

تهویه در مرغداری

سلسله مباحث انجمن مرغ مادر گوشتی

تهیه و تایپ: امید صالحی

کتابخانه و پایگاه علمی علوم دامی و
کشاورزی

@ketabkhane_eng_animals

مطالب

- ا. آسیب شناسی تهویه ۳
- ب. اهداف تهویه ۴
- ج. نظریه های تهویه ۷
- (۱) تهویه جابجایی: ۷
- (۲) تهویه (ریق سازی): ۷
- د. سیستم های تهویه ۷
- (۱) تهویه طبیعی: ۷
- (۲) تهویه مکانیکی ۷
- (۱) سیستم دودم (فشار فنثی) ۸
- (۲) سیستم درون دمش (فشار مثبت): ۸
- (۳) سیستم برون دمش (فشار منفی): ۸
- ه. اهمیت برقراری فلأ نسبی، در سیستم تهویه برون دمش (فشار منفی): ۹
- و. روش های تهویه ۱۲
- (۱) تهویه طولی ۱۲
- (۲) تهویه عرضی ۱۲
- (۳) تهویه سقفی ۱۲
- (۴) تهویه کانالی ۱۲
- ز. واحدهای تهویه ۱۳
- ح. مناسبه میزان تهویه مورد نیاز ۱۴
- (۱) روش اول ۱۵
- ط. تهویه موقتی یا انتقالی (transitional ventilation) ۱۷
- (۲) روش دوم: ۱۹
- (۳) روش سوم ۲۰
- ی. اهمیت سرعت هوای ورودی در سیستم تهویه برون دمش (فشار منفی) ۲۵
- (۴) روش چهارم ۲۶
- (۵) روش پنجم ۲۸

- ک. برقراری تناسب بین هواده‌ها و هواکش‌ها ۳۰
- ل. سطح هواده موردنیاز به نسبت تعداد هواکش‌های فعال ۳۲
- ه. انتفاخ هواکش ۳۵
- ن. محل نصب هواکش‌ها: ۳۷

کتابخانه و پایگاه علمی علوم دامی و کشاورزی

@ketabkhane_eng_animals

مباحثی از تهویه در مرغداری

تهویه و تنظیم: وحید صالحی (کارشناس ارشد پرورش طیور)

تهویه، به عنوان یک پدیده فیزیکی، به حرکت و جریان یافتن هوا گفته می شود، اما در حقیقت، تهویه می بایست قادر باشد در محیط بسته و محصور شده سالن های پرورش، زیست بوم مناسب برای ظهور صفات ژنتیکی اصلاح شده پرنده را فراهم نماید.

۱. آسیب شناسی تهویه

ساختار و عملکرد دستگاه تنفس پرندگان:

دستگاه تنفسی پرندگان و یا به عبارت دقیق تر ریه، نسبت کوچکی از وزن بدن آن ها را شامل می شود. این نسبت، با اصلاح نژاد و افزایش قابلیت تجمع عضلات و در حقیقت افزایش قابل توجه وزن در نژادهای گوشتی، کاهش مضاعفی نیز یافته و این در حالی است که ویژگی منحصربه فرد دستگاه تنفسی پرندگان، در میان مهره داران، وظایف غیر تنفسی دیگری هم به عهده این دستگاه گذارده است.

وظایفی، هم چون تنظیم دمای بدن از طریق تبخیر آب از ریه ها، سم زدایی و ایجاد صدا از آن جمله اند. برخلاف شش های پستانداران، ریه پرندگان فاقد تحرک قابل توجهی است و این مسئله، افزایش عملکرد مورد انتظار ریه ها را در شرایط بحرانی که بدن نیازمند به اکسیژن اضافی است، مانع می شود. تنفس هرکدام از گازهای مضر (دی اکسید کربن، سولفید هیدروژن، آمونیاک) توسط پرنده، می تواند در مقادیر بالا، باعث آهسته شدن تنفس و حتی توقف آن شود. به علاوه، به دلیل ارتفاع کم تر بدن در پرندگان نسبت به دیگر دام های اهلی، قرار گرفتن بر روی زمین و در محیط های سر بسته، آن هم با تراکم بالا که با شرایط طبیعی محیط زندگی آن ها مغایرت جدی دارد، ورود هوا با تراکم بالاتری از آلاینده ها را به دستگاه تنفس آن ها موجب می گردد. در عین حال، در پرندگان، ریه ها انتهای دستگاه تنفسی محسوب نمی شوند. وجود کیسه های هوایی متعدد و توزیع آن ها در سرتاسر قفسه سینه و محوطه شکمی و حتی استخوان ها، ارتباط احشاء با هوای تنفسی را برقرار نموده، آن ها را در معرض خطرات ناشی از میکروارگانیسم های موجود در هوای تنفسی قرار می دهد. اتکا دستگاه تنفس، بر توان رقیق سازی فرآیند فیلتراسیون و قدرت دفاعی سیستم موکوسی - مژه ای، در مجاری عبور هوا قبل از ریه ها و آسیب پذیری بسیار زیاد این سیستم ها از عوامل متعدد محیطی، مانند خشکی هوا، گردوغبار، بخار آمونیاک و میکروارگانیسم ها، حساسیت دستگاه تنفسی پرندگان به کیفیت هوای تنفسی را افزایش داده است. ویژگی آناتومیک نای، در محل حنجره های فوقانی و تحتانی، به خصوص حنجره تحتانی یا سیرنکس، موجب افزایش استعداد این مجرای عبور هوا برای انسداد گردیده است. وجود گردوغبار اضافه در هوای تنفسی، به همراه موکوس و ترشحات موجود در نای، به شکل گیری توده های انسدادی می انجامد که به دلیل تنگ تر بودن مجرای نای در محل دوشاخه شدن آن، در این محل تجمع یافته باعث بازهم تنگ تر شدن کانال عبور هوا و در نهایت انسداد آن می شوند. همه موارد ذکر شده، گویای حساسیت فوق العاده زیاد دستگاه تنفس طیور، به ویژه جوجه های گوشتی، به کیفیت هوای تنفسی است. این مسئله، در کنار حضور تقریباً همیشگی میکروارگانیسم های متمایل به دستگاه تنفس، حتی سویه های واکسینال آن ها، در مجاورت پرنده، اهمیت برقراری یک تهویه مطلوب را نشان داده و رخداد مکرر امراض تنفسی، در سطح تجاری که از تهویه مناسبی برخوردار نیستند را توجیه می کند.

ب. اهداف تهویه

اهداف اصلی تهویه را می‌توان شامل موارد زیر دانست:

الف - خروج گردوغبار ایجادشده در سالن، از اصلی‌ترین اهداف تهویه به شمار می‌رود. گردوغبار موجود در هوای تنفسی پرندگان، با دو مکانیسم اصلی می‌تواند سلامت دستگاه تنفسی و درنهایت سلامت پرنده را به مخاطره اندازد. نخست، به‌عنوان عامل فیزیکی و غیر عفونی، باعث خستگی مفرط مژک‌های نای شده، عملکرد آن‌ها را در راندن مواد خارجی به بیرون از دستگاه تنفسی مختل می‌نماید و دوم، به دلیل دارا بودن میکروارگانیسم‌های زنده که به ذرات غبار حاصل از مدفوع چسبیده‌اند، به‌عنوان یک ناقل مهم، موجب ورود این عوامل بیماری‌زا به مناطق عمقی‌تر دستگاه تنفس می‌شود. از آنجائی که ریه‌ها، به علت حضور کیسه‌های هوایی با احشاء مرتبط هستند، راه‌یابی میکروارگانیسم‌هایی مانند اشریشیاکلی که می‌تواند در هر گرم غبار سالن به تعداد ۱۰ عدد وجود داشته باشد، به اعماق دستگاه تنفس، موجبات بروز عفونت‌های گسترده‌ای، مانند پری هپاتیت، پریتونیت، پریکاردیت، سالیپنژیت و غیره فراهم می‌شود.

نشان داده‌شده است که یک هفته پس‌ازآنکه میزان کلی فرم در گردوغبار سالن به حداکثر خود می‌رسد، تعداد تلفات ناشی از کلی سپتی‌سمی نیز بیشترین میزان را نشان می‌دهد. ذرات گردوغبار، از جهات دیگری نیز اهمیت دارند. این ذرات می‌توانند، حامل اندوتوکسین‌هایی با منشأ قطعات جداشده از پوشش لیپوپلی‌ساکاریدی باکتری‌های گرم منفی باشند. این پیوستگی تا حدی است که در بسیاری موارد سنجش میزان اندوتوکسین که معرفی برای آلاینده‌های بیولوژیک شمار می‌رود، بر روی نمونه‌های گردوغبار به‌دست‌آمده از سالن انجام می‌شود. استنشاق مداوم هوای دارای گردوغبار زیاد در آشیانه‌های پرورش طیور، نه‌تنها برای این پرندگان که برای انسان نیز می‌تواند بیماری‌زا باشد. از آنجائی که بخش قابل‌توجهی از گردوغبار موجود در سالن‌های پرورش طیور منشأ آلی دارد، قرار گرفتن در معرضی آن‌ها می‌تواند وقوع عوارضی مانند سندرم سمی غبار بیولوژیک و التهاب غشاءهای مخاطی را افزایش دهد. از سوی دیگر، ذرات گردوغبار، آمونیاک آزاد، به دلیل محلول بودن در آب، توسط مخاط نای جذب‌شده و سوختگی در ریه شوند. در صورتی‌که آمونیاک آزاد، به دلیل محلول بودن در آب، توسط مخاط نای جذب‌شده و به‌ندرت به ریه‌ها راه می‌یابد. منابع اصلی ایجادکننده گردوغبار را، ریزش طبیعی کرک‌های دوره جوجگی، ذرات مدفوع و بستر و اجزاء دان، به خصوص کنجاله‌های سویا تشکیل می‌دهد. میزان فعالیت جوجه‌ها و شدت و مدت روشنایی سالن، رطوبت، تراکم، ترکیب و شکل جیره و روشی توزیع آن، مهم‌ترین امل مؤثر بر میزان گردوغبار تولیدی در سالن‌های پرورش هستند.

ب - خروج گازهای سمی، از محیط اطراف جوجه‌ها و تأمین اکسیژن کافی، از وظایف دیگر تهویه به شمار می‌رود. با اکسیژن موجود در یک فضای محدودشده، حدود ۲۱٪ است. چنانچه از گرم‌کننده‌های مشتعل این فضا استفاده گردد، ممکن است، به کاهش میزان اکسیژن تا ۱۹٪ منجر شود. اگر سیستم تهویه قادر به‌گزینی اکسیژن مصرف‌شده نباشد، افت میزان آن تا ۱۱٪، به بروز مشکلات تنفسی در جوجه‌ها می‌انجامد.

گازهای مضر موجود در هوای سالن، از سه منشأ اصلی تولید می‌شوند و تنفسی این گازها در غلظت‌های غیرمجاز، عواقب ناخوشایندی برای جوجه‌ها در پی دارد. نخست، گازهای حاصل از فرایند تنفس پرنده، یعنی دی‌اکسید کربن می‌توان نام برد. این گاز، فاقد بو است. میزان مطلوب دی‌اکسید کربن در محدوده ۵۰۰ تا ۵۰۰ (PPM) قرار دارد. مقادیر بیش از ۳۰۰۰ (PPM) از این گاز، موجب افزایش تعداد تنفسی می‌شود و میزان خطرناک آن ۶۰۰۰ (PPM) است. گاز دی‌اکسید کربن، در سطوح خطرناک، خفه‌کننده هست. در سالن‌هایی که دارای سیستم

تهویه مکانیکی هستند، نقص فنی در این سیستم و یا اتفاقاتی مانند قطع برق، می‌تواند، میزان دی‌اکسید کربن در هوای تنفسی جوجه‌ها را تا حد خطرناک افزایش دهد. چنانچه میزان CO_2 در فضای سالن از مرز ۳۰۰ (PPM) فراتر رود، لازم است میزان تهویه سالن افزایش یابد. گروه دوم، گازهایی را شامل می‌شود که منشأ آن‌ها فضولات پرند و بستر سالن است. این گازها، خطرناک‌ترین آلاینده‌های شیمیایی هوای تنفسی جوجه‌ها به شمار می‌روند. آمونیاک، مهم‌ترین گاز ایجادشده از فضولات جوجه‌هاست. آمونیاک، طی فرآیند متابولیسم پروتئین در بدن پرندگان ایجاد می‌شود، اما به دلیل سمیت بالا، بیش از ۸۵٪ آن، ابتدا در کبد و کلیه‌ها به اسیداوریک تبدیل و سپس توسط کلیه‌ها دفع می‌گردد. به همین دلیل، پرندگان را از نظر شکل دفع مواد حاصل از متابولیسم پروتئین، اوریکوتلیک می‌نامند. به دلیل این‌که این مواد در پستانداران، به صورت اوره دفع می‌شود، به آن‌ها اوریکوتلیک می‌گویند. در ماکیان، ممکن است مقداری از اسیداوریک موجود در ادرار برگشت یافته به سکوم، توسط باکتری‌های موجود در آن، تجزیه شود؛ اما چنین فرآیندی ظاهراً اهمیت قابل‌توجهی ندارد. وجود باکتری‌های موجود در بستر، در شرایط خاصی، موجب تبدیل مجدد اسیداوریک دفع شده توسط پرند، به آمونیاک و سپس تبخیر آن در هوای تنفسی جوجه‌ها می‌شود. رطوبت بالا (۳۰٪ و بیش از آن) و pH قلیایی بستر، از مهم‌ترین شرایط مساعدکننده تولید آمونیاک هستند.

نشان داده شده است که قرار گرفتن پرند در معرض ۲۰ (PPM)، گاز آمونیاک، عواقب ناشی از واکسیناسیون علیه بیماری نیوکاسل را افزایش می‌دهد. همین مقدار آمونیاک در هوای سالن، باعث سوزش چشم در انسان می‌شود. در این حالت، به دلیل سنگین بودن آمونیاک، غلظت آن در مجاورت جوجه که در ارتفاع کمتر از انسان قرار دارد، بیش از ۲۰ (PPM) خواهد بود؛ و جود گاز آمونیاک در مقادیر بین ۵۰ تا ۷۵ (PPM) در هوای تنفسی جوجه‌ها، موجب کاهش رشد و عملکرد ضعیف آن‌ها می‌شود. در این غلظت از آمونیاک، جوجه‌ها چشمان مرطوب و متورم داشته و با ناراحتی سرخود را تکان می‌دهند. گاز آمونیاک، دار مایعات موجود در غشاءهای مخاطی و چشم حل شده و هیدروکسید آمونیوم تولید می‌کند که محرک و عامل ایجادکننده کراتوکونژکتیویت است. وجود آمونیاک در هوای تنفسی جوجه‌ها، در مقادیر ۷۵ تا ۱۰۰ (PPM) موجب تغییرات مشخص، مانند از بین رفتن مژک‌ها در اپیتلیوم دستگاه تنفسی می‌شود و درعین حال، تعداد سلول‌های ترشح‌کننده موکوس را افزایش می‌دهد. مقادیر بیش از ۱۰۰ (PPM) آمونیاک، موجب زخم قرنیه و کوری می‌شود. این شرایط، برای پرند دردناک بوده و ترس از نور و کاهش رشد را به دنبال دارد.

