد علوم تحقیقات، **دانشگاه آزاد اسلامی**، تهران، ایران

۳-استادیار گروه مهندسی مکانیک، واحد تهران جنوب، **دانشگاه آزاد اسلامی**، تهران، ایران

* تهران، ایران؛ a_saraei@azad.ac.ir

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی
دریافت: ۱۰ اردیبهشت ۱۳۹۸
پذیرش: ۲۹ خرداد ۱۳۹۸
ارائه در سایت: ۱۵ شهریور ۱۳۹۸

کلید واژگان
مراکز داده
دیتا سنتر
راهکار توزیع هوا
خنک سازی اتاق IT
بازدهی انرژی کابینت ها
رک ها
کف کاذب

چکیده

امروزه اتاقهای سرور و یا دیتا سنترها بخش هایی هستند که به دلیل قرار گیری سرور ها و یا قرار گیری حجم بسیار زیادی از قطعات الکترونیک گرمای زیادی تولید می نمایند این گرما متناسب با تعداد رکهای قرار گرفته در اتاق سرور افزایش می یابد.از طرفی سهم مصرف انرژی سیستم سرمایش بیش از ۴۳٪ کل مصرف مراکز داده است ، به همین دلیل فن آوری سرمایش اتاق های سرور با ظرفیتهای مختلف و با توجه به میزان بار برودتی آنها بسیار مهم و تعیین کننده است . در این راستا انتخاب نوع طراحی سیستم سرمایش باید به گونه ای باشد که بیشترین بازدهی و کمترین مصرف انرژی را در مراکز داده سبب گردد . در این مقاله با در نظر گرفتن مراکز داده دارای کف کاذب و بدون کف کاذب، ۹ راهکار توزیع هوا برای خنک سازی فضای اتاق IT با جزئیات مورد بحث و مقایسه قرار می گیرند و در نهایت براساس تعداد و توان مصرفی کابینت ها و رک های به کار رفته در مرکز داده ، بهترین گزینه توزیع هوا ارائه می شود. با توجه به نتایج بدست آمده در این مقاله بسیاری از تصمیم سازان و مدیران کارآفرین که به تاسیس مراکز داده تمایل دارند و یا اینکه می خواهند تغییری در ساختار مرکز داده خود بوجود آورند با در نظر داشتن این موضوع که آیا تجهیزات خنک کننده در داخل اتاق یا خارج از اتاق IT قرار گیرند ، می توانند بهترین راهکار توزیع هوا برای خنک سازی مرکز داده و متناسب با تعداد رک ها و توان حرارتی را انتخاب نمایند.

Best Selection Design in Air Distribution of Data Centers

Mohammadamin Mojavery Agah[1] , Khalil Mojavery Agah[1] , Alireza Saraei [2]*

1- Department of Energy Engineering and Economic, Faculty of natural Resources and Environment , Science and Research Branch, **Islamic Azad university** , Tehran, Iran
2- Department of Mechanical Engineering , South Tehran Branch , **Islamic Azad university**, Tehran , Iran
*Tehran, Iran, a_saraei@azad.ac.ir

Article Information

Researched Paper
Received: 30April 2019
Accepted: 19 June 2019

ABSTRACT

Nowadays, so much heat has been generated in data centers which is caused by many electronic devices. This generated heat has been increased proportionally with the number of racks in IT rooms .In other hands, the power consumption of IT cooling system is more than 43% of

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Please cite this article using:

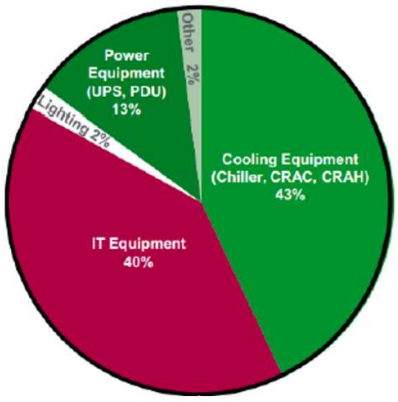
Mohammadamin Mojavery Agah , Khalil Mojavery Agah , Alireza Saraei, Best Selection Design in Air Distribution of Data Centers, *Journal of Mechanical Engineering and Vibration*, Vol. 10, No. 2, pp. 62-76, 2019 (In Persian)

Available Online: 6 September 2019
Keywords
Data center
Air distribution
IT rooms air cooling
Energy efficiency racks
Cabinet
Raised floor

total electrical consumption in data centers, hence the technology of its cooling systems is very important. Selection of cooling system design should provide the most efficiency and the least power consumptions. In this paper, data centers with raised floor or without raised floor will be considered and 9 air distribution procedures for air cooling of IT rooms will be discussed and will be compared. According to the number of IT's racks and power consumption of IT's cabinets, the best selection of air distribution options will be determined .by the results of this paper , the clients of data centers could choose the best cooling system options which are appropriate with the number of racks and the power heat generation in data centers.

۱- مقدمه :

مطابق گزارش پژوهشکده صنعت مرکز داده ایران ، پیش بینی می شودکه بازار ایران تا ابتدای سال ۲۰۲۰ حداقل نیازمند صد مرکز داده متوسط (بین ۵ تا ۹ مگاولت آمپر) باشد. هم اکنون بیش از ۲۰۰ مرکز داده با ظرفیت ۶۰ مگا ولت آمپر در کشور فعال می باشند . بنا به گزارش دولت امریکا یک مرکز داده معمول، در حدود ۵۰ برابر یک اداره ی متوسط، انرژی مصرف می کند و یکی از چالش‌های مهم پیش روی بسیاری از مراکز داده ، دستیابی به بهره‌وری بالاتر یا به عبارتی مصرف کمتر انرژی است. با توجه به نمودار سهم مصرف انرژی در بخش های مختلف یک مرکز داده (شکل ۱) ۴۳٪ مصرف انرژی در مراکز داده مربوط به بخش سرمایش است.[1]بنابراین استفاده از بهترین راهکار توزیع هوا در مراکز داده ضمن تامین دمایی لازم ، انرژی مصرفی را نیز کاهش می دهد. هدف از راهکار های پیشنهادی توزیع هوا حل مشکلات موجود در سرمایش مراکز داده مانند به حداقل رساندن بازگشت هوای گرم، حذف نقاط داغ و همچنین کاهش هزینه های زیاد ناشی از سیستم های سرمایش ، کاهش مصرف برق و افزایش کارآیی آنها است . آنچه که در طراحی این نوع سیستم های سرمایش در نظر گرفته می شوند آن است که تجهیزات در محیطی با شرایط استاندارد کار کنند و چون افزایش قابلیتهای محاسباتی و ذخیره سازی اطلاعات بستگی به افزایش تعداد رکها و تراکم تجهیزات IT دارد بنابراین باید در هنگام طراحی دیتا سنتر، کاهش مصرف انرژی را نیز در نظر گرفت. اینکه مدیریت خنک سازی مراکز داده تنها با افزایش تعداد واحد های سرمایشی انجام گیرد کار درستی نیست بنابراین علاوه بر نحوه چیدمان تجهیزات IT ، انتخاب راهکار های توزیع هوا بسیار اهمیت دارد.