حساسیت جوجه‌های جوان به گاز آمونیاک بیش از پرندگان مسن‌تر است. مقادیری از آمونیاک که تأثیری محدود بر پرندگان با سن ۷ هفته دارد، می‌تواند در جوجه‌های ۷ روزه کاهش و زنی تا ۲۰٪ ایجاد کند. در تمامی سنین جوجه‌های گوشتی، سطح آمونیاک هوای تنفسی بایستی کمتر از ۱۰ (PPM) باشد. دفاع غیراختصاصی دستگاه تنفس پرند، یعنی سیستم موکوسی-مژه‌ای، در سه مرحله می‌تواند تضعیف و درنهایت تخریب شود. ابتدا، در اثر توقف مژک‌ها، سپس از بین رفتن آن‌ها و درنهایت مرگ سلول‌های پوششی مژک‌دار، گاز آمونیاک، می‌تواند، از هر سه طریق موجب تضعیف و در ادامه، تخریب سیستم موکوسی-مژه‌ای دستگاه تنفسی شده، استعداد پرند برای ابتلا به بیماری‌های تنفسی را به مقدار بسیار زیادی افزایش دهد. اگرچه، وجود مقادیر نسبتاً قابل‌توجه بخار آمونیاک در هوای تنفسی جوجه‌ها را می‌توان از طریق استشمام آن احساس نمود، اما روش‌های بهتر و دقیق‌تری نیز، مانند استفاده از کاغذهای نشانگر تورنسل و حسگرهای گاز، برای این منظور وجود دارند.

گاز متان، به عنوان یک گاز قابل اشتعال و درعین حال خفه‌کننده و سولفید هیدروژن، به عنوان یک گاز بسیار سمی، نیز، از فضولات پرند تولید می‌شوند. گروه سوم، گازهایی را شامل می‌شود که منشأ تولید آن‌ها احتراق منابع گرمایشی در داخل سالن‌های پرورش است. مونواکسید کربن، از مهم‌ترین این گازها به شمار می‌رود. این گاز، بسیار سمی است و در اثر احتراق ناقص سوخت، در گرم‌کننده‌ها ایجاد می‌شود. مسمومیت با مونواکسید کربن، در

سالن‌هایی که فاقد تهویه کارآمد هستند و یا جوجه‌ها در معرض دود حاصل از احتراق منابع گرم‌کننده قرار می‌گیرند، اتفاق می‌افتد. خواب‌آلودگی، تنفس دشوار و عدم تعادل، از نشانه‌های مسمومیت با منواکسید کربن است. اسپاسم و تشنج، ممکن است، قبل از مرگ وجود داشته باشد و پس از مرگ، خون به رنگ قرمز روشن مشاهده می‌شود. مقادیر کمتر از حد کشنده این گاز، موجب کاهش رشد می‌شود.

در موارد مشکوک، بایستی، میزان منواکسید کربن درحالی‌که هواکش‌ها خاموش هستند، در نقاط مختلفی از سالن اندازه‌گیری گردد. کربوکسی هموگلوبین، نیز می‌تواند، در خون جوجه‌های درگیر سنجیده شود. مقادیر ۷۰ (PPM)، منواکسید کربن، در پنهایی که میزان بالا و مکرر آسیت ناشی از افزایش فشار ریوی و ناکارآمدی بطن راست را نشان می‌دادند، ثبت شده است. ۶۰۰ (PPM)، منواکسید کربن، برای ۳۰ دقیقه باعث دیسترس تنفسی می‌شود؛ و مقادیر ۲۰۰۰-۳۶۰۰ (PPM) آن، برای مدت ۲-۱/۵ ساعت، کشنده است.

ج - هدف بسیار مهم دیگری که از تهویه انتظار می‌رود، تعدیل دمای سالن و به عبارت دقیق‌تر، کمک به حذف و برداشت گرمای اضافی از داخل سالن است. در فصول گرم این مسئله اهمیت بیشتری می‌یابد. اصلی‌ترین کار تهویه در این ارتباط، به جریان درآوردن هوا و کمک به جابجایی آن هست. در شرایط گرم جابجایی هوا باعث می‌شود، گرمای موجود در اطراف بدن پرنده برداشته شود. این حالت، احساس مطلوبی در جوجه‌ها ایجاد می‌کند و به میزان قابل‌توجهی، از تنش گرمایی آن‌ها می‌کاهد. به این پدیده، اثر خنک‌کنندگی جریان هوا، گفته می‌شود. در محدوده مشخص، ارتباط مستقیمی بین سرعت جریان هوای عبوری و میزان خنک شدن بدن جوجه‌ها وجود دارد. نشان داده شده است که سرعت جریان هوا، بر مجموع گرمای تلف شده تأثیری نداشته، بلکه، در محدوده دمایی ۲۹/۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد، موجب تغییر نوع ائتلاف گرما از نامحسوس به محسوس می‌شود. سرعت مطلوب جابجایی هوا (حدود ۲ متر در ثانیه) در شرایط گرم، می‌تواند در مقایسه با سرعت‌های کمتر، به افزایش مصرف دان و عملکرد مطلوب طیور بیانجامد. در شرایطی که سیستم تهویه مکانیکی تنها راه تهویه سالن باشد تا زمانی که دمای محیط بیرون از سالن، نسبت به دمای مناسب آن، حداکثر ۸-۳ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد، میزان تهویه‌ای که قادر به کنترل دما باشد «تهویه حداکثر تابستانه» گفته می‌شود. در افزایش دمای بیش از آن، تهویه موردنیاز، افزایش چشمگیری می‌یابد و ممکن است، بسته به افزایش دما و میزان رطوبت، به تهویه طبیعی و یا استفاده از سردکننده‌های تبخیری نیاز باشد.

د - تعدیل رطوبت سالن، از وظایف بسیار مهم دیگری است که از تهویه انتظار می‌رود و در فصول سرد، این مسئله اهمیت بیشتری می‌یابد. به عبارت دیگر، وجود رطوبت اضافه در زمستان، در سالن‌های پرورش طیوری که در اقلیم‌های مرطوب واقع شده‌اند، معمول‌ترین مشکل این سالن‌ها به شمار می‌آید. رطوبت اضافی، می‌تواند موجب خیس شدن بستر و افزایش میزان تولید گاز آمونیاک در سالن شود؛ بنابراین، حتی در سردترین آب‌وهوا نیز، برای تأمین هوای تازه و اکسیژن و خروج رطوبت اضافه، دی‌اکسید کربن و آمونیاک، به یک حداقل تهویه احتیاج است. به این کمترین میزان تهویه موردنیاز، «تهویه حداقل زمستانه» گفته می‌شود. متأسفانه، از آنجایی که بین میزان تهویه و درجه حرارت سالن‌ها، در فصول سرد تقابل وجود دارد، میزان مطلوب تهویه، در بیشتر مواقع به نفع حفظ دمای سالن نادیده گرفته می‌شود. این مسئله، یکی از تأثیرگذارترین دلایل بروز امراض تنفسی، به شکل وخیم‌تر، در فصول سرد سال هست. بایستی، توانایی سیستم تهویه به‌گونه‌ای باشد که در حفظ رطوبت سالن در محدوده ۷۰٪، موفق عمل کند.

پس از ترسیم اهداف تهویه، لازم است، مختصری در مورد نظریه‌های تهویه، سیستم‌های تهویه و روش‌های تهویه صحبت شود.

ج. نظریه‌های تهویه

(۱) تهویه جابجایی:

این نظریه جابجایی هوا به شکل یک توده حجیم و با سرعت کم، از ورودی‌های با ابعاد بزرگ، از یک طرف سالن به سمت خروجی‌های تعبیه‌شده در طرف مقابل را، عامل اصلی تهویه بشمار می‌آورد. در این حالت هوا به صورت یک واحد منفرد و بدون تلاطم، مسیر خود را در طول سالن طی می‌کند. موفقیت در برقراری چنین تهویه‌ای به شکل مطلوب بسیار بعید و شاید در سطح مزارع معمول غیرممکن باشد.

(۲) تهویه رقیق‌سازی:

اختلاط پیوسته هوای سالن با هوای ورودی که منجر به رقیق شدن گازها و بخارات هوای سالن توسط هوای تازه می‌شود، اساس این نظریه را تشکیل می‌دهد. در نوع متداول‌تر این حالت، هوا به دنبال برقراری یک خلأ نسبی، با سرعت زیاد، از طریق ورودی‌هایی که با ابعاد محاسبه‌شده، امکان چنین امری را فراهم می‌کنند، وارد سالن شده و با هوای موجود مخلوط می‌شود. سعی بر این است که این اختلاط با ایجاد کوران همراه نباشد. در نوع غیرمعمول نیز، ممکن است، هوا توسط هواکش‌ها به درون محوطه فرستاده و با هوای موجود در آن مخلوط شود. سیستم‌های طراحی‌شده بر اساس نظریه رقیق‌سازی، در عمل، نسبت به تهویه جابجایی، کار آیی بهتری نشان می‌دهند. طراحی سیستم‌های تهویه در سالن‌های پرورش طیور، به‌طور معمول بر اساس این نظریه انجام می‌شود.

د. سیستم‌های تهویه

سیستم‌های تهویه، سازوکاری را تعریف می‌کنند که با ایجاد جریان هوا قادر به اجرای نظریه‌های تهویه باشد. اختلاف فشار و اختلاف دما، مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده جریان هوا به شمار می‌آیند که شکل‌گیری دستگاه‌های تهویه، بر اساس یکی یا هر دو آن‌ها صورت می‌گیرد.

(۱) تهویه طبیعی:

باد (اختلاف فشار) و صعود هوای گرم و جایگزین شدن آن با هوای سرد (اختلاف دما)، عوامل اصلی برقراری تهویه طبیعی به شمار می‌روند. به دلیل نقش نیروهای طبیعی، در برقراری تهویه و تعدیل رطوبت و دما، سیستم فوق را تهویه طبیعی می‌نامند.

(۲) تهویه مکانیکی

اختلاف فشار، تنها عامل برقراری جریان هوا در تهویه مکانیکی است. اجزاء سیستم تهویه مکانیکی، ایجاد کننده اختلاف فشار، بین هوای درون سالن پرورش و بیرون از آن هستند.

بخش‌های تشکیل دهنده سیستم تهویه مکانیکی:

ساختمان یا همان سالن پرورش، هواکش‌ها یا حرکت دهنده‌های هوا، مجاری و فضاها و ورودی هوا یا هواده‌ها، سیستم کنترل‌کننده و اغلب، یک منبع گرمایی تکمیل‌کننده و سیستم سرمایش، اجزاء سیستم تهویه مکانیکی را تشکیل

می‌دهند. اهمیت ساختمان، به‌عنوان یکی از اجزاء این سیستم، در فراهم نمودن یک محیط ایزوله و عایق‌بندی شده با سدهای رطوبتی مناسب، قابل‌توجه است. عایق‌بندی سالن، در برابر ورود هوا، برای برقراری یک تهویه کارآمد ضروری است. چنانچه در ادامه گفته خواهد شد، به دنبال فعالیت هواکش‌ها و برقراری فشار منفی، هوا تمایل پیدا می‌کند که از هر منفذی که مقاومت کمتری در برابر آن بروز دهد، به سالن وارد شود. بدین ترتیب، در سالن‌هایی که از عایق‌بندی درستی در برابر ورود هوا برخوردار نیستند، این تفاوت ناخواسته، به نظم و جریان مطلوب هوا که برای دستیابی به اهداف تهویه ضروری است لطمه وارد می‌کند برای ارزیابی سطح عایق‌بندی هوا در سالن، به این معیار توجه کنید. در سالن‌هایی که از عایق‌بندی مطلوبی در برابر نفوذ هوا برخوردار باشند، روشن کردن یک هواکش با قطر $1/2$ متر، هنگامی که هواده‌ها بسته هستند، بایستی به برقراری فشار استاتیکی حداقل به میزان $37/5$ پاسکال بیانجامد. فشار کمتر از 25 پاسکال به معنی نشت هوا به درون سالن بوده و بایستی بدون درنگ اصلاح شود. سیستم کنترل‌کننده ممکن است شامل ترموستات، کنترل‌کننده رطوبت، زمان‌سنج، کنترل‌کننده‌های هواده‌ها و ریزپردازنده‌های الحاقی باشد. در این بین، هواکش‌ها و هواده‌ها، اصلی‌ترین اجزاء تشکیل دهنده. در این سیستم تهویه مکانیکی به شمار می‌روند. بر اساس آن‌که تعامل بین هواکش‌ها و هواده‌ها، چه نوع اختلاف فشاری را در هوای سالن برقرار کند، سیستم تهویه مکانیکی به سه شکل اجرا می‌شود.

انواع اجرای سیستم تهویه مکانیکی

۱) سیستم دودم (فشار خنثی)

در این سازوکار، هواکش‌ها هم در ورودی‌ها و هم در خروجی‌های هوا وجود دارند. در حقیقت، هوا هم به درون و هم به بیرون سالن دمیده می‌شود و فشار هوای درون سالن، تغییری نکرده، به حالت خنثی باقی می‌ماند.

۲) سیستم درون دمش (فشار مثبت):

در این سازوکار، هواکش‌ها، هوای بیرون را به درون سالن می‌دمند. نتیجه این امر، افزایش فشار هوای درون سالن و تمایل آن به خروج از طریق هواده‌هاست.

۳) سیستم برون دمش (فشار منفی):

در این سازوکار، هواکش‌ها، هوای درون سالن را به بیرون می‌دمند. نتیجه این امر، کاهش فشار هوای درون سالن است. بدین ترتیب، هوا تمایل پیدا می‌کند که از بیرون و از طریق هواده‌ها به درون سالن وارد شود.

معمولی‌ترین سیستم‌های تهویه، برون دمش هستند. موفقیت این سیستم، در تأمین اهداف تهویه، تنها هنگامی امکان‌پذیر است که با رعایت دقیق نسبت بین هواکش‌ها و سطح و توزیع مناسب هواده‌ها، شرایط برقراری یک خلأ نسبی در سالن فراهم گردد.

۵. اهمیت برقراری خلأ نسبی، در سیستم تهویه برون دمش (فشار منفی):

عملکرد صحیح هواکش‌ها، در صورت پشتیبانی با هوادهایی که سطح متناسبی با آن‌ها داشته و از توزیع مناسبی نیز در سالن برخوردار باشند، به شکل‌گیری یک سیستم فشار منفی منجر می‌گردد. نتیجه برقراری چنین سیستمی، ایجاد خلأ نسبی در سالن است. تنها، در صورت موفقیت در این امر است که می‌توان به اهداف تهویه دست‌یافت. چنانچه، سطح و توزیع هواده‌ها در سالن، به‌گونه‌ای باشد که هوا از دورترین هواده نسبت به محل نصب هواکش‌ها نیز به درون سالن کشیده شود، می‌توان گفت که خلأ نسبی برقرار گردیده است. در صورتی که سطح وسیعی از هواده در فاصله‌ای نزدیک‌تر از انتهای سالن، نسبت به هواکش‌هایی که در انتهای دیگر آن نصب شده‌اند، قرار داشته باشند، به دلیل تأمین تمامی هوای قابل کشش برای هواکش‌ها، توسط این هواده، تشکیل خلأ نسبی در سالن محقق نخواهد شد. در چنین حالتی، تنها، پرندگانی که در مجاورت هواکش‌ها قرار دارند از تهویه مناسب برخوردار می‌شوند. به عبارت دیگر، هواکش‌ها همیشه تمایل دارند که هوا را از نزدیک‌ترین هواده به خود، وارد سالن نموده و به بیرون از آن انتقال دهند و تنها، زمانی قادر خواهند بود که از دورترین هواده‌ها نیز این کار را انجام دهند که حجم هوای موردنیاز خود را نتوانسته باشند از هواده‌های نزدیک‌تر تأمین نمایند. در صورت برقراری خلأ نسبی، در سالن، مزایای متعددی می‌توان برای آن برشمرد. نخست آنکه، هوا از تمامی هواده‌ها، اعم از نزدیک‌ترین تا دورترین آن‌ها نسبت به محل نصب هواکش‌ها، به میزان مساوی به سالن وارد می‌شود. در این صورت، تئوری رقیق‌سازی، به شکل صحیحی اجرا می‌گردد و تمامی پرندگان موجود در سالن از مزایای آن بهره‌مند می‌شوند. دومین مزیت چنین شرایطی، این است که به هواکش‌ها اجازه می‌دهد تا تأثیری بیش از جریان بادی که در بیرون از سالن می‌وزد، بر تعویض و جابجایی هوای درون سالن داشته باشند.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در صورت عدم برقراری یک خلأ نسبی در سالن، تنها پرندگانی که در مجاورت هواکش‌ها قرار دارند از عملکرد آن‌ها بهره‌مند می‌شوند و در سالن‌های باز، تهویه برای سایر جوجه‌ها، وابسته به جریان باد بیرون از سالن است. از آنجاکه، شما نمی‌توانید بر چگونگی وزش باد تأثیر بگذارید، نمی‌بایست برای تهویه سالن خود به آن متکی باشید. اگر وزش باد متوقف شود، میزان هوای تازه‌ای که به پرندگان دور از هواکش‌ها می‌رسد، کاهش می‌یابد. این شرایط می‌تواند، وضعیت خطرناکی را برای آن‌ها ایجاد نماید. ممکن است این‌طور تصور شود که حضور هواکش‌ها و افزودن بر تعداد آن‌ها، مستقل از سطح و چگونگی توزیع هواده‌ها، همیشه برای تمامی پرندگان موجود در یک سالن مفید است، اما بایستی به این مطلب توجه نمود که در صورت عدم موفقیت در برقراری خلأ نسبی، حتی با افزودن بر تعداد هواکش‌ها، تنها بخش محدودی از گله از عملکرد آن‌ها بهره‌مند می‌شوند. سومین مزیتی که می‌توان برای شکل‌گیری یک خلأ نسبی در سالن برشمرده ایجاد جریان هوا با سرعتی مشخص است. این امر باعث ایجاد نیروی جنبشی کافی، جهت تشکیل الگوهای مناسب اختلاط هوا که نتیجه آن رقیق‌سازی مناسب و مؤثر است، می‌گردد. تا زمانی که هوا با سرعت مشخصی به درون سالن کشیده شود، می‌توان جریان هوای ایجادشده را به‌طور مستقیم به هر سمتی از آن هدایت نمود. سرعت مناسب هوا، در فصول گرم، از ابزار ضروری برای با داشت گرمای اضافی، از اطراف پرنده به شمار می‌رود و تأثیر دفع حرارت از طریق همرفتی را افزایش می‌دهد. به نظر می‌رسد، اهمیت ایجاد سرعت مشخصی از جریان هوا، در فصول گرم، شناخته‌شده‌تر از اهمیت آن در فصول سرد است و این در حالی است که عدم برقراری سرعت مطلوب در هوای ورودی از هواده‌ها، در فصول سرد، حتی می‌تواند برخلاف آنچه ممکن است تصور شود، به تنش سرمایی در جوجه‌ها منجر گردد. در زمستان، هوای سرد بیرون، سنگین‌تر از هوای گرم درون سالن است.

هنگامی که این هوای سرد، از طریق ورودی‌های هوا و بدون کشش مشخصی وارد سالن شود، به سرعت، به سمت کف سالن ته‌نشین می‌شود. این امر موجب تنش سرمایی در جوجه‌ها شده و آن‌ها را نسبت به بیماری‌های

مختلف حساس می‌کند. به علاوه، توانایی هوای سرد در نگهداری رطوبت، بسیار کم بوده و از این رو، قادر به برداشت رطوبت اضافی از بستر نیست. این مسئله، می‌تواند، به شکل‌گیری بستر لجنی یا تخته‌ای در زمستان منجر شود.

در صورت برقراری خلأ نسبی در سالن، هوای ورودی از هوادهایی که به سقف سالن نزدیک هستند، به درون سالن کشیده می‌شود. نیروی کششی‌ای که بدین ترتیب، در اثر خلأ نسبی ایجاد شده، بر هوای سرد وارد می‌شود، آن را در ارتفاعی نزدیک به سقف تا مرکز سالن هدایت می‌کند. حرکت این هوا تا مرکز سالن، مخلوط شدن آن با هوای گرم موجود در سالن را باعث گردیده و بر دمای آن می‌افزاید. به ازای هر ثانیه‌ای که هوای سرد ورودی، توسط نیروی کششی ناشی از خلأ نسبی، بیشتر در بالا نگه‌داشته شود، بر دمای آن بیشتر افزوده می‌گردد و توانایی آن در پذیرش رطوبت نیز به میزان بیشتری افزایش می‌یابد. در این صورت، ته‌نشین شدن این هوا، به گرم شدن جوجه‌ها و تعدیل رطوبت بستر می‌انجامد؛ اما تصور اشتباهی که بعضاً از جهت دیگری ممکن است وجود داشته باشد این است که افزودن بر اختلاف فشار بین هوای درون و بیرون سالن، یعنی همان فشار منفی، در همه حالات به نفع اهداف تهویه است. خصوصاً زمانی که برای این منظور، تصمیم به کاستن از سطح هوادهای گرفته می‌شود. گاهی ممکن است تصور شود که کاستن از سطح هوادهای، به دلیل افزایش فشار منفی، حجم هوای کشیده شده توسط هواکش‌ها به درون سالن را افزایش می‌دهد. درحالی‌که در صورت برهم خوردن نسبت مناسب بین سطح هوادهای و توان هواکش‌ها، کاستن از سطح هوادهای، دقیقاً با نتیجه معکوس همراه است.

به موازات افزایش فشار منفی، سرعت هوای ورودی به سالن در مدخل هوادهای افزایش می‌یابد؛ اما نتیجه این افزایش فشار منفی از حد مطلوب، کاهش کارایی هواکش‌ها و حجم کل هوای ورودی به سالن است. این کاهش در حجم هوای ورودی، به‌ویژه هنگامی که از هواکش‌های با دور مستقیم استفاده می‌شود، اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، کاستن یا افزودن بر سطح هوادهای و یا تعداد هواکش‌ها، بدون رعایت نسبت مناسب بین آن‌ها، می‌تواند دستیابی به اهداف تهویه را با مخاطره مواجه سازد. پس از درک ضرورت برقراری خلأ نسبی، لازم است، با روش‌ها و واحدهای اندازه‌گیری فشار منفی که موجب ایجاد این خلأ نسبی می‌شود، آشنا شد.

چنانچه، در دیوارهای جانبی سالن و بر روی دریچه‌های ورودی هوا، به‌منظور کنترل سطح هوادهای پوشاننده استفاده شده باشد، کشیده شدن این پرده‌ها به طرف داخل سالن و یا به اصطلاح، شکم دار شدن آن‌ها، نشانه خوبی برای شکل‌گیری فشار منفی در سالن است. همچنین، در مورد درهای ورودی‌ای که به طرف بیرون باز می‌شوند، نیرویی که جهت باز کردن آن‌ها صرف می‌شود، می‌تواند معرف خوبی برای برقراری فشار منفی در سالن و حتی تعیین حدود نسبی آن باشد. در حقیقت، در سالن‌هایی که حاوی فشار منفی زیادی هستند، به‌طور خودبه‌خود شاهد بسته شدن این درب‌های باز، آن‌هم با شدت زیاد خواهید بود. روش‌های دقیق‌تری نیز، جهت تعیین حضور خلأ نسبی در سالن وجود دارد.

بهترین روش، استفاده از فشارسنج استاتیک است. این دستگاه، نه تنها نشان دهنده برقراری خلأ نسبی در سالن است، بلکه می‌تواند، میزان آن را نیز اندازه‌گیری کند. انواع متفاوتی از فشارسنج وجود دارد که از مکانیسم مشابهی در تعیین اختلاف فشار هوای بیرون و درون سالن استفاده می‌کنند. فشارسنج‌های زانویی، مورب و عقربه‌ای افتراقی از این قبیل هستند. سازوکار این فشارسنج‌ها، بسیار ساده است. برای مثال، نوع زانویی، از یک لوله شیشه‌ای U شکل تشکیل شده است. درون این لوله، یک مایع رنگی وجود دارد. نصب فشارسنج به‌گونه‌ای صورت می‌گیرد که یک انتهای لوله درون سالن واقع گردیده و انتهای دیگر آن با بیرون سالن مرتبط باشد. تفاوت فشار بین دو محیط، منجر به حرکت ستون مایع رنگی در لوله شده که میزان آن توسط خط کش مدرج اندازه‌گیری می‌شود.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، این وسیله، فشار هوا را اندازه‌گیری نمی‌کند، بلکه، اختلاف فشار بین دو نقطه را تعیین می‌نماید. فشار استاتیک، با واحد پاسکال یا اندازه‌گیری ارتفاع ستون آب به اینچ، سنجیده می‌شود. نشان دادن

۰/۰۱ اینچ (۲/۵ پاسکال)، گویای خلأ نسبی اندک در سالن است. این میزان خلأ با نیرویی که برای بالا کشیدن آب به میزان ۰/۰۱ اینچ (۰/۲۵ میلی‌متر) از نی مخصوص نوشیدنی لازم است، برابری می‌کند. در سالن‌های پرورش طیور، میزان خلأ برقرار شده، به‌ندرت از ۰/۲ اینچ از آب (۵۰ پاسکال) بیش‌تر می‌شود.

مقدار دقیقاً مشخصی از فشار استاتیک که بتوان با برقراری آن از تعویض و مخلوط سازی مطلوب هوا مطمئن گردید، وجود ندارد. به عبارت دیگر، نمی‌توان با قاطعیت گفت که این میزان بایستی مثلاً ۱۲ یا ۱۵ پاسکال تعیین گردد، اما یک دامنه از فشار استاتیک را می‌توان معرفی نمود که قرار گرفتن در محدوده آن، قابل قبول باشد. برای بیشتر سالن‌های پرورش جوجه‌های گوشتی، دامنه توصیه شده بین ۰/۰۵ تا ۰/۱ اینچ (۱۲ تا ۲۵ پاسکال) قرار دارد. کمتر از این میزان، مخلوط سازی مطلوب هوا را در بی نخواهد داشت و بیش از آن نیز، به عملکرد هواکش‌ها لطمه وارد می‌کند.

وجود یک دامنه قابل قبول، مانع از آن می‌شود که پرورش دهنده جوجه‌ها مجبور باشد، با روشن یا خاموش کردن یک هواکش، بلافاصله نسبت به تنظیم کردن سطح هواده‌ها، متناسب با آن، اقدام کند. برای مثال، فرض کنید در یک سالن پرورش جوجه گوشتی دو عدد هواکش با قطر ۳۶ اینچ (۱ متر) در حال فعالیت بوده و سطح مناسب هواده نیز به تناسب آن باهدف برقراری فشار استاتیک به میزان ۰/۰۵ اینچ (۱۲ پاسکال) تأمین گردیده است. اگر یک هواکش دیگر وارد سیستم شود، احتمالاً موجب افزایش فشار استاتیک تا میزان حدود ۰/۰۸ اینچ (۲۰ پاسکال) خواهد شد. بدین ترتیب، هوا با سرعت بیشتری از سطح هواده‌ها به درون سالن کشیده می‌شود و مخلوط سازی هوا، اندکی بهتر صورت می‌گیرد. این میزان تغییر در فشار استاتیک، به دلیل قرار داشتن در دامنه مطلوب، ضرورت افزودن بر سطح هواده‌ها را ایجاب نمی‌کند؛ اما چنانچه با افزودن هواکش‌های بیشتر فشار استاتیک از محدوده مناسب فراتر رود، لازم است که به تناسب ضرورت، نسبت به تأمین سطح کافی هواده اقدام شود. اگر چنین امری صورت نگیرد، حضور هواکش بیشتر بدون افزودن بر سطح هواده، به برقراری فشار منفی بیشتری نسبت به آنچه مطلوب ارزیابی می‌شود (حداکثر ۲۵) می‌انجامد. بدین ترتیب، هوای مورد نیاز هواکش‌ها، می‌بایست، از سطح هواده‌های کمتر از آنچه با آن‌ها تناسب دارد تأمین شود. این مسئله، افزایش سرعت هوای ورودی را در پی دارد و همان‌طور که در پیش گفته شد به کاهش ظرفیت هواکش‌ها و حجم هوای تهویه می‌انجامد.

@ketabkhane_eng_animals

۵. روش‌های تهویه

(۱) تهویه طولی

- در این روش، معمولاً هواکش‌ها در عرض و هواده‌ها در منتهی‌الیه دیوار طولی و گاهی در عرض مقابل قرار می‌گیرند. به این ترتیب، در سیستم فشار منفی، هوا از هواده‌ها، به سمت عرض طرف مقابل که هواکش‌ها قرار دارند، حرکت نموده و با طی کردن تمامی طول سالن از طریق هواکش‌ها به بیرون سالن هدایت می‌شوند. به همین دلیل، این روش را تهویه طولی یا تونلی می‌نامند.

روش تهویه تونلی، در صورت محاسبه و اجرای صحیح، بسیار مؤثر عمل می‌کند. در تهویه طولی، برای طول سالن محدودیت وجود دارد.

(۲) تهویه عرضی

در این روش، هواکش‌ها، در دیوار طولی یک‌طرف و هواده‌ها، در دیوار طولی طرف مقابل قرار می‌گیرند. به این ترتیب، در سیستم فشار منفی، هوا از هواده‌ها در دیوار طولی یک سمت، به طرف هواکش‌ها در دیوار طولی سمت مقابل، حرکت نموده و با طی کردن عرض سالن، از طریق آن‌ها به بیرون از سالن هدایت می‌شود. به همین دلیل، این روش را تهویه عرضی می‌نامند. در تهویه عرضی، برای عرض سالن محدودیت وجود دارد.

(۳) تهویه سقفی

در این روش، سقف و دیوارهای طولی سالن، محل استقرار هواکش‌ها و هواده‌ها می‌باشند. در اقلیم‌های گرم که نقش تهویه در تعدیل دمای سالن بیشتر است، قرار گرفتن هواکش‌ها در سقف و هواده‌ها در دیوارهای طولی دو طرف، عملکرد تهویه را بهبود می‌بخشد. بدین ترتیب، هوای کثیف که به دلیل تنفس و متابولیسم جوجه‌ها بر دمای آن افزوده می‌شود، به بالا صعود کرده و در زیر سقف تجمع می‌یابد. حضور هواکش‌ها در سقف، موجب بیرون راندن این هوای گرم آلوده و جایگزینی آن با هوای تازه و خنک که از هواده‌ها به سالن وارد گردیده است، می‌شود. در اقلیم‌های سرد که حفظ دمای سالن ممکن است اولویت اول در نظر گرفته شود، استقرار هواکش‌ها در دیوارهای طولی دو طرف و هواده‌ها در سقف سالن مزایایی دارد.

بدین ترتیب، هوای گرمی که برای افزایش دمای آن هزینه‌های بسیاری صرف شده و به دلیل صعود به بالا و تجمع در زیر سقف، از دسترسی جوجه‌ها دورمانده است، توسط هواکش‌های مستقر در دیوارهای طولی، به پایین کشیده می‌شود و در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد.