شکل ۱ سهم مصرف انرژی در بخش های مختلف یک مرکز داده

۲- ساختار و معماری خنک سازی IT [1]

" اصول تهویه مطبوع در محیط های IT " به موضوعاتی از قبیل ماهیت دما در محیط IT ، سیکل سرمایش و نقش تجهیزات خنک کننده دقیق و تجهیزات انتقال حرارت در چگونه انتقال دمای به فضای خارج از دیتا سنتر می پردازد. اساسا ساختار خنک سازی با موضوع های زیر بیان می شود:

۱- روش انتقال حرارت

۲- روش توزیع هوا

۳- محل استقرار واحد خنک کننده که مستقیما هوای خنک را برای تجهیزات IT تامین می کند.

۱,۲ انتقال حرارت :

سیستم انتقال حرارت که انرژی حرارتی تولیدی در محیط IT را به بیرون منتقل می سازد جهت خنک سازی، ظرفیتی به وجود می آورد که متناسب با فن آوری های جدید قابل بررسی می باشد.. ۷ روش اصلی سیستم خنک سازی به همراه اجزا تشکیل دهنده آن در مقاله " تکنیک های مختلف خنک سازی در مرکز داده ها" [3]، توضیح داده شده است.

۲,۲ روش توزیع هوا:

چگونگی فرآیند توزیع هوا در محیط های IT موضوع مقاله "انواع راهکارهای توزیع هوا در محیط های IT [4]" است که با جزئیات به این موضوع می پردازیم .

۳,۲ محل استقرار واحد خنک کننده:

واحد خنک کننده به صورت تجهیزی در نظر گرفته می شود که تامین هوای خنک را برای تجهیزات IT برعهده دارد . چهار نوع واحد خنک کننده وجود دارد . عموما واحد خنک کننده از سایر تجهیزات سیستم انتقال حرارت جدا است. گاهی کل سیستم خنک کننده در یک کانتینر و دربیرون از مرکز داده و نزدیک آن قرار دارد. محل استقرار واحد خنک کننده نقشی کلیدی در طراحی مراکز داده دارد که از جمله می توان به افزایش بازدهی درخنک سازی محیط IT ، کاهش مصرف برق که به صورت kW) (rack / تعیین می شود و فضای اختصاص یافته به هر Rack اشاره کرد . مقاله "مزایایی طراحی مبتنی بر خنک سازی هر رک در مراکز داده ها" [2] در این خصوص به بحث می پردازد.

۳- سرمایش در مراکز داده (دیتاسنترها)

سیستم سرمایش در یک دیتاسنتر، از مهمترین بخشها و حیاتی ترین قسمتهای آن به حساب می آید. اکثر سیستمهای سرمایش مبتنی بر آب یا هوا، دارای یونیتهای بیرونی و داخلی جهت تولید هوای سرد، توزیع آن و جمع آوری هوای گرم در محیط IT هستند. یونیتهای داخلی می توانند به صورت In-Room کل هوای اتاق را خنک کنند و یا در روشهای دیگر مانند یونیتـهای In-Row ممکن است در بین ردیف رکها و یا داخل اتاقک سرد قرار بگیرند.

۴- انتخاب سیستم سرمایش

تجهیزات خنک کننده اتاقهای سرور یا دیتاسنترها، دارای انواع مختلفی است. انتخاب صحیح نوع سیستم سرمایش توسط یک طراح بستگی به عوامل مختلفی ازجمله زیر ساختهای موجود، موقعیت جغرافیایی مرکز داده ، محدودیتها و شرایط فیزیکی ساختمان، تعداد تجهیزات، مساحت محیط IT ، هزینه ها و نقطه نظرات کارفرما دارد. سیستم سرمایش و خارج کردن گرمای تولید شده توسط تجهیزات کامپیوتری یکی از مهمترین بخشها و نیازهای هر مرکز کامپیوتری است. هر ساله تجهیزات کامپیوتری و سرورها با وجود کاهش حجم و کوچکتر شدن، قدرت پردازش بیشتری یافته و مصرف برق آنها نیز رو به افزایش است. متناسب با مصرف برق تجهیزات محاسباتی و پردازشگرها، گرمای تولیدی نیز در دیتاسنترها رو به افزایش می باشد.

۱,۴ سیستم سرمایش مبتنی بر هوا(Air Cooled System)

سیستمهای سرمایش هوای خنک به صورت گسترده ای در اتاقهای سرور استاندارد به کار می روند. این روش یکی از بهترین روشهای تولید سرمایش برای اتاقهای سرور کوچک و متوسط است. به این سیستم ها، سیستمهای سرمایش DX نیز گفته می شود. در این شیوه، خنک سازی توسط هوا انجام می پذیرد. سیستمهای معمول مانند کولر گازی از این دسته خنک کننده ها محسوب می شوند. مزایای و معایب آن به شرح زیر است:

مزایا:

- هزینه پایین جهت نصب و راه اندازی
- هزینه نگهداری پایین

معایب:

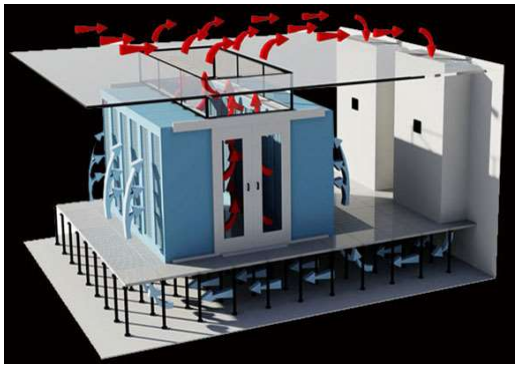
- دشواری در نصب
- نگهداری دشوار
- به دلیل کمبود فشار جهت پرتاب هوای خنک انتقال هوا به درستی انجام نمی پذیرد.
- گرد و غبار تصفیه نمی شود.

در دیتاسنترهای کوچک با تعداد ۵ الی ۲۰ رک از سیستم های خنک کننده بر اساس هوا استفاده می شود. استفاده از این سیستم ها نیازمند

آن است که محاسبات دقیق و جامعی در مورد مصرف برق دیتاسنتر صورت پذیرد. کندانسورها در این روش بر روی سقف یا دیوارهای جانبی دیتاسنتر نصب میشوند

۲,۴ چیدمان رک ها با روش راهرو هوای گرم بسته

دراین چیدمان،رک ها به صورت پشت به پشت نصب میگردند (شکل۲) و گرمای تولیدی سرورها از طریق کانالکشی از داخل به دستگاه خنک کننده هدایت می شود. هوای سرد نیز به وسیله سیستم خنک کننده به زیر کف کاذب دمیده میشود و توسط کف کاذب های مشبک در محل های مورد انتظار پخش خواهد شد.



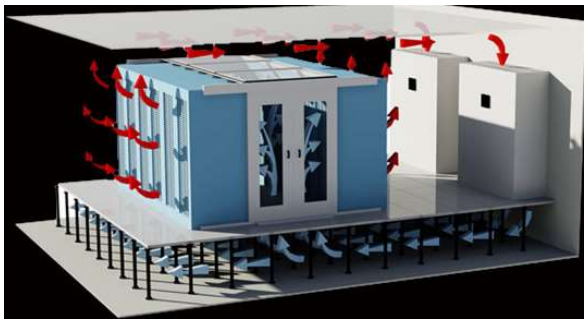
شکل ۲ چیدمان رک ها با روش راهرو گرم بسته

۳,۴ چیدمان رک ها با روش راهروی هوای سرد بسته

در این نوع چیدمان ، رک ها به صورت رو در رو قرار خواهند گرفت و با دو سیستم سرمایش In-Row و سیستم سرمایش In-Room می توانند کار کنند.

۴,۴ سیستم سرمایش In-Room

در این حالت، تهویه مخصوص مراکز داده (Computer CRAC Room Air Conditioning)کار می کند. کارکرد آن بدین صورت است که سیستم تهویه در داخل اتاق سرور نصب می گردد و هوای تولید شده را در زیر کف کاذب می دمد. هوای گرم نیز مطابق شکل ۳ از پشت رک ها خارج شده و از طریق سقف سیستم خنک کننده جذب خواهد شد



شکل ۳ چیدمان رک ها با روش راهروی هوای سرد بسته

۵,۴ سیستم سرمایش In-Row یا Row-based

در این حالت، سیستم سرمایشی در داخل و یا مابین رک های شبکه و درون راهرو قرار می گیرد و پیچیدگی‌های مربوط به نصب و راه اندازی تجهیزات را کاهش داده و تا سرحد امکان به خنک سازی سرورها کمک می‌کند. این راهکار به طور ویژه مناسب فضاهای با تراکم بالاست که در آن‌ها از کف کاذب استفاده نشده باشد. این روش با بهینه سازی و کوتاه نمودن مسیر جریان هوا، باعث کاهش تلفات هوای خنک تولید شده می شود.

۵- سیستم خنک‌کننده مراکز داده Cooling Data Center

در مراکز داده علاوه بر گرمای حاصل از سیستم روشنایی، UPS ، سیستم توزیع برق و پرسنل ، بیشترین توان برقی که به تجهیزات IT داده می‌شود نیز تبدیل به گرما می‌گردد که لازم این توان برای خنک سازی مرکز داده در نظر گرفته شوند. به طور پیش فرض تجهیزات IT دارای مکانیزمی هستند که هوای سرد را می‌گیرند و هوای گرم را به فضای بیرون انتقال می‌دهند. در یک مرکز داده که هزاران دستگاه IT در آن قرار داده می‌شود، تعداد زیادی مسیر هوای گرم وجود دارد که باید هوای گرم آنها جمع آوری و خارج شود. این امر هدف اصلی سیستم خنک کننده است. در یک مرکز داده، درجهٔ حرارت مطابق با استاندارد TIA-942 بین ۲۰ تا ۲۵ درجه، میزان رطوبت مورد نیاز بین۴۰٪ تا ۵۵٪ و تغییرات دمای محیط کمتر از ۵ درجه در هر ساعت است.

۱,۵ راهکارهای Row-Oriented، Rack-Oriented ،

و Room-Oriented

به طور کلی راهکارهای Row-Oriented، Rack-Oriented، وRoom-Oriented جهت تنظیم دما در یک مرکز داده است .کار اصلی سیستم خنک کننده (Cooling) تولید هوای سرد و توزیع آن روی تجهیزات است. در بخش تولید هوای سرد هر سه روش مشابه هم عمل می کنند به عبارت دیگر، حجم هوایی که تولید می‌کنند برابر با میزان گرمایی است که در یک اتاق به وجود می‌آید. ولی در بخش توزیع آن روی تجهیزات ، هر یک از سه راهکار دارای روش خاصی برای توزیع هوای سرد و جمع آوری هوای گرم هستند و واحد CRACیا همان Computer Room Air Conditioningبه ترتیب به اتاق (Room)، ردیف (Row)، و یا رَک (Rack) مرتبط می‌شود. در مراکز داده ای بزرگ از راهکارهای فوق می توان به صورت ترکیبی استفاده کرد.

- **راهکار مبتنی بر اتاق** (Room-oriented)

اولین راهکار خنک کنندهٔ مرکز داده، راهکار مبتنی بر اتاق(Room-oriented)است. این راهکار یک روش قدیمی است که در مراکز داده استفاده می‌شود. در این روشCRAC به اتاق مرتبط می‌شود و یک یا چندین سیستم تهویهٔ هوا (air condition) بدون اینکه هوای گرم را از اتاق خارج نمایند هوای سرد را وارد اتاق مرکز داده می‌کنند. سپس هوای گرم و سرد با هم ترکیب می‌شوند و دمای هوا به یک دمای متعادل می‌رسد، بدین ترتیب از بروز نقطهٔ داغ (Hot Spot)جلوگیری می‌شود. این راهکار به شدت به ساختار اتاق، ارتفاع سقف و سینی‌های عبور کابل در مسیر هوا بستگی دارد که به نوبهٔ خود کارایی سیستم را به شدت کاهش می‌دهد.

- **راهکار مبتنی بر ردیف** (Row-oriented)

در راهکار مبتنی بر ردیف (Row-oriented) ، واحد CRAC به هر ردیف مرتبط می‌شودCRAC ها ممکن است در میان رک‌ها، بالا و پایین کف کاذب و بین ردیف‌ها استفاده شوند. در مقایسه با راهکار بالا، در این راهکار مسیر جریان هوا کوتاهتر و اختصاصی است. در این حالت جریان هوا قابل پیش بینی و کنترل است و از تمام ظرفیت واحد CRAC استفاده می‌شود. با توجه به قابلیت کنترل جریان هوا در هر ردیف به صورت مجزا، این امکان وجود دارد که سِرورها و یا رک‌هایی با ظرفیت بالا در یک ردیف و رک‌هایی با ظرفیت پایین تر در ردیف دیگری بصورت جداگانه قرار گیرند . ساختار ساده و فرم هندسی پیاده سازی این روش این امکان را به طراح می‌دهد که بدون در نظر گرفتن پارامترهایی مانند شکل اتاق و ارتفاع سقف، کارایی سیستم را پیش بینی کند.

- **راهکار مبتنی بر رَک** (Rack-oriented)

در راهکار مبتنی بر رَک Rack-oriented واحد CRAC به رک مرتبط می‌شود و CRAC به طور مستقیم در داخل رک قرار دارد. از این رو مسیر کوتاهتر و مشخص تر می‌شود و جریان هوا هیچگونه وابستگی به تغییرات اتاق و پارامترهایی مانند شکل اتاق و ارتفاع اتاق وسایر عوامل ندارد . از معایب اصلی این روش نسبت به روشهای دیگر آن است که به حجم زیادی از دستگاههای تهویه هوا (شامل قسمت داخلی و خارجی) و لوله کشی نیاز دارد.

۲،۵ راهکارهای Fully Ducted(Contained) ، Locally Flooded ، Ducted(Targeted)

هر سیستم خنک کننده ای دارای سیستم توزیع و سیستم بازگشتی است. برای هر یک از سیستم های توزیع و بازگشت ۳ روش اصلی وجود دارد. این سه روش عبارتند از:

Fully Ducted (Contained)، Locally Ducted (Targeted)و Flooded

در روش Flooded جریان هوای توزیع(Supply) و بازگشتی (Return)، بدون هیچ کونه داکت کشی خاصی جمع آوری می‌شود. در روش Locally Ducted(Targeted) جریان هوای توزیع و بازگشتی از طریق داکت نزدیک به راهروی سرد یا گرم بسته ، توزیع و جمع آوری می‌گردد. در سیستمFully Ducted (Contained) سیستم توزیع و جمع‌آوری به طور مستقیم از طریق یک مسیر بسته از راهروی گرم یا سرد به CRAC هدایت می‌شود. در اینجا اشاره می گردد که هر یک از روش‌های ذکر شده می‌تواند در سیستم توزیع و یا در سیستم جمع آوری استفاده شود و بدین ترتیب ۹ روش ترکیبی بدست می آید .