هواده‌های مستقر در سقف نیز به تدریج هوای تازه را که سرد نیز هست، با هوای گرم موجود در زیر سقف مخلوط نموده و پس از افزایش دمای آن در اختیار جوجه‌ها قرار می‌دهند.

(۴) تهویه کانالی

در این روش، هوا به درون کانال‌های مخصوصی از جنس فلز یا پلاستیک که در فواصل مشخصی حاوی منافذ محاسبه شده‌ای هستند، دمیده می‌شود. این کانال‌ها، در طول سالن موجب توزیع یکنواخت هوا و کمک به اختلاط بهتر آن می‌شوند. امروزه، از این روش با نام فن جت و بیشتر به عنوان یک روش کمکی، جهت رقیق‌سازی بهتر هوا در کنار روش‌های دیگر استفاده می‌شود، اما در مواقعی، خود می‌تواند به صورت یک روش مستقل و منفرد مورد استفاده قرار گیرد.

ز. واحدهای تهویه

میزان تهویه و به عبارت دیگر برون‌ده هواکش‌ها، با دو واحد مترمکعب در ساعت (CMH) و یا فوت مکعب در دقیقه (CFM) بیان می‌شود. هر فوت مکعب، برابر است با 0.02832 مترمکعب، هر فوت مکعب در دقیقه، برابر است با $1/6992$ مترمکعب در ساعت و هر مترمکعب در ساعت، با 0.5886 فوت مکعب در دقیقه برابر است.

گاهی، ممکن است، با واحد مترمکعب در دقیقه و یا مترمکعب در ثانیه نیز برخورد نمایید و یا به جهت سهولت محاسبات با اعداد صحیح، در مقایسه با اعداد اعشاری، به جای مترمکعب در ثانیه، از واحد لیتر در ثانیه نیز استفاده شود. هر مترمکعب در ثانیه، برابر است با هزار لیتر در ثانیه و هر فوت مکعب در دقیقه، با 0.472 لیتر در ثانیه برابر است. استفاده از این واحدها کمتر معمول هست.

@ketabkhane_eng_animals

ح. محاسبه میزان تهویه موردنیاز

روش‌های بسیار متفاوتی، جهت محاسبه میزان تهویه موردنیاز سالن‌های پرورش طیور و یا به اصطلاح، ها و مقادیر معرفی شده در کتابچه آن‌ها، در کنار منحنی تهویه‌ای موردنیاز آن‌ها پیشنهاد شده است. توصیه می‌شود، روش‌ها و مقادیر معرفی شده در کتابچه راهنمای مدیریت هر یک از نژادهای گوشتی موجود، برای محاسبه میزان تهویه موردنیاز آن‌ها در کنار رعایت همه ارکان پرورش، مانند نور، دما، رطوبت و غیره موردتوجه قرار گیرد. در اینجا، تنها به منظور آشنایی با برخی از روش‌ها، بر اساس ملاکی که هر یک برای محاسبه یا میزان تهویه موردنیاز انتخاب نموده‌اند، به آن‌ها اشاره می‌شود. طبیعتاً این انتظار وجود دارد که محاسبه مربوط به یک مثال خاصی، با هر یک از این روش‌ها نتایج مشابهی دربر داشته باشد.

اما به دلیل دخالت ندادن نقش متغیرهایی مانند دما و رطوبت در تعیین میزان تهویه موردنیاز، توسط برخی روش‌ها، ممکن است نتایج آن‌ها تفاوت‌هایی با مواردی که میزان مشخصی از دما و رطوبت مدنظر قرار دارد، نشان دهد. علاوه بر این، در برخی از مثال‌های زیر، حداقل تهویه موردنیاز آورده شده است که حداکثر آن می‌تواند تا ۱۰ برابر بیشتر باشد.

با تمامی این توجیهات، مثال‌های آورده شده، ممکن است، در شرایط متفاوت از دقت یکسانی برخوردار نباشند و برخی از این روش‌ها، احتمالاً کارایی خود را تنها در صورت رعایت تمامی اصول مرتبط با پرورش مطلوب طیور بروز می‌دهند؛ بنابراین هرگونه تخطی از معیارهای طراحی و مدیریت سالن‌های پرورش مانند ابعاد سالن شدت و مدت روشنایی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، کیفیت بستر، مدیریت تغذیه، تراکم و غیره می‌تواند به مقبولیت آن‌ها خلل وارد نماید.

آنچه، بایستی به آن دقت کافی مبذول داشت، این است که هدف نهایی تمامی محاسبات، نزدیک شدن به خصوصیات منحنی تهویه‌ای ایده آلی است که دقیقاً به منظور تعیین نیاز تهویه‌ای پرندگان موجود در یک شرایط کاملاً ویژه و اختصاصاً برای آن‌ها رسم شده است. هر جابجایی منحنی تهویه‌ای حاصله، به این منحنی ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، تهویه به شکل بهتری صورت خواهد گرفت. برای رسم یک منحنی ایده‌آل جهت پرورش یک گله گوشتی، لازم است، به متغیرهایی مانند آنچه در ادامه می‌آید، توجه شود

نژاد، طول دوره پرورش، زمان شروع آن، منطقه و ارتفاع آن از سطح دریا، دمای گرم‌ترین روز سال، ابعاد سالن و ارتفاع پایه و قله آن، جنس سقف و شیب آن، نوع ایزولاسیون، قطر دیوارها و پوشش داخل و خارج آن‌ها، پوشش درخت و ارتفاع متوسط و فاصله آن‌ها از دیوارها، نوع و ابعاد هواکش‌ها، محل، شکل و جنس هواده‌ها، سیستم‌های خنک‌کننده و گرمایش، رطوبت سازهای سرد و گرم، سیستم روشنایی، نوع و عمق بستر و...

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، به منظور طراحی منحنی تهویه‌ای ایده‌آل برای شرایط خاص، دانستن اطلاعات و متغیرهای مختلف مربوط به آن شرایط، لازم است به این ترتیب، با استفاده از این اطلاعات در قالب معادلات و متغیرهای فیزیکی، منحنی‌های بسیار دقیقی به دست می‌آید که خطمشی تهویه را برای این شرایط خاص از هر نظر به بهترین نحو، معلوم خواهد کرد. لیکن در عمل، به ندرت لازم است چنین کاری انجام شود و تنها کافی است، با استفاده از متغیرهای حیاتی و اساسی‌ای مانند مجموع وزن پرندهای موجود در سالن و دما و رطوبت آن، حدود منحنی، محاسبه و طرح گردد. بدیهی است، منحنی اخیر نسبت به منحنی ایده‌آل، از دقت کمتری برخوردار می‌باشد، اما تأثیر تفاوتی که شرایط زندگی پرند با اجرای این منحنی نسبت به شرایط ایده‌آل پیدا می‌کند، توسط توان تطبیقی طیور، به میزان تعیین‌کننده‌ای مرتفع خواهد گردید. طبیعتاً به هر میزان که از متغیرهای اساسی بیشتری در شکل‌گیری

منحنی تهویه‌ای، استفاده‌شده باشد، نیاز به استفاده از توان تطبیقی پرنده کمتر بوده و رفاه بیشتری که به عملکرد بهتر گله منجر می‌گردد، برای آن برقرار خواهد شد. چنانچه، فرمولی برای تعیین میزان تهویه مورد نیاز پرندگان موجود در یک سالن، حتی به این متغیرهای اساسی نیز نپرداخته باشد، مقبولیت آن محدود به شرایطی خواهد بود که این متغیرها در حد کاملاً مطلوبی برای پرنده قرار داشته باشند. تفاوتی که نتایج به‌دست آمده از محاسبه میزان تهویه مورد نیاز توسط فرمول‌های مختلف با یکدیگر نشان می‌دهند را نیز، می‌توان، به فاصله متفاوتی که آن‌ها با منحنی تهویه‌ای ایده‌آل، برای آن مثال خاصی، دارند نسبت داد.

۱) روش اول

در این روش، ملاک محاسبه حداقل تهویه مورد نیاز، برقراری سیستم تهویه‌ای است که در «مرحله اول» قادر باشد، کل حجم هوای موجود در سالن را، در مدت ۸ دقیقه، تخلیه کند؛ بنابراین، کافی است، حجم سالن برحسب مترمکعب محاسبه گردد و نوع هواکش‌ها با توجه به توان آن‌ها در تخلیه هوا، برحسب مترمکعب در ساعت، انتخاب شود. بدین ترتیب، چون ملاک محاسبه، تخلیه حجم مورد نظر در مدت ۸ دقیقه هست، تعداد هواکش‌ها با توان مورد نظر به آسانی تعیین می‌گردد.

فرض کنید، سالنی با عرضی ۱۲ متر، طول ۷۰ متر و ارتفاع ۳/۲ متر در اختیار دارید. حجم این سالن، برابر ۲۶۸۷۱ مترمکعب است. چون قرار بر این است که این حجم در ۸ دقیقه تخلیه شود و توان تخلیه هواکش‌ها در سیستم متریک، برحسب مترمکعب در ساعت بیان می‌شود، پس لازم است، حجم هوایی که در یک ساعت می‌بایست تخلیه شود، محاسبه گردد. برای این منظور، کافی است، تعداد ۸ دقیقه موجود در یک ساعت، یعنی ۷/۵، در حجم سالن، یعنی عدد ۲۶۸۸، ضرب شود. حاصل، یعنی عدد ۲۰۱۶۰، معرف میزان حداقل تهویه مورد نیاز، برحسب مترمکعب در ساعت، برای سالن مورد نظر است. در مورد سالن‌هایی که دارای سقف شیب‌دار هستند و اصطلاحاً به آن‌ها سوله گفته می‌شود، برای محاسبه حجم سالن به جای ارتفاع، از متوسط ارتفاع استفاده می‌گردد. متوسط ارتفاع، از حاصل جمع ارتفاع دیوارهای جانبی با نصف ارتفاع لبه بام تا ستیغ سقف (بلندترین نقطه سقف) به دست می‌آید.

در مرحله دوم، جهت دستیابی به سطوح بالاتری از تهویه، زمان لازم برای تخلیه و تعویض کل هوای سالن، ۵ دقیقه در نظر گرفته شده است. در محدوده‌های زمانی ۸ و ۵ دقیقه که برای تعویض هوای سالن در نظر گرفته می‌شود، درصد زمانی فعالیت هواکش‌ها به ترتیب برای این دو مرحله ۲۰ و ۱۰۰ درصد تعیین می‌گردد. این بدان معنی است که برای برقراری حداقل تهویه‌ای مورد نیاز، لازم است هواکش‌ها مستقل از دمای سالن با استفاده از یک تایمر، در بخشی از یک دوره زمانی خاص فعالیت کنند. حداکثر این دوره زمانی ۱۰ دقیقه و حداقل آن ۵ دقیقه در نظر گرفته می‌شود. در مرحله اول این روش که درصد زمانی فعالیت هواکش‌ها ۲۰ درصد بیان گردید، معنی آن این است که اگر دوره زمانی ۱۰ دقیقه تعیین شود، هواکش‌ها بایستی ۲۰٪ این دوره زمانی، یعنی ۲ دقیقه فعالیت کنند و مابقی آن را، یعنی ۸ دقیقه خاموش شوند. چنانچه تایمر بر روی ۵ دقیقه تنظیم شده باشد، هواکش‌ها در این محدوده ۵ دقیقه، ۱ دقیقه روشن و ۴ دقیقه خاموش خواهند بود.

اما برای مرحله دوم این فرمول که درصد زمانی فعالیت هواکش‌ها ۱۰۰٪ بیان گردید، معنی آن این است که در این حالت برای فعالیت هواکش‌ها از تایمر استفاده نمی‌شود و هواکش‌ها، به تعدادی که تعیین شده‌اند، به‌طور پیوسته فعالیت می‌کنند. برای دستیابی به سرعت مطلوب جابه‌جایی هوا، لازم است، ابعاد ورودی‌های هوا (هواده‌ها) متناسب با هواکش‌ها محاسبه گردد. سطح هواده مورد نیاز یا همان ابعاد ورودی‌های هوا، از طریق فرمول‌های خاصی قابل محاسبه است. جداولی نیز برای بیان رابطه بین تعداد هواکش وارد شده در مدار با سطح هواده مورد نیاز، طراحی گردیده است. به برخی از این فرمول‌ها، پس از بیان روش‌های محاسبه تعداد هواکش مورد نیاز و در ذیل عنوان سطح هواده مورد نیاز به نسبت تعداد هواکشی‌های فعال، صحبت شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نقش

متغیرهایی، مانند وزن جوجه، رطوبت و دمای محیط، در محاسبه میزان تهویه موردنیاز با این روش، به طور مستقیم منظور نشده است. این مسئله، قابلیت استفاده از فرمول را تنها به شرایطی کاملاً خاص که میزان رطوبت و دما در محدوده‌ای نزدیک به ایده‌آل، برای سن موردنظر نژاد خاصی از ماکیان قرار دارد و سایر متغیرهای تأثیرگذار نیز ثابت بوده و یا به عبارت بهتر، رعایت شده باشند، محدود می‌نماید. به علاوه، استفاده از میزان حداقل تهویه، جهت محاسبه تعداد هواکشی‌های موردنیاز برای ورود به سیستم، تنها می‌تواند میزان تهویه را برای زمانی که به هر دلیل، تنها به تهویه حداقل نیازمند هستیم، برآورده سازد. به عبارت دیگر، در مقابل میزان تهویه حداقل، می‌بایست از میزان تهویه حداکثر نیز مطلع بود تا به این ترتیب، با توجه به مقتضیات و نیازهای پرورشی، میزان تهویه مناسب را بین این دو مرز، تعیین و اجرا نمود. بدیهی است، وقتی شرایط و نیازهای جوجه گوستی، به طور پیوسته در حال تغییر است، حتی میزان تهویه حداقل و حداکثر نیز متغیر خواهند بود. از این رو، لازم است، میزان تهویه حداکثر که تأمین کننده بیشترین نیاز تهویه‌ای برای گرم‌ترین روز سال و سنگین‌ترین وزن پرنده، در آخرین روز از دوره پرورش است، ملاک تعیین تعداد هواکش به کاررفته در سالن قرار گیرد.

ط. تهویه موقتی یا انتقالی (TRANSITIONAL VENTILATION)

این عنوان، برای مواقعی که ملاک فعالیت هواکش‌ها، مانند روش اول، تأمین حداقل تهویه موردنیاز را به کار گرفته می‌شود و معنی آن برقراری یک تهویه اضافی موقتی، در مواقعی است که ضرورت آن وجود دارد. هدف از این تهویه، افزایش تعویض هوای سالن، بدون افزایش سرعت هوا در سطح جوجه‌هاست. برای برقراری این تهویه، بایستی علاوه بر هواکش‌های لازم برای تأمین حداقل تهویه موردنیاز، تعدادی هواکش با قطر پروانه ۱/۲ متر و توان فعالیت ۱۰ مترمکعب در ثانیه یا ۶۰۰ مترمکعب در دقیقه یا ۳۶۰۰۰ مترمکعب در ساعت، در سیستم فعالیت کند. فعالیت این هواکش‌ها به خلاف قبل که با تایمر تنظیم می‌شد، بایستی با ترموستات تنظیم شود. برای نیل به اهداف این نوع تهویه، مجموعه هواکش‌های موجود در سالن، هنگام ورود به مدار، بایستی بتوانند کل هوای سالن را در مدت ۲ دقیقه تعویض کنند. سیستم تهویه، از تلفیق این هواکش‌ها با هوادهایی که به‌طور یکسان در تمامی طول هر دو دیوار جانبی سالن نصب گردیده‌اند، تکمیل می‌گردد. بیشترین کارایی هواده‌ها، هنگامی حاصل می‌شود که با تنظیم فشار منفی سالن کنترل شوند. با نصب هواکش‌ها در یک انتهای سالن و هواده‌ها، (به‌گونه‌ای که گفته شد) در دیوارهای جانبی سالن، حداکثر سرعت هوا در مجاورت جوجه‌ها، ۰.۲۵٪ هنگامی خواهد بود که با یک تهویه تونلی کامل، به دست می‌آید. این سیستم، امکان کنترل مطلوب درجه حرارت را مهیا نموده و خطر احساسی سرما در جوجه‌ها را کاهش می‌دهد. سیستم تهویه موقتی، برای هر نوع سیستم تهویه، یک بخش ارزشمند به شمار می‌رود.