۶- نه راهکار توزیع هوا در محیط های IT [4]

برخلاف توزیع برق که در آن میزان مصرف به حجم کابل کشی و نوع طراحی شبکه مصرف بستگی دارد ، میزان جریان هوا دقیقا به طراحی فضای اتاق بستگی دارد. هدف اصلی انواع روشهای توزیع هوا کنترل جریان هوا است. اختلاف عمده آنها در نحوه توزیع هوا است که نقشی تعیین کننده در بازدهی سیستم خنک کننده مرکز داده دارد.

همانگونه که اشاره شده برای توزیع هوا در یک مرکز داده ، سه گزینه اصلی زیر وجود دارد :

باز (Flooded)

جهت دار(Targeted)

جهت دار کامل (Contained)

در گزینه توزیع (رفت) باز و باز گشتی باز (Flooded supply and return) ، تنها عوامل محدودکننده جریان هوا روی خطوط توزیع (رفت) و برگشت دیوارها ، سقف و کف مرکزداده قرار دارند که منجر به تداخل جریان هوای گرم و سرد می گردند.

در گزینه باز گشتی جهت دار و توزیع (رفت) جهت دار (Targeted supply and return) ، مکانیزمی وجود دارد که خطوط توزیع (رفت) و برگشت هوا درفاصله ۳ متری (۱۰ فوتی) ورودی و خروجی تجهیز IT قرار می گیرند. این مکانیزم شامل کانال ، تابل سوزنی (perforated tile) و خنک کننده است که تجهیزات IT واقع در یک ردیف را خنک می کند.

در گزینه باز گشتی جهت دار کامل و توزیع (رفت) جهت دارکامل (Contained supply and return) ، خطوط توزیع (رفت) و برگشت هوا یک سیستم کاملا بسته است به گونه ای که تداخل جریان هوای رفت و برگشت وجود ندارد.

هر کدام از این سه راه flooded، targeted و contained می توانند در مسیر توزیع (رفت) یا برگشت هوا به کار گرفته شوند. ترکیب این گزینه ها نیز ۹ راهکار ترکیبی توزیع هوا درمراکز داده را بوجود می آورد . تمامی این راهکارها و گاهی ترکیبی از آنها در محیط های مختلف IT و مراکز داده به کار می روند.

جداول ۱ ، ۲ ، ۳ نشان دهنده ۹ راهکار توزیع هوا در مراکز داده است که روشهای سنتی(متداول) خنک سازی و مبتنی بر فضای IT را به کار می گیرند. شکل های درون این جدول نیز شیوه های سنتی خنک سازی را نشان می دهند که بستگی به فضای کاریIT داشته و لزوما به معنای آن نیست که انتقال حرارت تولید شده از حداکثر توان مصرفی تجهیزات IT امکان پذیر باشد . جداول ۴ ، ۵ ، و ۶ کاربردهای جدید (غیرسنتی ای) را نشان می دهد که امروزه در دیتا سنترها بیشتر مرسوم است . در تمام ۹ راهکار بیان شده ، روشهای توزیع هوا و مدیریت توزیع هوا به شدت روی توان مصرفی تجهیزات IT تاثیر گذار است . برای مثال طبق جداول ۱ ، ۲ ، ۳، واحد های خنک کننده می توانند در خود فضای اتاق IT قرار گیرند یا طبق جداول ۴ ، ۵ ، و ۶ واحد های خنک کننده با اجزا مرکز داده هم ردیف بوده یا در فضای بیرونی قرار گیرند. به طور کلی در حالتی که واحد خنک کننده در بالا و سمت چپ رک های مرکز داده قرار گیرد موجب کاهش هزینه و توان مصرفی (kW/rack) شده و وقتی در پایین و سمت راست رک های مرکز داده قرار گیرد موجب افزایش هزینه و توان مصرفی می شوند.

جداول ۴، ۵ و ۶ راهکارهای توزیع هوا در مراکز داده که روشهای جدید(غیرسنتی) خنک سازی را به کار می گیرند نشان می دهند .

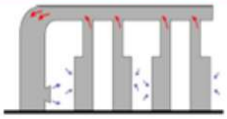
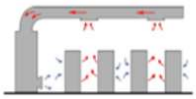
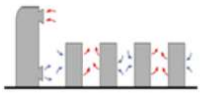
۷- راهکارهایی که برای توزیع هوا در مراکز داده جدید توصیه می شوند

هدف اصلی سیستم توزیع هوا در یک مرکز داده آن است که هوای خروجی تجهیزات IT ازهوای ورودی آنها مجزا گردند تا مانع افزایش درجه حرارت این تجهیزات شود. جدا سازی هوای خروجی ازهوای ورودی ، باعث افزایش کارآیی و نیز افزایش ظرفیت انتقال حرارت کل سیستم خنک کننده می شود. بسته به اینکه واحد خنک کننده در داخل یا خارج مرکز داده و یا هم ردیف با راک ها قرار گیرد ، وقتی توان مصرفی تجهیز افزایش می یابد، متناسب با افزایش حجم هوای خروجی و هوای ورودی ، نیازاست که راهکاری برای توزیع هوا در نظر گرفته شود تا از تداخل جریان های هوای ورودی و خروجی بکاهد . به این دلیل متناسب با محل استقرار واحد خنک کننده و با افزایش توان مصرفی تجهیزات IT ، هدایت هوا به روش توزیع جهت دار (Targeting Supply) یا توزیع جهت دار کامل (Containment Supply) به ورودی تجهیز و یا هدایت هوای خروجی به روش بازگشت جهت دار (Targeting Return) یا بازگشت جهت دار کامل (Containment Return Air) از روی خروجی تجهیز الزامی است.

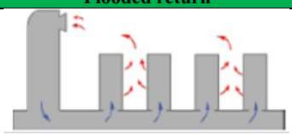
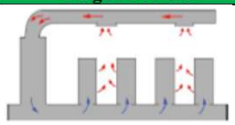
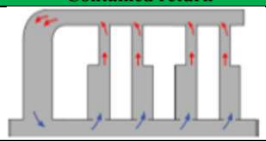
مقاله " مراکز داده با راهرو هوای گرم درمقابل راهرو هوای سرد "[5] با جزئیات بیشتر به این بحث می پردازد.

زمانیکه تعداد تجهیزات محاسباتی در یک فضای مشخصIT افزایش می یابد و تعداد زیادی از آنها نیز در حال کار می باشند ، خنک سازی مراکز داده و اتاقهای شبکه به صورت یک چالش اصلی در می آید.

جدول 1 – نه راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای سنتی خنک سازی و مبتنی بر فضای IT)

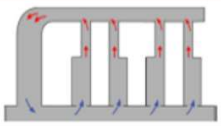
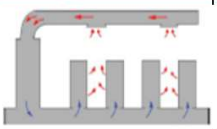
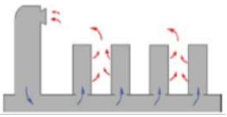
		9 راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای متداول در خنک سازی و مبتنی بر فضای اتاق)		
		هوای باز گشتی جهت دار کامل	هوای باز گشتی جهت دار	هوای باز گشتی باز
		Fully Ducted return	**Localy Ducted return**	**Flooded return**
		Contained return	**Targeted return**	**Flooded return**
هوای توزیع باز	Flooded supply			
		راهکار هوای باز گشتی جهت دار کامل و توزیع باز این راهکار در مرکز داده های بزرگ به کارمی روند متناسب با مشخصات فنی سازنده قابلیت بهینه شدن دارد. نسبت به تمام ساختارهای توزیع هوا بازدهی انرژی بیشتری دارد چون به ازای ساعات کار مفید سیستم، مقدار خنک کننده گی آن بالاتر است . 100-70٪ هوای گرم خروجی تجهیزات IT جذب و به واحد خنک کننده برمی گردد مقدار هوایی که باید تولید شود قابل پیش بینی است چون هوای گرم امکان تداخل با هوای سرد تولید شده را نمی یابد. این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack30 را خنک کند	**راهکار هوای باز گشتی جهت دار و توزیع باز** این راهکارعموما به کار می رود. برای بسیاری از مراکز داده ها توصیه نمی شود هزینه ای پایین و نصبی آسان دارند. نسبت به Flooded return)هوای باز گشتی باز) بازدهی انرژی بیشتری دارند چون 40-70٪ هوای گرم خروجی تجهیزات IT جذب و به سیستم خنک کننده تحویل می شود. مقدار هوایی که باید تامین شود قابل پیش بینی است چون هوای گرم کمتری امکان تداخل با هوای سرد تولید شده را می یابد. این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack6 را خنک کند	**راهکار هوای باز گشتی باز و توزیع باز** این راهکار درLAN های کوچک و با میزان مصرف کمتر از kW40 به کار می رود. برای بسیاری از مراکز داده ها توصیه نمی شود هزینه ای پایین و نصبی آسان دارند. بازدهی انرژی آن پایین است چون در این آرایش امکان اینکه 100٪ هوای سرد تولید شده با هوای گرم برگشتی تداخل نمایند وجود دارد مقدار هوایی که باید تامین شود بشدت بالا و قابل پیش بینی نیست این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack3 را خنک کند

جدول 2 – نه راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای سنتی خنک سازی و مبتنی بر فضای IT)

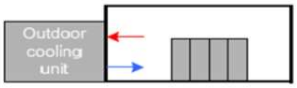
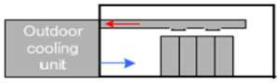
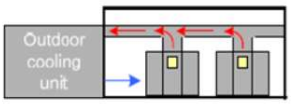
		9 راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای متداول در خنک سازی و مبتنی بر فضای اتاق)		
		هوای باز گشتی باز	هوای باز گشتی جهت دار	هوای باز گشتی جهت دار کامل
		Flooded return	**locally Ducted return**	**Fully Ducted return**
		Flooded return	**Targeted return**	**Contained return**
هوای توزیع جهت دار	Targeted supply			
		هوای باز گشتی باز و توزیع جهت دار کاربرد آن در طراحی جدید مراکز داده توصیه نمی شود. قادر به حفظ توان مصرفی در طراحی های جدید نیست. نسبت به ساختار Flooded بازدهی انرژی بیشتری دارد چون هوای گرم خروجی بسیاری از تجهیزات IT به واحد خنک کننده برمی گردد . این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack6 را خنک کند	**هوای باز گشتی جهت دار و توزیع جهت دار** در مراکز داده کوچک تا متوسط کاربرد دارد . نسبت به ساختار Flooded بازدهی انرژی بیشتری دارد چون 60-80٪ هوای گرم خروجی تجهیزات IT جذب و به واحد خنک کننده برمی گردد . مقدار هوایی که باید تامین شود بیشتر قابل پیش بینی است چون هوای گرم کمتری امکان تداخل با هوای سرد تامین شده را می یابد. این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack8 را خنک کند	**هوای باز گشتی کامل جهت دار و توزیع جهت دار** در مراکز داده ای که با نقاط گرمایی شدید روبرو هستند کاربرد دارد . متناسب با مشخصات فنی سازنده قابلیت بهینه شدن دارد. نسبت به ساختار Targated بازدهی انرژی بیشتری دارد چون 70-100٪ هوای گرم خروجی تجهیزات IT جذب و به واحد خنک کننده برمی گردد . مقدار هوایی که باید تامین شود قابل پیش بینی است چون هوای گرم امکان تداخل با هوای سرد تولید شده را نمی یابد. به ازای ساعات کار مفید ، مقدار خنک کننده گی آن بالاتر است. این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack30 را خنک کند

جدول 3 – نه راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای سنتی خنک سازی و مبتنی بر فضای IT)

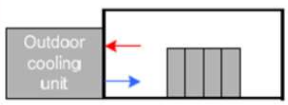
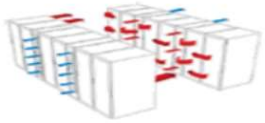
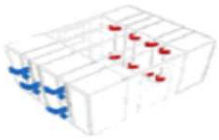
9 راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای متداول در خنک سازی و مبتنی بر فضای اتاق)

	هوای باز گشتی جهت دار کامل	هوای باز گشتی جهت دار	هوای باز گشتی باز
	Fully Ducted return	**locally Ducted return**	**Flooded return**
	Contained return	**Targeted return**	**Flooded return**
			
هوای توزیع جهت دار **Contained supply**	**راهکار هوای توزیع (رفت) جهت دار و بازگشت کامل جهت دار** کاربرد آن در محیطی است که مناسب مرکز داده نیست . متناسب با مشخصات فنی سازنده قابلیت بهینه شدن دارد. نسبت به ساختار Contained Return که Flooded Supply یا Targeted Supply دارند بازدهی نسبتا کمتری دارد ولی انرژی مورد نیاز Fan آن بیشتر است. مقدار هوایی که باید تامین شود قابل پیش بینی است چون هوای گرم امکان تداخل با هوای سرد را نمی یابد. به ازای ساعات کار مفید سیستم ،درجه خنک کننده گی آن بالاتر است . این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack30 را خنک کند	**راهکار هوای توزیع (رفت) جهت دار و بازگشت جهت دار** کاربرد این راهکار در مرکز کامپیوتر های بزرگ (Mainframe ها)و رک هایی است که جریان هوا در آن به صورت عمودی (از بالا به پایین یا از پایین به بالا)است. نسبت به ساختار Flooded Return بازدهی آن بیشتر ولی نسبت به ساختار Return Contained بازدهی آن کمتر است. روش هوای توزیع (رفت) جهت دار موجب می شود که فضای مرکز داده به صورت مسیر یا راهرو هوای گرم در آید و از اینرو ساعات کار مفید سیستم را محدود می سازد . چون هوای گرم امکان تداخل با هوای سرد تامین شده را نمی یابد ازاینرو مقدار هوایی که باید تامین شود بیشتر قابل پیش بینی است. این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack30 را خنک کند	**راهکار هوای توزیع (رفت) جهت دار و بازگشت باز** کاربرد این راهکار در مرکز کامپیوتر های بزرگ (Mainframe ها) و رک هایی است که جریان هوا در آن به صورت عمودی (از بالا به پایین یا از پایین به بالا)است. نسبت به ساختار Flooded Return بازدهی آن بیشتر ولی نسبت به ساختار Contained Return بازدهی آن کمتر است. روش هوای توزیع (رفت) جهت دار موجب می شود که فضای مرکز داده به صورت مسیر یا راهرو هوای گرم در آید و از اینرو ساعات کار مفید سیستم را محدود می سازد . چون هوای گرم امکان تداخل با هوای سرد را تولید شده را می یابد از اینرو مقدارهوایی که باید تامین شود قابل پیش بینی است . این شکل از توزیع می تواند تا گرمایی تولیدی kW/rack30 را خنک کند