محاسبه میزان تهویه موقتی

مثال: برای سالنی به عرض ۱۲ متر، طول ۱۲۰ متر و ارتفاع ۴ متر، به این‌گونه عمل می‌شود:

ابتدا حجم سالن محاسبه می‌گردد.

$$\text{مترمکعب} = ۱۲۰ \times ۱۲ \times ۴ = ۵۷۶۰ = \text{حجم سالن}$$

هواکشی مورد استفاده، ۱/۲ متر با توان ۶۰۰ مترمکعب در دقیقه

همان‌طور که گفته شد، این میزان تهویه بایستی بتواند کل حجم هوای سالن را در مدت ۲ دقیقه تعویض کند.

از این‌پس به دو گونه می‌توان عمل نمود، یکی آن‌که مشابه با آنچه در روش اول بیان شد، ابتدا تعداد ۲ دقیقه موجود در یک ساعت تعیین شود، یعنی عدد ۳۰ و سپس حجم کل سالن در این عدد ضرب گردد. حاصل، معرف میزان تهویه موردنیاز، برحسب مترمکعب در ساعت، برای تخلیه کل هوای سالن در مدت ۲ دقیقه خواهد بود. حال کافی است این میزان، بر توان هواکش موردنظر، برحسب مترمکعب در ساعت، تقسیم گردد تا تعداد آن‌ها به دست آید.

گونه دیگری که می‌توان عمل نمود و برای محاسبه حداقل تهویه موردنیاز، مطابق روش اول نیز قابل استفاده است، هنگامی است که توان هواکش مورد استفاده، به جای مترمکعب در ساعت، برحسب مترمکعب در دقیقه تعیین شده باشد. بدین ترتیب با محاسبات کمتری می‌توان میزان تهویه موردنیاز را به دست آورد.

برای مثال فوق، کافی است حجم هوای سالن که برحسب مترمکعب محاسبه شده است، بر عدد ۲ که برحسب دقیقه معرف زمان لازم برای تعویض هوای سالن است تقسیم گردد. عدد حاصل برحسب مترمکعب در دقیقه خواهد بود.

$$\text{مترمکعب در دقیقه } 2880 = 2 + 5760$$

حال کافی است حداقل تهویه مورد نیاز که قبلاً محاسبه شده و در حال اجرا هست از عدد فوق کسر شود تا تعداد هواکش‌های اضافه برای دستیابی به تهویه موقتی به دست آید. برای تفهیم بهتر، یکبار دیگر برای این مثال خاص، حداقل تهویه مورد نیاز که بتواند کل حجم هوای سالن را در مدت ۵ دقیقه تخلیه کند، به گونه دوم، محاسبه می‌گردد.

$$\text{مترمکعب } 5760 = 120 \times 12 \times 4 = \text{حجم سالن}$$

توان هواکش انتخاب شده برحسب مترمکعب در دقیقه، ۳۴۵ هست.

$$(\text{توان تهویه لازم برای تعویض کل هوای سالن در مدت ۵ دقیقه برحسب مترمکعب در دقیقه}) 1152 = 5760 \div 5$$

(تعداد هواکش با توان ۳۴۵ مترمکعب در دقیقه که مورد نیاز است)

$$3/3 \text{ یا } 4 = 1152 \div 345$$

پس از این مقدمه، به فرمول قبلی بازمی‌گردیم. در این مرحله لازم است حداقل تهویه مورد نیاز (۴ عدد هواکش با توان ۳۴۵ مترمکعب در دقیقه) از عدد ۲۸۸۰ کسر شود.

$$\text{مترمکعب در دقیقه } 1500 = (\text{مترمکعب در دقیقه } 4 \times 345) - \text{مترمکعب در دقیقه } 2880$$

همان‌طور که بیان شد هواکش مورد نیاز برای برقراری تهویه اضافی، توانی به میزان ۶۰۰ مترمکعب در دقیقه دارد؛ بنابراین، برای تعیین تعداد لازم از این هواکش که بتواند حجم هوای اضافی مورد نیاز را تعویض کند کافی است، حجم هوای مورد نیاز، بر توان هواکش تقسیم شود.

$$(\text{تعداد هواکشی با قطر } 1/2 \text{ متر}) 2/5 = \text{مترمکعب در دقیقه } 600 \div \text{مترمکعب در دقیقه } 1500$$

بدین ترتیب برای دستیابی به یک تهویه موقتی اضافه، در مواردی که نیاز به آن احساس می‌شود لازم است علاوه بر هواکش‌های لازم برای برقراری حداقل تهویه مورد نیاز ۲ تا ۲/۵ عدد هواکش اضافه (با قطر ۱/۲ متر) وارد مدار گردد.

۲) روش دوم:

در این روش محاسبه میزان تهویه حداقل، به تناسب تغییر درجه حرارت محیط، از یک سو و گله، از سوی دیگر صورت می گیرد. برای این منظور، جداولی طراحی گردیده است که با مراجعه به آنها می توان به میزان حداقل تهویه مورد نیاز برای سالن خود دست یافت.

هر یک از این جداول بر اساس یکی از واحدهای سنجش میزان تهویه تنظیم شده است.

سن به هفته	برای ۱۰۰۰ پرنده CFM		
	زیر ۰ درجه	۱۵ تا ۰ درجه	۱۵ درجه >
۱	۳	۳	۴/۲
۲	۴/۲	۷/۲	۷/۲
۳	۷/۲	۱۰/۲	۱۱/۴
۴	۱۱/۴	۱۴/۴	۱۸/۶
۵	۱۵/۶	۱۸/۶	۲۱
۶	۱۶/۸	۱۹/۸	۲۲/۸
۷	۱۹/۸	۲۲/۸	۲۵/۲

برای تمرین استفاده از جدول به مثالی توجه کنید:

فرض کنید سالنی با ظرفیت ۲۰۰۰۰ جوجه در سن ۳ هفتگی مواجه هستید. حداقل تهویه زمستانه

برای این سالن، درحالی که دمای محیط ۴۵ درجه فارنهایت (۷/۲ درجه سانتی گراد) باشد، به این ترتیب محاسبه می شود:

حداقل تهویه مورد نیاز

$$CFM 7000 = (CFM) 20 (1000 \text{ پرنده})$$

همان طور که در خصوص روش اول گفته شد، محاسبه میزان تهویه حداقل، برای تعیین تعداد هواکش و سطح هواده مورد نیاز به منظور تعبیه در یک سالن کاربردی ندارد، بلکه تنها می تواند در شرایطی خاص که بنا به هر دلیل میزان تهویه حداقل مورد نیاز است، مقدار آن را تعیین نموده و تعداد هواکشی که لازم است، برای دستیابی به آن وارد سیستم شود، مشخص کند. تعداد هواکش و سطح هواده لازم برای تعبیه در یک سالن بایستی با محاسباتی که تعیین کننده میزان تهویه حداقل هستند، مشخص گردد. در مواردی که مانند مثال ذکر شده در اینجا میزان تهویه حداقل که مایل هستیم در سالن برقرار نماییم، حتی از توان مکش یکی هواکش نیز کمتر باشد، بایستی مطابق آنچه در روش چهارم توضیح داده شده است، از درصد فعال ساختن هواکش یا هواکش ها استفاده گردد.

۳) روش سوم

در این روش، مساحت مقطع عرضی سالن و سرعت جابه‌جایی هوا، ملاک‌های اصلی تعیین تعداد هواکش‌ها هستند. برای این منظور کافی است، مساحت دیوار عرضی که از حاصل ضرب عرض سالن در ارتفاع آن به دست می‌آید، محاسبه و سپس در سرعت جابه‌جایی هوا ضرب شود. با تقسیم حاصل به دست آمده، بر توان تخلیه هر نوع هواکش که موردنظر است، تعداد موردنیاز آن به دست می‌آید. میزان تهویه موردنیاز سالن، زمانی به این روش محاسبه می‌گردد که قرار باشد سالن به طریق طولی یا تونلی تهویه شود؛ بنابراین، چنین روش محاسبه‌ای برای تهویه عرضی یا دیگر اشکال تهویه کاربردی ندارد. به منظور کارآمدی تهویه به این روش، لازم است هوا با سرعت ۲/۵ متر در ثانیه (۵۰۰ فوت در دقیقه) به درون سالن کشیده شده و تمام طول آن را طی کند. بدین ترتیب، گرما و رطوبت اضافی و گردوغبار و گازهای مضر، به‌درستی و کفایت از سالن تخلیه و هوا تهویه می‌شود.

این جریان هوای ایجادشده، از طریق پدیده‌های همرفت و انتقال، گرمای اضافه را از سطح جوجه‌ها برداشته و تأثیر خنک‌کنندگی قابل‌توجهی دارد، به‌گونه‌ای که می‌تواند «دمای مؤثر» سالن را ۵-۷ درجه سانتی‌گراد کاهش دهد. «دمای مؤثر» سالن، لازم است همواره زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داشته شده باشد و کل هوای سالن نیز، با اعمال این روش تهویه، بایستی در خلال ۱ دقیقه، تعویض گردد.

محاسبه میزان تهویه موردنیاز - به این روش، طی چند مرحله انجام می‌شود.

گام اول:

تعیین ابعاد اصلی سالن

حجم سالن (مترمکعب) = طول (متر) × عرض (متر) × متوسط ارتفاع (متر)

مثال، حجم سالن (مترمکعب) $120 \times 12 \times 4 = 5760$

مساحت مقطع عرضی سالن (مترمربع) = عرضی (متر) × متوسط ارتفاع (متر)

مثال، مساحت مقطع عرض سالن: مترمربع $12 \times 4 = 48$

سرعت موردنیاز برای هوا: متر در ثانیه ۲/۵

زمان لازم برای تعویضی کل هوای سالن: کمتر از ۱ دقیقه

گام دوم:

تعیین تعداد هواکش موردنیاز برای دستیابی به حداکثر سرعت هوا (متر در ثانیه ۲/۵) میزان تهویه موردنیاز (مترمکعب در ثانیه) = سرعت هوا (متر در ثانیه) × مساحت مقطع عرضی سالن (مترمربع)

مثال: میزان تهویه موردنیاز: مترمکعب در ثانیه $48 \times 2/5 = 120$

تعداد هواکشی موردنیاز =

توان هواکشی موردنظر (۱۰ مترمکعب در ثانیه برای هر هواکش با قطر ۲/۱ متر) ÷ میزان تهویه موردنیاز

مثال، تعداد هواکش $120 \div 10 = 12$

لازم به تأکید است که مناسب‌ترین هواکش‌ها، برای برقراری یک تهویه تونلی کارآمد، هواکش‌های با قطر ۱/۲ متر می‌باشند. توان این هواکش‌ها جابه‌جایی ۱۰ مترمکعب هوا در هر ثانیه است.

گام سوم:

اطمینان از تعویض هوای کل سالن در کمتر از ۱ دقیقه

تعویضی هوا = توان کل هواکشی‌های موجود (مترمکعب در دقیقه) ÷ حجم سالن (مترمکعب)

مثال، ((ثانیه ۶۰ × مترمکعب در ثانیه ۱۰ × ۱۲)) ÷ ۵۷۶۰

دقیقه ۰/۸ = (مترمکعب در دقیقه ۱۲ × ۶۰) ÷ مترمکعب ۵۷۶۰

بدین ترتیب از اینکه کل حجم هوای سالن در مدتی کمتر از ۱ دقیقه تعویض می‌شود، اطمینان حاصل گردید.

گام چهارم:

اطمینان از برقراری سرعت موردنظر (۲/۵ متر در ثانیه)

سرعت هوا = مساحت مقطع عرضی سالن (مترمربع) ÷ مجموع توان هواکش‌ها (مترمکعب در ثانیه)

مثال:

سرعت هوا، متر در ثانیه ۲/۵ = مترمربع ۴۸ ÷ (مترمکعب در ثانیه) (۱۰ × ۱۲)

به دلیل آن‌که تهویه طولی یا تونلی، در شرایط گرم، از کارآمدترین راه‌های کنترل دمای سالن به شمار می‌رود و در روش دوم محاسبه میزان تهویه موردنیاز سالن، بر آن تکیه شد، لازم است در خصوص دمای مؤثر که اشاره‌ای نیز به آن گردید، مختصری توضیح داده شود. دمای مؤثر، درواقع بیان‌کننده احساسی است که پرنده از دمای محیط خود داشته و تأثیری است که این دما بر آن می‌گذارد؛ بنابراین دمای مؤثر را می‌توان برآیند پنج عامل: درجه حرارت محیط، درصد رطوبت نسبی، سرعت هوا، تراکم گله و پوشش پرهای بدن دانست. بدین ترتیب به دلیل وجود سرعت در این مجموعه، می‌توان، با بهره‌مندی از یک سیستم تهویه مناسب، از طریق سرعت هوابر احساسی که پرنده از دمای محیط دارد، یا همان دمای مؤثر تأثیر گذاشت. همان‌طور که در مبحث دما بیان شده است، با افزایش درجه حرارت محیط، کارایی راه‌های محسوس دفع حرارت مانند تشعشع، همرفت و انتقال کاهش می‌یابد. چراکه در این حالت اختلاف دمای بدن پرنده و محیط که عامل اصلی انتقال حرارت از بدن به محیط هست، کم می‌شود؛ بنابراین در شرایط گرم و در مواقع تنش گرمایی، تبخیر، بیشترین سهم را در دفع دمای اضافی بر عهده خواهد داشت.

در این شرایط است که افزایش رطوبت نسبی هوا، از میزان تبخیر و از کارایی دفع حرارت از این طریق می‌کاهد. در اقلیم‌های مرطوب و در مواقعی که نمی‌توان رطوبت نسبی هوا را به زیر ۷۰٪ رساند، راه‌حل اصلی برای مشکل گرما، حفظ سرعت جریان هوا در سالن، در میزان حداقل ۲/۵ متر در ثانیه است. در دماهای بالای ۳۲ درجه سانتی‌گراد، تأثیر خنک‌کنندگی جریان هوا، نقصان می‌یابد. تنها راه مؤثر برای خنک کردن جوجه‌های با وزن ۲ کیلوگرم یا بیشتر که در معرض دماهای بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته‌اند، استفاده از سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری است.