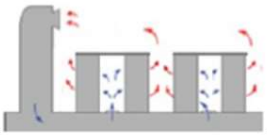
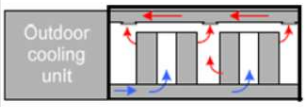
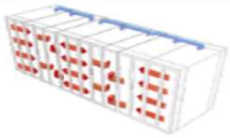
جدول 4 –راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای غیر سنتی خنک سازی)

	Flooded return Flooded return	Locally Ducted return Targeted return	Fully Ducted return Contained return
Flooded supply			
در این راهکار واحد خنک کننده هم سطح با کف اتاق و در خارج از فضای مرکز داده قرار می گیرد. این راهکار برای بسیاری از مراکز داده ها توصیه نمیشود چون تداخل هوا مانع از پیش بینی دمای ورودی به تجهیزات IT است لذا این ساختار کارایی ندارد.	**در این راهکار واحد خنک کننده هم سطح با کف اتاق و در خارج از فضای مرکز داده قرار می گیرد.** این راهکار برای بسیاری از مراکز داده ها توصیه نمیشود چون تداخل هوا مانع از پیش بینی دمای ورودی به فن های دور متغییر روی واحدهای خنک کننده با دمای تجهیزات IT کنترل می شود.	**در این راهکار واحد خنک کننده هم سطح با کف اتاق و در خارج از فضای مرکز داده قرار می گیرد.** این راهکار برای مراکز داده جدید توصیه می شود فن های دور متغییر روی واحدهای خنک کننده با دمای تجهیزات IT کنترل می شود.

جدول 5 –راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای غیر سنتی خنک سازی)

	Flooded return Flooded return	Locally Ducted return Targeted return	Fully Ducted return Contained return
Targeted supply			
این راهکار برای کاربردهای غیرسنتی ساختار جایگزینی نیست	**در این راهکار واحد های خنک کننده هم سطح با کف اتاق و به صورت ردیفی قرار می گیرند.** این راهکار برای تمام مراکز داده زیر MW1 توصیه می شود چون تداخل هوا مانع از پیش بینی دمای ورودی به تجهیزات IT است لذا این ساختار کارایی ندارد.	**در این راهکار واحد های خنک کننده هم سطح با کف اتاق و به صورت ردیفی قرار می گیرند.** این راهکار برای تمام مراکز داده زیر MW1 توصیه می شود چون تداخل هوا مانع از پیش بینی دمای ورودی به تجهیزات IT است لذا این ساختار کارایی ندارد.

جدول 6 –راهکار توزیع هوا در مراکز داده (کاربردهای غیر سنتی خنک سازی)

	Flooded return Flooded return	Locally Ducted return Targeted return	Fully Ducted return Contained return
Contained supply			
	در این راهکار واحد خنک کننده در فضای داخل مراکز داده قرار گرفته و از طریق کف کاذب خنک سازی می کند. این راهکار برای مراکز داده جدید توصیه نمی شود. برای مراکز داده موجود پیشنهاد خوبی است. فن های دور متغییر روی واحدهای خنک کننده با فشار کنترل می شود و تایلهای فعال نیز با دمای تجهیزات IT کنترل می گردد .	**در این راهکار واحد خنک کننده در خارج مراکز داده قرار گرفته و از طریق کف کاذب خنک سازی می کند.** چون Contained Supply داریم، ساختار Targeted Return مزیت زیادی ایجاد نمی کند بنابراین توصیه نمی شود. فن های دور متغییر روی واحدهای خنک کننده با فشار کنترل می شود و تایلهای فعال نیز با دمای تجهیزات IT کنترل می گردد .	**در این راهکار واحد های خنک کننده هم سطح با کف اتاق و به صورت ردیفی قرار می گیرند.** این راهکار در مراکز داده ای کاربرد دارد که شرایط حرارتی آن نامناسب باشد و یا وقتی که قرار باشد یک ردیف از راک ها در مراکز داده موجود از لحاظ حرارتی از بقیه مجزا شود فن های دور متغییر روی واحدهای خنک کننده با دمای تجهیزات IT کنترل می گردد .

این چالش بیشتر در مورد سیستم های سنتی توزیع هوا با کف کاذب وجود دارد . از یک طرف افزایش تعداد سرورها و ایجاد نسخه مجازی به جای نسخه واقعی سرورها(که سبب افزایش حجم کار فرآیندی می شود) و از طرف دیگر کوچک شدن حجم سرورها و سیستم های ذخیره اطلاعات ، نیز موجب می شود که برق بیشتری مصرف شده و درنتیجه گرمایی بیشتری نیز تولید شود. با وجود اینکه میزان مصرف برق به ازای هررک در دیتا سنتر حدود 3kW است ولی تجهیز IT می تواند به گونه ای طراحی و ساخته شود که بیش از 30kW/rack برق مصرف کند. این مسئله قابلیت بکارگیری راهکار flooded (توزیع باز) در سیستم توزیع هوا به روش کف کاذب را محدود می سازد و علت آن این است که این راهکار تنها قادر به خنک سازی 5-6kW/rack است.با توجه به اینکه در دیتا سنترها نسخه های مجازی به کار می روند و نیز در سیستم های IT ماشین های مجازی کوچک استفاده می شوند ، این امر موجب می گردد که در اتاق IT "نقاط داغ " (hot spots)به وجود آیند.

مفهوم عام مرکز داده ، دیتا سنتری است که کف کاذب دارد ولی مراکز داده با هر اندازه ای که در نظر گرفته شوند می توانند بدون کف کاذب نیز باشند که عموما نیز به همین صورت است. بسیاری از LANها و اتاق های شبکه کف کاذب ندارند. حتی در بسیاری از مراکز داده جدید چند مگاواتی(یعنی با مصرف برق چند مگاوات) نیزاز کف کاذب استفاده نمی شود.

۸- ملاحظاتی که در بکارگیری کف کاذب باید به آنها توجه شوند

زمانی که قرار باشد در مراکز داده از کف کاذب استفاده شود باید عوامل زیر مد نظر باشند:

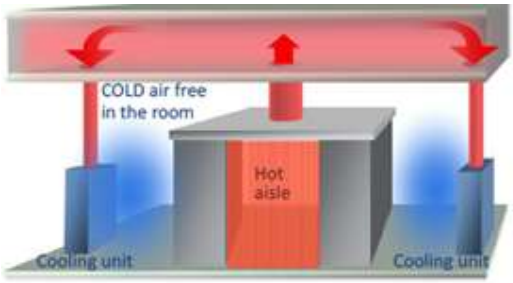
معماری و مهندسی خاص آن ، هزینه مورد نیاز ، مدت زمان لازم جهت طراحی ، الزامات ارتفاعی مرکز داده ، در نظر گرفتن خطرات ناشی از زمین لرزه ، در نظر گرفتن مخاطرات ایمنی و مخاطرات امنیتی ، میزان باری که کف می تواند تحمل کند ، در نظر گرفتن پله های دسترسی و غیره . این عوامل در مقاله "بررسی مجدد در مورد مناسب بودن کف کاذب برای مراکز داده"[6] با جزئیات مورد بررسی قرار می گیرند.