کتابخانه و پایگاه علمی علوم دامی و کشاورزی

@ketabkhane_eng_animals

رابطه‌ی بین درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی و سرعت هوا (۳۰)

درجه فارنهایت	درجه سانتی گراد	رطوبت نسبی %				سرعت هوا (متر در ثانیه)					
		۳۰	۵۰	۷۰	۸۰	۰	۰/۵	۱/۱	۱/۵	۲	۲/۵
۹۵	۳۵	۳۰				۳۵	۳۱/۶	۲۶/۱	۲۳/۸	۲۲/۷	۲۲/۲
۹۵	۳۵		۵۰			۳۵	۳۲/۲	۲۶/۶	۲۴/۴	۲۳/۳	۲۲/۲
۹۵	۳۵			۷۰		۳۸/۳	۳۵/۵	۳۰/۵	۲۸/۸	۲۶/۱	۲۵
۹۵	۳۵				۸۰	۴۰	۳۷/۲	۳۱/۱	۳۰	۲۷/۲	۲۵/۲
۹۰	۳۲/۲	۳۰				۳۲/۲	۲۸/۸	۲۵	۲۲/۷	۲۱/۶	۲۰
۹۰	۳۲/۲		۵۰			۳۲/۲	۲۹/۴	۲۵/۵	۲۳/۸	۲۲/۷	۲۱/۱
۹۰	۳۲/۲			۷۰		۳۵	۳۲/۷	۲۸/۸	۲۷/۲	۲۵/۵	۲۳/۳
۹۰	۳۲/۲				۸۰	۳۷/۲	۳۵	۳۰	۲۷/۷	۲۷/۲	۲۶/۱
۸۵	۲۹/۴	۳۰				۲۹/۴	۲۶/۱	۲۳/۸	۲۲/۲	۲۰/۵	۱۹/۴
۸۵	۲۹/۴		۵۰			۲۹/۴	۲۶/۶	۲۴/۴	۲۲/۸	۲۱/۱	۲۰
۸۵	۲۹/۴			۷۰		۳۱/۶	۳۰	۲۷/۲	۲۵/۵	۲۴/۴	۲۳/۳
۸۵	۲۹/۴				۸۰	۳۳/۳	۳۱/۶	۲۸/۸	۲۶/۱	۲۵	۲۳/۸
۸۰	۲۶/۶	۳۰				۲۶/۶	۲۳/۸	۲۱/۶	۲۰/۵	۱۷/۷	۱۷/۷
۸۰	۲۶/۶		۵۰			۲۶/۶	۲۴/۴	۲۲/۲	۲۱/۱	۱۸/۹	۱۸/۳
۸۰	۲۶/۶			۷۰		۲۸/۳	۲۶/۱	۲۴/۴	۲۳/۳	۲۰/۵	۱۹/۴
۸۰	۲۶/۶				۸۰	۲۹/۴	۲۷/۲	۲۵/۵	۲۳/۸	۲۱/۱	۲۰/۵
۷۵	۲۳/۹	۳۰				۲۳/۸	۲۲/۲	۲۰/۵	۱۹/۴	۱۶/۶	۱۶/۶
۷۵	۲۳/۹		۵۰			۲۳/۹	۲۲/۸	۲۱/۱	۲۰	۱۷/۷	۱۶/۶
۷۵	۲۳/۹			۷۰		۲۵/۵	۲۴/۴	۲۳/۳	۲۲/۲	۲۰	۱۸/۸
۷۵	۲۳/۹				۸۰	۲۶/۱	۲۵	۲۳/۸	۲۲/۷	۲۰/۵	۲۰
۷۰	۲۱/۱	۳۰				۲۱/۱	۱۸/۹	۱۷/۷	۱۷/۲	۱۶/۶	۱۵/۵
۷۰	۲۱/۱		۵۰			۲۱/۱	۱۸/۹	۱۸/۳	۱۷/۷	۱۶/۶	۱۶/۱
۷۰	۲۱/۱			۷۰		۲۳/۳	۲۰/۵	۱۹/۴	۱۸/۸	۱۸/۳	۱۷/۲
۷۰	۲۱/۱				۸۰	۲۴/۴	۲۱/۶	۲۰	۱۸/۸	۱۸/۸	۱۸/۳

جدول بالا نشان‌دهنده کاهش دمای مؤثر تحت تأثیر ترکیبی از عوامل درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی و سرعت هواست

این جدول برای پرندگانی بکار می‌رود که بیشتر از ۲۸ روز سن دارند و پروبال آن‌ها هم به‌طور کامل روییده باشد

ممکن است، با بررسی اجمالی این فرمول این طور برداشت شود که نقش طول سالن که در نهایت بر تعیین ظرفیت و در نتیجه، میزان تهویه مورد نیاز آن نقش اساسی دارد، در تعیین تعداد هواکش مورد نیاز نادیده گرفته شده است، اما بایستی دانست که با ملاک قرار دادن سرعت هوا، راستای طول سالن که در متغیر سرعت هوا مستقر است، در نتیجه نهایی تأثیرگذار خواهد بود. این بدان معنی است که با افزودن بر طول سالن، جهت حفظ سرعت مورد نظر، به توان تخلیه هوای بیشتر و یا به عبارت دیگر، به تعداد هواکش زیادتری نیاز هست. به علاوه برای اطمینان از تعویض هوای کل سالن در کمتر از یک دقیقه، حجم سالن مورد استفاده قرار گرفت که طول سالن یکی از اجزاء تشکیل دهنده آن است.

علی الاصول، این فرمول می بایست تعداد هواکش ها را برای تأمین حداکثر تهویه مورد نیاز تعیین نماید. طبیعتاً، جهت دستیابی به تهویه مناسب، برای سنین و شرایط مختلف گله، معیارهای دیگری لازم است تا با عنایت به متغیرهایی مانند وزن، درجه حرارت و رطوبت سالن، میزان تهویه مورد نیاز گله را در هر زمان مشخص کند. چنین معیارهایی، عموماً توسط کتابچه های راهنمای پرورش نژادهای مختلف، برای هر یک از آنها، ارائه گردیده است. از آنجاکه، اساس تعیین میزان تهویه مورد نیاز توسط این فرمول، دستیابی به سرعت مشخصی از جریان هواست، لازم است، مختصری در خصوص اهمیت سرعت هوا، در تهویه فشار منفی، صحبت شود.

ی. اهمیت سرعت هوای ورودی در سیستم تهویه برون دمش (فشار منفی)

علاوه بر تأثیر سرعت هوا بر دمای مؤثر، مخلوط سازی مطلوب هوا توسط سیستم تهویه نیز که اساس نظریه رقیق سازی بر آن استوار است به سرعت هوای ورودی وابسته است. اگر کشش هوا به درون سالن به آهستگی صورت گیرد، به سقوط و ته نشین شدن هوا، بلافاصله پس از ورود آن به سالن، می انجامد. این امر مانع از برقراری الگوهای مناسب مخلوط سازی هوا که منجر به رقیق شدن آلاینده های موجود در آن می گردد، خواهد شد. علاوه بر مشکلات تنفسی، در فصول گرم چنین نقصی، به نقش تهویه در برداشتن گرمای اضافی اطراف پرند خنل وارد می کند و در فصول سرد، به تنش سرمایی در جوجه ها و خرابی بستر منجر می گردد. اگر سرعت هوا به میزانی باشد که پیش از ته نشین شدن، آن را تمرکز سالن بکشد، علاوه بر مخلوط شدن مطلوب آن با هوای موجود در سالن، در فصول سرد بر دمای آن به اندازه ای افزوده می گردد که دیگر برای جوجه ها خطری در برداشته باشد.

سرعت هوای ورودی به میزان خلأ نسبی برقرار شده در سالن بستگی دارد. هرچه میزان خلأ نسبی بیشتر باشد سرعت هوا بیشتر خواهد شد و این امر به مخلوط سازی بهتر هوا می انجامد. میزان خلأ نسبی نیز، خود وابسته به سطح هواده ای است که در اختیار هواکش ها گذارده می شود و با کم و زیاد کردن آن، می توان، بر شدت خلأ نسبی برقرار شده در سالن و در نتیجه، سرعت هوای ورودی، تأثیر گذارد.

با کاستن از سطح هواده ها، میزان خلأ افزایش یافته و بر سرعت هوای کشیده شده به درون سالن نیز افزوده می گردد. این وضعیت را می توان، با آویختن نوارهای کاغذی در مدخل ورودی هوا از هواده ها، نشان داد. چنانچه یک دستمال کاغذی را مقابل دهان خود قرار داده و هوا را به درون ریه های خود بکشید، ملاحظه خواهید کرد که خلأ نسبی ایجاد شده، دستمال کاغذی را به سمت دهان شما می کشد. با قرار دادن دست خود در انتهای دستمال و بستن نیمی از دهان، درست مانند هنگامی که از سطح هواده ها می کاهید، موجب افزایش شدت خلأ نسبی خواهید شد. این مسئله، به قرار دادن انگشت در انتهای یک شلنگ آب، برای افزودن بر نیروی جریان آن به منظور پاشیدن آب در مسافتی دورتر، نیز شباهت دارد. در یک سالن پرورش طیور، برای آن که بتوانیم هوای ورودی از طریق هواده ها را پیش از آن که ته نشین شود تا اواسط سالن بکشانیم، بایستی هوا در محل ورود سرعتی حدود ۶۰۰ فوت در دقیقه (۳ متر در ثانیه) داشته باشد. این سرعت، با برقراری فشار استاتیکی به میزان ۰/۰۵ اینچ (۱۲ پاسکال) ایجاد می شود. اگر فشار کمتر از این باشد، هوا پیش از رسیدن به نیمه سالن در کف آن سقوط خواهد کرد. سرعت ۶۰۰ فوت در دقیقه (۳ متر در ثانیه)، ممکن است زیاد به نظر برسد، اما هوایی که با این سرعت وارد سالن می شود، هرگز مدت زیادی در این وضعیت باقی نخواهد ماند. سرعت هوای ورودی به قدری سریع کاهش می یابد که پیش از رسیدن هوای تازه به اواسط سالن، از ۶۰۰ فوت در دقیقه به ۹۰ فوت در دقیقه (۰/۵ متر در ثانیه) یا کمتر از آن خواهد رسید.

به دلیل آن که این هوا، در ضمن مسافتی که پیش از ته نشین شدن در سالن طی می کند گرم می شود، دیگر در فصول سرد، تماس آن با جوجه ها برای آن ها استرس زا نخواهد بود. اگرچه تا رسیدن جوجه ها به سن دو هفتگی، به دلیل نگرانی از افت ناخواسته دمای سالن و در عین حال عدم نیاز جریان هوای سالن در سطح جوجه ها در حد آرام تعیین می گردد، اما پس از آن لازم است، حرکت هوا در سطح جوجه ها با سرعت مشخصی که به تناسب افزایش سن بر آن افزوده می گردد، تعیین شود.

این میزان را می توان، از ۲-۳ هفتگی ۰/۵ متر در ثانیه، از ۳-۴ هفتگی ۰/۸۷۵ متر در ثانیه و از ۴ هفتگی به بعد ۲/۵-۱/۷۵ متر در ثانیه مقرر نمود.

این بدان معنی است که برای تأمین تهویه حداقل مورد نیاز، لازم است هواکشی‌ها ۱۰٪ هر دوره زمانی که محاسبه تهویه آن وابسته بود، فعالیت کند. از آنجاکه در این مثال واحد میزان تهویه فوت مکعب در دقیقه در نظر گرفته شده است، دوره زمانی، دقیقه و ۱۰٪ آن ۶ ثانیه خواهد بود. بهتر است با ملاک قرار دادن دقیقه از دوره‌های زمانی طولانی‌تر مانند ۵ یا ۱۰ دقیقه استفاده و درصد زمانی مورد نظر را تعیین نمود. دوره‌های زمانی و درصدی از آن که هواکشی‌ها بایستی فعالیت کنند، توسط زمان سنج صورت می‌گیرد.

به فرمول باز می‌گردیم، طبیعتاً جهت تعیین تعداد هواکش لازم برای نصب در سالن و میزان هواده متناسب با آن شرایطی از سالن و جوجه باید در نظر گرفته شود که گویای گرم‌ترین روز سال، برای سنگین‌ترین وزن جوجه، در آخرین روز از دوره پرورش باشد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، به این میزان تهویه، تهویه حداکثر تابستانه گفته می‌شود.

@ketabkhane_eng_animals

۵) روش پنجم

در این روش نیز، مانند روش چهارم، متوسط وزن جوجه و تعداد آن، به همراه درجه حرارت محیط، ارکان اصلی محاسبه میزان تهویه موردنیاز سالن به شمار می‌روند، اما برخلاف آن، اعداد مربوط به وزن یا درجه حرارت یا هر دو، به‌طور مستقیم در محاسبات آورده می‌شوند. از آنجاکه در دو سیستم متریک و انگلیسی: دو واحد متفاوت (مترمکعب در ساعت و فوت مکعب در دقیقه)، برای بیان توان برونده هواکش‌ها تعریف شده است، در محاسبه میزان موردنیاز تهویه نیز، می‌توان از هرکدام از این دو استفاده نمود. در ادامه، این روش را بسته به اطلاعات و شرایط موجود، به دو شکل در مثال‌ها به کار می‌بریم.

در مثال اول، میزان تهویه موردنیاز، به ازای هر پوند وزن زنده و هر یک درجه فارنهایت، $0.2/1$ فوت مکعب در دقیقه، در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب، برای یک سالن 10000 قطعه‌ای، محاسبه میزان تهویه موردنیاز، برای حداکثر وزن موردنظر (مثلاً 2.5 کیلوگرم) و حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین روز سال (مثلاً 40 درجه سانتی‌گراد) صورت می‌گیرد تا به‌عنوان ملاک تعیین تعداد هواکش موردنیاز، برای نصاب در سالن و سطح هواده متناسب با آن‌ها، استفاده شود. بدیهی است، در بسیاری از ایام سال و در سنین کمتر، جوجه‌ها نیازی به استفاده از حداکثر توان در نظر گرفته شده سیستم تهویه را ندارند. از آنجاکه فرمول در سیستم انگلیسی قرار دارد، لازم است، کیلوگرم به پوند و درجه سانتی‌گراد به درجه فارنهایت تبدیل شود.

$$25000 = 2.5 \times 10000 \text{ کیلوگرم وزن نهایی}$$

$$55000 = 2.2 \times 25000 \text{ پوند وزن نهایی}$$

$$104 = 32 + 5 \div 9 \times 40 \text{ حداکثر درجه فارنهایت}$$

$$114400 = 0.2/1 \times 104 \times 55000 \text{ فوت مکعب در دقیقه، تهویه موردنیاز برای شرایط موردنظر}$$

این عدد، به‌عنوان توان برونده مجموع هواکشی‌های موجود در سالن در نظر گرفته می‌شود و تعداد آن‌ها، بر اساس توان هر یک محاسبه می‌گردد. برای مثال، در صورتی‌که تمایل به تهیه هواکش 90 سانتی‌متری یا 36 اینچی، با توان حدود 10000 CFM وجود داشته باشد، حدود 12 عدد از آن‌ها موردنیاز است.

پس از تعیین جریان هوای موردنیاز، برحسب (CFM)، لازم است به‌منظور برقراری سرعت مطلوب جریان هوا که اساس نظریه رقیق‌سازی بر آن استوار است، فضای موردنیاز برای هواده‌ها نیز، محاسبه شود.

در مثال دوم، میزان تهویه موردنیاز، به ازای هر کیلوگرم وزن زنده در هوای سرد (حداقل تهویه)، $0.92/1$ مترمکعب در ساعت و در هوای گرم (حداکثر تهویه)، $9/3$ مترمکعب در ساعت در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب، برای یک سالن 10000 قطعه‌ای، میزان تهویه موردنیاز برای حداکثر وزن موردنظر (2.5 کیلوگرم) و حداکثر درجه حرارت ممکن (هوای گرم) محاسبه می‌شود و این میزان، ملاک تهیه هواکش‌ها قرار می‌گیرد. به دلیل عدم تأثیر نوسانات دما، در محدوده هوای گرم، بر محاسبه میزان تهویه موردنیاز در این فرمول لازم است با استفاده از سیستم سرمایش تکمیل‌کننده سیستم تهویه، از بروز تنش گرمایی جلوگیری شود.