۹- انتخاب صحیح راهکار توزیع هوا برای مراکز داده جدید

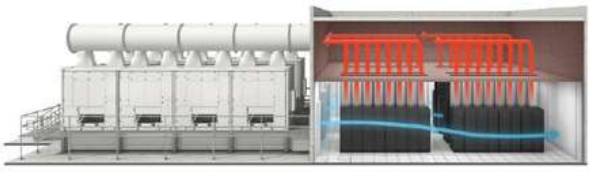
اگرامکان بکارگیری چند راهکار توزیع هوا درموقع احداث یک مرکز داده وجود داشته باشد، درآن صورت این موضوع که کدام یک بهتر است امری کلیدی است. با وجود اینکه بکارگیری این راهکارها در شرایط مختلف با هم متفاوتند ولی امکان ارائه یک راهنمای کلی وجود دارد که در آن بیان می شود که هرنوع توزیع هوایی چه زمانی باید به کار رود.

نکته کلیدی یک طراحی خوب آن است که طراحی سیستم توزیع هوا بر اساس متوسط توان مورد نیاز دیتا سنترانجام گیرد ولی ظرفیت خنک کنندگی آن باید متناسب با حداکثر توان مصرفی رک ها باشد. توان مصرفی رک ها تنها بخشی از توان مصرفی کل است ولی اینکه این توان در چه محلی از دیتا سنتر مصرف می شود دقیقا قابل پیش بینی نیست. ترس از اینکه با استفاده از طراحی سنتی نتوان "نقاط داغ " دیتا سنتر را خنک کرد می تواند منجر به این شود که سیستم توزیع هوا و سیستم خنک کننده خیلی بزرگی طراحی شود که نه تنها باعث افزایش هزینه خرید وهزینه عملیاتی می گردد بلکه ممکن است پاسخ گویی نیاز مرکز داده نیز نباشد. روش هوای باز گشتی جهت دار کامل Contained (air return) نواحی از اتاق IT که توان مصرفی در آنها بالاست را مشخص می کند و نیز هزینه ناشی از بکارگیری یک سیستم خنک کننده بزرگ را نیز نخواهد داشت. شکل های ۵ ، ۶ و ۷ روش (hot aisle containment) راهرو جهت دار کامل هوای داغ (مانند هوای بازگشتی جهت دار کامل) را که در مراکز داده جدید به کار می روند را نشان می دهند.

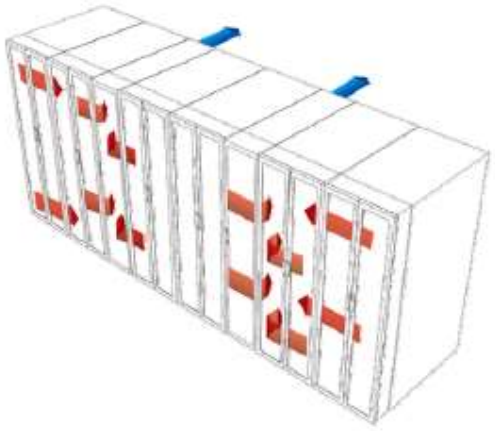
به این نکته توجه شود که تنها به کارگیری یک جریان هوای جهت دار کامل کافی است که مانع از تداخل جریان های هوای گرم و هوای سرد شود. بنابراین استفاده از هردو روش توزیع (رفت) جهت دار کامل و برگشت جهت دار کامل توصیه نمی شود چون هزینه را افزایش داده بدون آنکه سودی داشته باشد . در مورد قانون گفته شده فوق استثنایی وجود دارد و آن در حالتی است که رک هایIT در محیطی قرار داشته باشند که شرایط کاری درآن حاد بوده و نیاز باشد که رک ها کاملا از هم مجزا گردند.



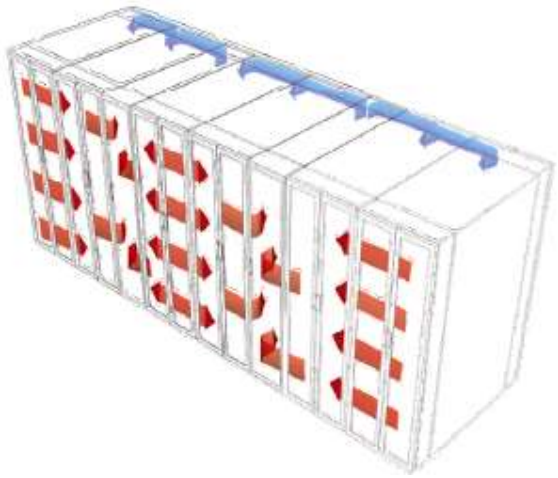
شکل ۵ (الف) بکارگیری روش توزیع باز و باز گشت جهت دار کامل به همراه واحد های خنک کننده ای که درفضای مرکز داده قرار دارند.



شکل ۵ (ب) بکارگیری روش توزیع باز و باز گشت جهت دار کامل به همراه واحد خنک کننده ای که درخارج از مرکز داده قرار دارد.



شکل ۶ نمونه هایی از بکارگیری روش جهت دار کامل در مراکز داده جدید – توزیع باز و باز گشت جهت دار کامل- می باشد .



شکل۷ نمونه هایی ازبکارگیری روش جهت دار کامل در مراکز داده جدید –توزیع جهت دار و باز گشت جهت دارکامل

در این نمونه که به صورت توزیع جهت دار کامل و باز گشت جهت دارکامل است واحد های خنک کننده به صورت ردیفی قرار دارند.

۱۰- نتیجه گیری:

اصولا تفکیک سیستم های خنک کننده مراکز داده و اتاقهای شبکه با چگونگی توزیع هوا در آنها مطابقت دارد . سیستم های توزیع(رفت) هوا و بازگشت هوا هر کدام ۳ ساختار مختلف داشته که ترکیب آنها ۹ راهکار اصلی توزیع هوا را تشکیل می دهند. هرکدام از این ۹ راهکار توزیع هوا ظرفیت و مزایای خاص خود را دارند که موجب می شود در کاربردهای مختلف از آنها استفاده شوند.

درک مفاهیم و قابلیت های این ۹ راهکار توزیع هوا می تواند راهنمایی باشد که تعیین نماید هر کدام از این راهکارها چه موقع باید به کار روند . این مقاله برای ایجاد دیتا سنترهای جدید ، دیتا سنترهای موجود با کف کاذب و نیز برای کاربردهای خاص این راهنمایی را فراهم آورده است .

در بسیاری از مواقع روشهای پیشنهادی جهت ساخت بسیاری از مراکز داده که در آنها تجهیزات روی کف اتاق مستقر شده اند نیز کاربرد دارند. بر خلاف باور عموم ، کارآیی و ظرفیت روشهای خنک سازی که در آنها تجهیزات روی کف اتاق نصب می شوند از کف کاذب بیشتر یا به همان اندازه می باشند.

به طور کلی روش توزیع جهت دار کامل یا باز گشت جهت دارکامل برای خنک سازی رک هایی به کار می روند که توان مصرفی آنها در محدوده 5-15kW باشند. استفاده از ترکیب دو حالت توزیع و باز گشت جهت دار کامل توصیه نمی شود مگر آنکه رک هایIT در محیطی قرار داشته باشند که درآن شرایط کاری حاد باشد. چون توان مصرفی 5-15kW تنها بخشی کوچکی از توان مصرفی کل رک های موجود در دیتا سنتر است بنابراین ترکیب این روش با روشهای ساده تر نیز می تواند به کار گرفته شود. استفاده از روش توزیع جهت دار کامل یا باز گشت جهت دار کامل این امکان را فراهم می سازد که در طراحی دیتا سنتر متوسط بار دمایی در نظر گرفته شود بنابراین تعداد رک های به کار گرفته شده در اتاق IT نیز در صورت نیاز می توانند افزایش یابند .