چراکه شما هنگام استفاده از این فرمول در شرایط گرم تنها یک حالت به‌عنوان حالت تعیین‌کننده حداکثر تهویه موردنیاز مواجه هستید و این در حالی است که در شرایط گرم همواره گویای یک وضعیت ثابت با تأثیرات یکسان بر روی پرنده، نخواهد بود؛ اما در فرمول اول مربوط به روش پنجم، تصمیم‌گیری شما به یک حالت ثابت به‌عنوان شرایط گرم، محدود نبود و شما می‌توانستید به‌جای یک حالت کلی، تحت عنوان هوای گرم، دقیقاً، دمای موردنظر خود را در فرمول وارد کنید. به همین دلیل است که گفته شد، برای استفاده موفقیت‌آمیز از فرمول دوم، بایستی با

اتخاذ تدابیر لازم، مثل به‌کارگیری سیستم سرمایش، از بروز تنش گرمایی جلوگیری شود. درعین‌حال، بدیهی است، در بسیاری از ایام سال و سنین کمتر، جوجه‌ها نیازی به استفاده از حداکثر توان در نظر گرفته شده سیستم تهویه را ندارند.

$$25000 = 2/5 \times 10000 \text{ کیلوگرم وزن نهایی گله}$$

$$232500 = 9/3 \times 25000 \text{ مترمکعب در ساعت، تهویه موردنیاز برای شرایط موردنظر}$$

$$136849 = 0/5886 \times 232500 \text{ فوت مکعب در دقیقه}$$

$$13/86 = 136849 \div 10000 \text{ حدود } 14 \text{ هواکش برای حداکثر تهویه لازم است}$$

میزان حداقل تهویه موردنیاز که برای فصول سرد تأمین آن ضروری است، نیز، به همین ترتیب و تنها با قرار دادن عدد $0/93$ به‌جای $9/3$ محاسبه می‌گردد.

همان‌طور که اشاره شد، در کنار محاسبه توان برونده هوا که لازم است هواکش‌ها تأمین نمایند،

محاسبه ابعاد هواده‌ها نیز فوق‌العاده مهم است.

در صورتی‌که هواده‌ها یا همان ورودی‌های هوا، ابعادی کوچک‌تر از حد مطلوب داشته باشند، از یک‌طرف، هوا با سرعتی بیش‌ازحد مطلوب وارد سالن می‌شود و از طرف دیگر، فشار استاتیک نیز افزایش می‌یابد. در این صورت لازم است، هواکش‌ها بیشتر و سخت‌تر کار کنند. این امر به کارایی و بازده مطلوب آن‌ها لطمه یا به‌علاوه، چنین شرایطی می‌تواند، عملکرد مطلوب هیترها را نیز تحت‌الشعاع قرار داده و باعث خرابی مکرر آن‌ها شود

هواده‌ها، در مجموع ابعادی بزرگ‌تر از حد مطلوب داشته باشند، از برقراری فشار منفی که لازمه شکل‌گیری الگوهای مخلوط‌سازی هوا در سالن است، ممانعت می‌کنند.

ک. برقراری تناسب بین هوادها و هواکش‌ها

فراهم کردن فشار استاتیک مناسب، در سالن، کار دشواری نیست. کلید این کار برقراری تناسب بین مقدار سطوح هواده، با تعداد هواکشی‌های مشغول به کار است. زیادی سطح هوادها، از ورود هوا با نیروی کافی، جهت مخلوط‌سازی مطلوب هوا جلوگیری می‌کند. سطح کم هوادها نیز، مانع از عملکرد صحیح هواکش‌ها، درکشیدن هوای تازه‌ای کافی به درون سالن می‌شود. چنانچه، سالنی از هوا سروکار و دیوارهای جانبی برخورددار باشد، حتی باز کردن دریچه ک هوای یک‌طرف، به میزان تنها ۱ اینچ (۲/۵ سانتی‌متر)، در دیواری بی طول ۴۰۰ فوت (۱۲۰ متر)، منجر به فراهم شدن سطح هواده ای به میزان ۳۲ فوت مربع (۳ مترمربع) خواهد شد. در بسیاری از سالن‌ها، زیادی سطح هوادها، به نسبت توان هواکش‌های مشغول به کار، عامل اصلی عدم برقراری فشار منفی کافی در سالن و درنتیجه، عدم مخلوط‌سازی مطلوب هواست؛ بنابراین، بایستی، از این تصور غلط که باز کردن پنجره‌های بیش‌تر، در یک سیستم تهویه مکانیکی، همیشه به معنای کمک به برقراری تهویه بهتر است، قویاً، اجتناب شود.

این مسئله، با همین قوت در مورد محدود کردن بیش از اندازه سطح هوادها نیز صادق است. در این مورد، در مبحث اهمیت برقراری خلأ نسبی در سیستم تهویه فشار منفی توضیح داده‌شده است؛ اما روزه‌های هواده، در هواده‌های طولی و سرتاسری را هم نمی‌توان از حد مشخصی کمتر باز نمود. این امر، تهویه مطلوب هوا را با مشکلاتی مواجه خواهد کرد. چنانچه، روزه‌های سرتاسری هواده را تنها به میزان ۱ اینچ (۲/۵ سانتی‌متر) باز نگه‌دارید، به‌خصوص اگر این روزه‌ها فاقد درپوش هدایت‌کننده و جهت دهنده به هوا باشند، هوا پس از ورود، به‌سرعت و مستقیماً به‌طرف جوجه‌ها جریان می‌یابد. این امر، پدیده مطلوبی نیست؛ بنابراین، تنها در صورتی می‌توان از روزه‌های سرتاسری در امتداد دیوار طولی سالن به‌عنوان هواده استفاده نمود که عرضی حدود ۵ سانتی‌متر یا بیشتر داشته باشند؛ اما افزودن بر سطح هواده، همان‌طور که گفته شد، چنانچه با افزایش در میزان هواکش‌های فعال همراه نباشد، برقراری فشار استاتیک مناسب را با مشکل مواجه می‌کند. یک راه‌حل، به کار انداختن هواکشی‌های بیش‌تر به‌منظور ایجاد خلأ بیشتر است. این مسئله، می‌تواند، در هوای ورودی سرعت کافی برای رسیدن به اواسط سالن، پیش از ته‌نشین شدن را ایجاد کند؛ اما افزودن بر تعداد هواکش‌های فعال، در بیشتر موارد، به مصرف برق بیش‌تر و کاسته شدن از دمای سالن منجر می‌شود. برای اجتناب از این مشکلات، تعبیه درپوش هدایت‌کننده جریان هوا، در مدخل ورودی هواده‌ها، می‌تواند مفید باشد. این درپوش‌ها که به شکل کتابی و رو به پایین باز می‌شوند، هوای ورودی را به سمت بالا و به‌طرف توده هوای گرمی که در نزدیکی سقف سالن تجمع می‌یابد هدایت می‌کند.

بدین ترتیب، با استفاده از جنین درپوش‌هایی، اولاً، می‌توان سطح هوادها را محدود نگه داشت ثانیاً، از برخورد مستقیم هوای ورودی با جوجه‌ها جلوگیری نمود. برقراری چنین سیستمی، به‌هیچ‌عنوان کار مشکلی نیست. تمامی آنچه برای این مجموعه لازم است، یک روزه باریک مستطیل شکل و سرتاسری، به‌عنوان هواده، در تمامی مسیر هر دو دیوار طولی سالن و در نزدیکی سقف، با یک درپوش تعبیه‌شده در انتها الیه پایین آن است که هنگام باز شدن، با دیوار زاویه‌ای حدود ۴۵ درجه می‌سازد و هوای سرد ورودی را مستقیماً به سمت سقف سالن هدایت می‌کند. گاهی، ممکن است، به‌جای یک هواده باریک سرتاسری، از تعدادی هواده باریک استفاده نمود. در چنین حالتی، تعداد این هوادها، بستگی به تعداد و توان هواکش‌ها خواهد داشت. امروزه، این هوادها به شکل پنجره‌های بیش، ساخته و در ابعاد مختلف ساخته و عرضه می‌شوند. هواده‌های مدرن، به‌گونه‌ای ساخته و نصب می‌گردند که در هنگام بسته بودن، از ورود هرگونه هوای نشتی به سالن ممانعت کنند و در هنگام باز بودن، هوا تنها از رأس آن‌ها به سالن وارد شود. در این‌گونه هوادها، هوا نبایستی بتواند از کناره‌ها و یا از کف هواده به سالن راه یابد، چراکه چنین اتفاقی به سرماخوردگی جوجه‌ها و خیس شدن بستر می‌انجامد. موتور باز و بسته‌کننده این هواده‌های مکانیزه، بایستی در مرکز دیوار جانبی تعبیه گردد تا از عدم تقارن هواده‌های نصب‌شده جلوگیری شود. کابل‌های

مورد استفاده برای باز و بسته کردن هواده‌ها، به‌ویژه در سالن‌های با طول زیاد، ممکن است دچار کشیدگی شده و باز شدن یکنواخت هواده‌ها و توزیع مناسب هوا به درون سالن دچار اختلال شود. برای این منظور میله‌های استیل با قطر ۸ میلی‌متر، به‌ویژه برای سالن‌های طویل، کارآمدتر هستند.

ل. سطح هواده موردنیاز به نسبت تعداد هواکش‌های فعال

میران هواده موردنیاز برای یک سالن خاص، به حداکثر تعداد هواکش مشمول را در آن سالن بستگی دارد. عموماً، سالن‌های پرورش جوجه‌های گوشتی با عرض ۱۲ متر، در زمستان، برای تأمین یک تهویه‌ها حداقل زمستانه، دست‌کم یک هواکش با قطر ۳۶ اینچ (۱ متر)، به ازای هر ۳۰ متر از طول خود نیازمند هستند. این میزان، در بیش‌تر سالن‌ها، در طول ماه‌های سر سال که درجه حرارت از ۱۴ درجه سانتی‌گراد کمتر است، به برقراری یک تهویه قابل‌قبول منجر می‌شود. تعداد هواکش موردنیاز با همان قدرت، برای آب‌وهوای معتدل‌تر، با دمای ۱۸-۱۴ درجه سانتی‌گراد، به ۱/۵ عدد به ازای هر ۳۰ متر از طول سالن، افزایش می‌یابد.

بر این تعداد، طبیعتاً، با افزایش درجه حرارت، افزوده خواهد شد که در جای خود می‌بایست موردمحاسبه قرار گیرد.

کمترین میزان سطح هواده، به ازای هر هواکش ۳۶ اینچی، تقریباً ۱۰ فوت مربع (۰/۹ مترمربع) است. بیشترین میزان سطح هواده نیز دو برابر این میزان یعنی ۲۰ فوت مربع (۱/۸ مترمربع) در نظر گرفته می‌شود. ارتباط بین تعداد هواکش مشغول به کار، با سطح هواده موردنیاز را، به‌طور تقریبی، می‌توان به شکل جدول زیر نشان داد

اندازه هواده	تعداد هواده مورد نیاز به ازاء هر عدد هواکش ۳۶ اینچی				
	۱ هواکش	۲ هواکش	۴ هواکش	۶ هواکش	۸ هواکش
۲۰×۱۲۲cm	۳	۶	۱۲	۱۸	۲۴
۱۲۲×۱۵ cm	۴	۸	۱۶	۲۴	۳۲
۱۲۲×۱۰ cm	۶	۱۲	۲۴	۳۶	۴۸
۱۲۲×۵ cm	۱۲	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
۱۲۲×۲/۵ cm	۲۵	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰

برای تطابق مطالب جدول با آنچه در متن آورده شده، نتیجه‌گیری می‌گردد که در این جدول، مقادیری در محدوده حداقل سطح هواده، به ازای هر هواکش بیان شده است. ساده‌ترین برداشتی که می‌توان از جدول فوق ارائه نمود این است که چنان چه یک هواکش ۹۰ سانتی‌متری - ۳۶ اینچی، دارای توانی برابر با ۱۰۰۰۰ (CFM) فرض شود، آنگاه برای برقراری یک نسبت مناسب بین توان هواکش با سطح هواده، لازم است، ازای هر ۱۰۰۰۰ (CFM) توان برون دهی هوا، سطح هواده‌ی برابر با ۷۳۲۰ سانتی‌متر مربع پیش‌بینی گردد. این ترتیب، به ازای هر ۱ (CFM)، می‌بایست، ۰/۷۳ سانتی‌متر مربع، به سطح هواده اختصاص داده شود. با در نظر گرفتن چنین ارتباطی، به‌راحتی می‌توان پس از محاسبه میزان (CFM) کل موردنیاز یک سالن، سطح کل هواده موردنیاز آن را نیز محاسبه نمود. همان‌طور که در مبحث اهمیت برقراری خلأ نسبی، در تهویه فشار منفی گفته شد، برقراری یک نسبت مشخص بین میزان توان هواکش‌های مشغول به کار و سطح هواده در اختیار آن‌ها برای دستیابی به یک اختلاف فشار مطلوب بین هوای درون و بیرون سالن ضرورت دارد. از آنجایی که این اختلاف فشار، به یک عدد مشخص، محدود نبوده بلکه یک دامنه مشخصی را شامل می‌گردد بنابراین بعد از تعیین نهایی میزان هواکش موردنیاز، می‌توان و بعضاً می‌بایست، برای دستیابی به اختلاف فشار موردنظر، برای یک سن خاص، سطح هواده موردنیاز آن سن خاص را نیز تعیین نمود. ماحصل اختلاف یا بین هوای بیرون و درون سالن، کشیده شدن هوا از بیرون به درون سالن است. سرعت ورود

هوا به درون سالن، به طور مستقیم از میزان این اختلاف فشار برقرارشده، تبعیت می‌کند. این اختلاف فشار نیز، همان طور که گفته شد، خود تابعی از نسبت بین هواکش‌های فعال و سطح هواده در اختیار آن‌هاست. می‌خواهیم بگوییم، به دلیل آن‌که با افزایش سن جوجه‌ها، نه تنها بر توان هواکش مورد نیاز آن‌ها افزوده می‌شود، بلکه سرعت مطلوب جابه‌جایی هوا بری آن‌ها نیز افزایش می‌یابد، پس بایستی نسبت بین هواکش‌های فعال و سطح هواده در اختیار آن‌ها هم ثابت نبوده و به تناسب افزایش سن، تغییر کند. لازمه افزایش سرعت هوای ورودی از هواده‌ها، به تناسب افزایش سن، این است که میزان افزایش سطح هواده‌ها، به تبع افزایش سن، کمتر از میزان افزایش توان هواکش‌های فعال در سیستم باشد.

به همین دلیل است که اختلافی تا دو برابر، بین سطح هواده مورد نیاز برای یک هواکش، ممکن است در سنین مختلف دیده شود. از مجموعه صحبت‌های گفته شده، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که اولاً، نسبت بین هواکش‌های فعال و سطح هواده در اختیار آن‌ها، در تمامی سنین یک گله‌ای گوشتی، ثابت نیست، چراکه سرعت جریان هوای مورد نیاز آن‌ها، به تناسب سن تغییر می‌کند. ثانیاً، اگرچه با افزایش سن، هم میزان توان هواکش‌های فعال و هم سطح هواده در اختیار آن‌ها افزایش می‌یابد، اما این افزایش برای هواکش‌ها، بیش از هواده‌هاست. در واقع، برقراری تهویه مورد نیاز جوجه‌های جوان، بیشتر به سطح هواده در اختیار آن‌ها و کمتر به هواکش‌ها وابسته است، درحالی‌که با افزایش سن، این نسبت به نفع هواکش‌ها تغییر می‌یابد.