۱۱- انتخاب راهکار بهینه و نحوه افزایش کارآیی سیستم خنک سازی

با توجه به بحث های انجام شده و راهکارها و نتایج حاصل از روشهای مطرح شده در مقاله ، می توان به جمع بندی و امکان انتخاب راهکار درست که در بخش های پیش رو ارائه می شود رسید . این انتخاب به هنگام تاسیس یک مرکز داده جدید و یا تغییرات مورد نیاز در مراکز داده فعلی به کار می آید.

۱,۱۱ انتخاب راهکار بهینه در مرکز داده بدون کف کاذب

در میان روش‌های ذکرشده در محیط هایی که نتوانیم از کف کاذب استفاد کنیم و یا به‌دلیل تراکم کابل‌کشی انجام شده در زیر کف کاذب امکان استفاده از فضای زیر کف میسر نباشد، عمدتا از روش های زیر استفاده می شود :

-۱

Flooded Return-Flooded Supply

راهکارهوای باز گشتی باز و توزیع باز

Fully Ducted (Contained) Supply – Fully Ducted (Contained) Return

راهکار هوای باز گشتی جهت دار کامل و هوای توزیع جهت دار کامل

این روش در مراکز داده ایی که کمتر از ۱۰ عدد رک دارد و برای توان کل حرارتی 40kw استفاده می شود.

۲-

Locally Ducted (Targeted) Return-Flooded Supply

راهکار هوای باز گشتی جهت دار و توزیع باز

Fully Ducted (Contained) Return, Flooded Supply

راهکار هوای باز گشتی جهت دار کامل و توزیع باز

این روش در مراکز داده ایی با حداکثر ۱۰۰ رک و یا توان کل حرارتی 150kw استفاده می‌شود.

۳-

Locally Ducted (Targeted) Return-Locally Ducted (Targeted) Supply

راهکار هوای باز گشتی جهت دار و هوای توزیع جهت دار

Fully Ducted (Contained) Return – Locally Ducted (Targeted) Supply

راهکار هوای باز گشتی جهت دار کامل و هوای توزیع جهت دار

این روش در مراکز داده‌ای بزرگ و ظرفیت گرمایی بالا برای هر رک استفاده می‌شود.

۲,۱۱ انتخاب راهکار بهینه در مرکز داده دارای کف کاذب

۱- جهت مدیریت کابلها، کانال ها و مسیرها درمحیط هایی که کف کاذب موجود باشد، روش Flooded پیشنهاد نمی‌شود و در این حالت روش‌های زیر را می‌توان بکار برد:

Locally Ducted (Targeted) Supply-Flooded Return

راهکار هوای توزیع جهت دار و هوای باز گشتی باز

Fully Ducted (Contained) Supply-Flooded Return

راهکار هوای توزیع جهت دار کامل و هوای باز گشتی باز

این روش در در مراکز داده ایی استفاده می شود که هر رک در حدود 3kw و یا درکل 100kw توان حرارتی داشته باشد.

۲- راهکارهای زیر در مرکز داده‌ایی استفاده می‌شود که 100kw توان کل حرارتی داشته باشد.

Locally Ducted (Targeted) Supply- Locally Ducted (Targeted) Return

راهکار هوای توزیع جهت دار و هوای باز گشتی جهت دار

Locally Ducted (Targeted) Supply– Fully Ducted (Contained) Return

راهکار هوای توزیع جهت دار و هوای باز گشتی جهت دار کامل

۳- راهکارهای زیر در مرکز داده با تجهیزات Mainframe استفاد می‌شود.

Locally Ducted (Targeted) Return-Locally Ducted (Targeted) Supply

راهکار هوای توزیع جهت دار و هوای باز گشتی جهت دار

Fully Ducted (Contained) Supply- Locally Ducted (Targeted) Return

راهکار هوای توزیع جهت دار کامل و هوای باز گشتی جهت دار

۱۲- چند پیشنهاد برای کارآیی بیشتر سیستم خنک‌کننده در یک مرکز داده

تاکنون انتخاب راهکار بهینه برای سیستم خنک سازی در مراکز داده ای که از کف کاذب استفاده می کنند یا اینکه کف کاذب را به کار نمی برند ارائه شد . اکنون برای افزایش کارآیی سیستم های خنک کننده به کار گرفته شده با هر نوع راهکار ی، پیشنهادهای زیر ارائه می شود :

- نمونهٔ سیستم‌های موجود در رَک سرور خود را بررسی کنید، در صورت نیاز تجهیزاتی که گرمای بیشتری تولید می کنند را جابجا کنید، بدین ترتیب نقطه داغ (Hot Spot) را از بین می برید.
- با توجه به اینکه سخت افزارهای قدیمی به کار رفته در مراکز داده نسبت به سیستم های جدیدتر تقریباً فضا و انرژی بیشتری را به خود اختصاص می دهند و معمولا با زحمت بیشتر نیز خنک می شوند ، بنابراین برای کارائی بیشتراین مرکز داده ها، آسانترین راه کنارگذاشتن سیستمهای قدیمی است . با وجود اینکه این تغییر سخت افزارها موجب هزینه اولیه است ولی با توجه به افزایش کارآیی و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری و هزینه مصرف برق و غیره بسیار منطقی و به صرفه است .
- در مباحث نرم افزاری و بانک های اطلاعاتی بحث مجازی سازی(Virtualization) بسیار رایج است . برای درک بهتر آن می توان آن را به صورت زیر بیان کرد:
- " مجازی سازی یعنی ساختن و ایجاد یک نسخه ی مجازی به جای نسخه واقعی از چیزی مثل سرور" و این به معنای آن است که سخت افزار واقعی به کار گرفته نمی شود بنابراین به خنک سازی و مصرف برق بیشتر نیز نیازی نیست . لذا از نگاه مهندسی تاسیسات که همیشه به بهینه کردن طراحی یا به عبارتی Design to Cost توجه دارد ، به کارشناسان و صاحبان مراکز داده پیشنهاد می گردد که از فن آوری Virtualization در مراکز داده استفاده شود تا ضمن افزایش کارآیی سیستم خنک‌کننده ، مصرف انرژی را کاهش داده و امکان تراکم بیشتر در ذخیره سازی اطلاعات نیز فراهم آید .

۱۳- مراجع

[۱] پنجمین کنفرانس بین المللی گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع تهران –خرداد ۱۳۹۳ ، زاره انجرقلی شرکت تبادل کار فرزاد جعفرکاظمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب)

[2] Tony Evans , Fundamental Principles of Air Conditioners for Information Technology ", 2014 ,Schnider Electric

[3] Kevin , Dunlap Neil Rasmussen , 2006 ,"The Advantages of Row and Rack-Oriented Cooling Architectures for Data Centers" ,APC legendary Reliability

[4] Tony Evans , "The Different Technologies for Cooling Data Centers ", 2014 ,Schnider Electric

[5] Neil Rasmussen , "The different types of air distribution for IT environments- Revision 3, 2014 ,Schnider Electric

[6] John Niemann , Kevin Broun , Victor Avelor , "Impact of Hot and Cold Aisle Containment on Data Center Tempreture and Efficiency ", 2014 ,Schnider Electric

[7] Neil Rasmussen "Re-examining the Suitability of the Raised Floor for Data Center Applications "Schnider Electric

[8] Chi, Yq, Summers , j, Hopton,P,Deakin, K,Kapur,N and Thompson ,"Case study of a data center using enclosed, immersed, direct liquid-cooled servers" – 2014 ,University of Lides