پس چنان چه، در جوجه‌های گوشتی مسن، در یک سیستم تهویه مکانیکی، بدون توجه به توان هواکشی‌های فعال، سطح هواده افزایش داده شود، نه تنها کمکی به برقراری یک تهویه کارآمد نمی‌نماید، بلکه حتی می‌تواند به آن لطمه وارد کند. مطابق فرمول دیگری که در ستونی در جدول ادامه برخورد خواهید نمود، به ازای هر $4(CFM)$ ، توان برون دهی هوا که هواکش‌ها برقرار می‌کنند، ۱ اینچ مربع، یا معادل 64 سانتی مربع، سطح هواده، پیشنهاد شده است. در این صورت، به ازای هر $1(GEM)$ معادل 16 سانتی مربع، سطح هواده مورد نیاز هست. این میزان تقریباً دو برابر مقدار تعیین شده در فرمول قبل، یعنی 0.73 ، کمتر مربع، به ازای هر $4(CFM)$ است. همان طور که در ابتدای توضیحات مربوط به جدول اول و فرمول استخراج شده از آن آورده شد، مطالب جدول را می‌توان بیان‌کننده حداقل سطح مورد نیاز یک هواکش 36 اینچی $10000(CFM)$ دانست و حداکثر آن نیز، مطابق متن آورده شده در بالای جدول تا دو برابر میزان حداقل قابل افزایش است؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فرمول دوم که از جدول دوم استخراج می‌شود به تعیین حداکثر سطح هواده مورد نیاز نزدیک‌تر بوده، درحالی‌که فرمول استخراج شده از جدول اول، به حداقل سطح مورد نظر نزدیک‌تر است. همان طور که برای محاسبه تعداد هواکش‌های مورد نیاز جهت نصب در سالن بیان شد در مورد سطح مورد نیاز نیز صحیح‌تر آن است که مقادیر حداکثر آن برای تعیین سطح هواده لازم برای نصب در سالن مورد استفاده قرار بگیرد.

بدیهی است، در شرایطی که سن گله یا فصل و یا عامل دیگری، سرعت کمتری را برای هوای ورودی از هواده‌ها اقتضا می‌کند، نسبت سطح هواده‌ها به توان هواکش‌ها، به سمت حداکثر و در زمانی که سرعت بیشتری برای هوای ورودی از هواده‌ها مورد احتیاج است، این نسبت به سمت حداقل متمایل می‌شود. به یاد داشته باشیم که نسبت بین توان هواکش‌های فعال و سطح هواده مورد نیاز آن‌ها، امری مستقل از میزان هواکش لازم برای ورود به مدار است، اما در هر حال، هر دوی آن‌ها پدیده ثابتی نبوده و به تناسب شرایط، به ویژه سن و فصل، تغییر می‌کنند. جدول دوم که در ادامه ملاحظه می‌کنید، راهنمایی برای نشان دادن رابطه بین عرضی سالن با سرعت هوای وارد شده از هواده‌ها، فشارهای مختلف هوا و سطح هواده مورد نیاز است. طبیعتاً اصلی‌ترین عامل تعیین کننده سطح هواده‌ها، توان هواکش‌های تعبیه شده در سالن است.

رابطه‌ی بین عرض سالن، سرعت هوای ورودی، فشار هوا و سطح هواده مورد نیاز (سیستم متریک) (۳۰)

سرعت هوا متر در ثانیه	عرض سالن متر	سطح هواده به ازای هر CMH توان هواکش	فشار هوا پاسکال
۳/۵	۱۰	۱ سانتی متر مربع برای هر ۱/۰۵ متر مکعب در ساعت	۷/۵
۴	۱۱	۱ سانتی متر مربع برای هر ۱/۲ متر مکعب در ساعت	۱۰
۴/۵	۱۲	۱ سانتی متر مربع برای هر ۱/۳ متر مکعب در ساعت	۱۲/۵
۵	۱۴	۱ سانتی متر مربع برای هر ۱/۴۵ متر مکعب در ساعت	۱۵
۵/۵	۱۵	۱ سانتی متر مربع برای هر ۱/۶ متر مکعب در ساعت	۱۷/۵
۶	۱۸	۱ سانتی متر مربع برای هر ۱/۷ متر مکعب در ساعت	۲۰
۶/۵	۲۱	۱ سانتی متر مربع برای هر ۱/۸۵ متر مکعب در ساعت	۲۲/۵
۷	۲۴	۱ سانتی متر مربع برای هر ۲ متر مکعب در ساعت	۲۵

رابطه‌ی بین عرض سالن، سرعت هوای ورودی، فشار هوا و سطح هواده مورد نیاز (سیستم امپریال) (۳۰)

سرعت هوا فوت در دقیقه	عرض سالن فوت	سطح هواده به ازای هر CFM توان هواکش	فشار هوا اینچ از آب
۷۰۰	۳۴	۱ اینچ مربع برای هر ۴ فوت مکعب در دقیقه	۰/۳
۸۰۰	۳۶	۱ اینچ مربع برای هر ۴/۵ فوت مکعب در دقیقه	۰/۴
۹۰۰	۴۰	۱ اینچ مربع برای هر ۵ فوت مکعب در دقیقه	۰/۵
۱۰۰۰	۴۵	۱ اینچ مربع برای هر ۵/۵ فوت مکعب در دقیقه	۰/۶
۱۱۰۰	۵۰	۱ اینچ مربع برای هر ۶ فوت مکعب در دقیقه	۰/۷
۱۲۰۰	۶۰	۱ اینچ مربع برای هر ۶/۵ فوت مکعب در دقیقه	۰/۸

م. انتخاب هواکش

هواکشی‌ها، در سیستم‌های تهویه مکانیکی، با ایجاد اختلاف فشار، هوا را به جریان می‌اندازند و به‌عنوان تنها نیروی محرکه این سیستم‌ها به‌حساب می‌آیند. هواکش‌های مورد استفاده در تهویه سالن‌های پرورش طیور، غالباً پروانه‌ای و جریان محوری هستند. توان برونده هواکش که در سیستم‌های مختلف اندازه‌گیری، با واحدهای فوت مکعب در دقیقه یا مترمکعب در ساعت بیان می‌شود، معرف میزان حجم هوایی است که یکی هواکش می‌تواند در واحد زمان جابه‌جا کند. اطلاعات مربوط به هواکش، از قبیل قطر پروانه که معمولاً به‌اینچ بیان می‌شود، سرعت آن، توان موتور و ظرفیت جریان دهی هوا (CFM) در فشارهای استاتیک مختلف، از عوامل اصلی تأثیرگذار بر انتخاب هواکش‌ها به‌شمار می‌روند. شکل و طراحی پروانه، خصوصیات قاب هواکش، وجود دریچه‌های کرکره‌ای و سرپوش‌های محافظت در برابر باد و عملکرد موتور نیز، از دیگر عوامل مؤثر بر عملکرد هواکش‌ها به‌حساب می‌آیند. وجود گردوغبار بر روی پروانه‌ها، دریچه‌های کرکره‌ای و سرپوش‌های محافظ، می‌تواند با افزایش فشار

استاتیک که یک عامل منفی در عملکرد هواکش‌ها به‌شمار می‌آید، در کارایی آن‌ها اختلال ایجاد کند. بازده هواکش که بیان‌کننده رابطه بین انرژی مصرفی و توان جابجایی هوا در مورد آن است، به دلیل اهمیت صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی، از دیگر عوامل مهم مؤثر در انتخاب هواکش به‌شمار می‌آید. عموماً هواکشی‌هایی که پروانه با قطر بیشتری دارند، نسبت به آن‌هایی که دارای پروانه کوچک‌تری هستند، در عمل بازده بهتری دارند. پربازده‌ترین هواکش‌ها، برای استفاده در یک سیستم تهویه حداقلی، هواکش‌های ۹۰۰ میلی‌متری یا ۳۶ اینچی با ظرفیت جریان هوای ۲۰۷۰۰ مترمکعب در ساعت یا ۳۴۵ مترمکعب در دقیقه و فشار استاتیک ۵۰ پاسکال هستند. این هواکش‌های تک دوره، پس از وارد شدن به مدار سریعاً به‌سرعت نهایی خود می‌رسند و تقریباً بلافاصله ظرفیت عملکرد آن‌ها پایدار می‌شود. مقدار صدایی که هواکش‌ها ایجاد می‌کنند، به‌عنوان یک عامل محرک و زیان‌آور برای شنوایی کارکنانی که به‌طور مداوم در معرض آن قرار دارند، نیز، دارای اهمیت است. به هر میزان که پروانه هواکش تعداد دور بیش از ۸۵ دسیبل داشته باشند، نیازمند استفاده از محافظ گوش است.

تعداد دوری که پروانه هر هواکش در دقیقه طی می‌کند، حال، از عوامل اصلی تعیین‌کننده توان برونده هوا فعالیت در دور مشخصی در دقیقه باشد، به این‌گونه موتورهای تک دور، گفته می‌شود. احتمالاً، با استفاده از چند هواکش تک دور، در صورتی که توان کمی داشته باشند می‌توان تهویه‌ی، حداقل را تأمین و به مقادیر متنوعی از تهویه نیز دست یافت. در صورتی که موتور، دارای توان فعالیت در دو حالت آرام، با تعداد دور در دقیقه کمتر و تند با تعداد دور در دقیقه بیشتر باشد، به آن، دو دور گفته می‌شود. تنوعی که در مقادیر تهویه با کاربرد این هواکش‌ها به دست می‌آید بیش از هواکش‌های تک دور است.

توان دور کند این هواکش‌ها، معمولاً حدود نصف تا دوسوم دور تند آن‌هاست. بهترین انواع هواکش‌ها، آن‌هایی هستند که توانایی تغییر دور در مقادیر متفاوت را دارند. به این نوع هواکش‌ها هواکش با دور متغیر گفته می‌شود. وجود چنین هواکش‌هایی امکان برقراری تهویه یکنواخت در تمامی سطح سالن برای تمامی سنین و فصول را فراهم می‌کند، اما احتمال بروز مشکلاتی نیز برای آن‌ها وجود دارد.

یکی از این مشکلات مربوط به مواقعی است که تعیین دور هواکش به کنترل‌کننده‌های حساس به دما واگذار شود. در چنین حالتی، ممکن است، علیرغم نیاز به فعالیت هواکش با دور بالاتر، ضرورت حفظ دما، موجب عمل کرد آن با دور کمتر شود و در نهایت، تهویه لازم صورت نگیرد. در شرایطی که احتمال وقوع چنین وضعیتی وجود دارد (تهویه حداقل زمستانه)، بایستی به‌جای کنترل‌کننده‌های حساس به دما، از زمان‌سنج استفاده شود.

مشکل دیگر زمانی پیش می‌آید که هواکش با دور آرام برای مدت زیاد فعالیت کند. این مسئله باعث تحمیل بار اضافی به موتور گردیده و در محدوده‌ای کمتر از ۲۰ درصد حداکثر دور هواکش، در نهایت منجر به سوختن آن می‌شود. استفاده از این هواکشی‌ها، برای مدت زیاد، با سرعتی کمتر از ۲۰ تا ۲۵ درصد حداکثر دور سرعت آن‌ها، توصیه نشده است. از این رو، بایستی، سرعت هواکش‌ها همواره در محدوده‌ای بین ۲۰ درصد تنظیم شود.

مشکل سوم، برای این هواکش‌ها، زمانی که با دور آرام فعالیت می‌کنند، کاهش می‌زان هوای جابه‌جاشده توسط آن‌ها، به ازای واحد انرژی مصرف‌شده است.

در هر صورت لازم است طراحی سیستم تهویه و انتخاب هواکش به‌گونه‌ای انجام شود که بین مقادیر حداقل و حداکثر تهویه، ۳ مرحله قابل اجرا وجود داشته باشد. هواکش‌ها را می‌بایست بر مبنای بازده آن‌ها انتخاب نمود. معمولاً هواکش‌هایی که قطر پروانه بزرگ‌تری دارند نسبت به هواکش‌های با قطر پروانه کوچک‌تر و تعداد دور در دقیقه بیشتر بازده بالاتری دارند.

باید دقت نمود، تنها قطر پروانه هواکش تعیین‌کننده عملکرد آن به حساب آورده نشود.

کتابخانه و پایگاه علمی علوم دامی و کشاورزی

@ketabkhane_eng_animals

ن. محل نصب هواکش‌ها:

اولین مسئله در تعیین محل نصب هواکش‌ها توجه به جهت وزش باد است.

در صورتی که نصب هواکش‌ها، در یک سیستم تهویه برون دمش بر روی دیواری صورت گیرد که در جهت وزش باد قرار دارد، عملکرد آن‌ها دچار اختلال می‌شود. به‌طور طبیعی، در اثر فعالیت هواکش‌ها و ایجاد فشار منجمله خود هواکش‌ها، به درون سالن وارد شود. این نفوذ، باعث به وجود آمدن مقاومت در برابر عملکرد هواکش‌ها می‌شود. در چنین حالتی، اگر جهت وزش باد نیز به نفوذ هوا کمک نماید، اختلال در عملکرد هواکش‌ها جدی خواهد بود. وزش باد، با سرعت ۳۰ کیلومتر در ساعت به سمت هواکش‌ها در صورتی که فاقد دریوش باشند توان تخلیه آن‌ها را تا ۹۰ درصد کاهش می‌دهد. محل نصب هواکش‌ها، در محلی که هواده‌ها قرار دارند، باید به‌گونه‌ای باشد که مسیرهای برای هوای ورودی به وجود نیاید. می‌دهد. برای این منظور، لازم است، فاصله عرضی هواکش با هواده، حداقل ۸ فوت یا حدود ۲/۴ متر باشد، در غیر این صورت، هوا مستقیماً به‌طرف هواکش کشیده می‌شود. در عین حال، برای دستیابی به یکنواختی در توزیع هوا، بایستی، هواکش‌ها بر روی دیوارهای جانبی به شکل متقارن نصب شوند و توان تخلیه هوای ایجادشده توسط آن‌ها نیز یکسان باشد.

درباره انتخاب دیوارهای طولی یا عرضی و یا حتی سقف سالن، برای نصب هواکش‌ها، در مباحث مربوط به تهویه طولی و عرضی صحبت شده است. اهمیتی که لازم است برای تعیین محل هواده‌ها قائل شد، حتی بیش از اهمیتی است که تعیین محل نصب هواکش‌ها دارد. در صورتی که روش تهویه طولی یا تونلی انتخاب شود، لازم است، یک جفت هواده در ابعاد محاسبه‌شده، در منتهی‌الیه دیوارهای طولی، در دو طرف و روبه روی یکدیگر نصب شوند. از آنجاکه، هواکش‌ها در عرض طرف مقابل سالن قرار دارند، هوا پس از ورود از طریق هواده‌ها، تمامی طول سالن را طی نموده و از هواکش‌ها خارج می‌شود. در روش‌های تهویه عرضی که هواکش‌ها بر روی دیوارهای طولی نصب می‌گردند، معمولاً توصیه می‌شود هواده‌ها به‌صورت ورودی‌های پیوسته و با عرض کم، به شکل یک روزنه سرتاسری، در تمامی طول سالن و بر روی انتهای نزدیک به سقف دیوارهای طولی تعبیه شوند؛ و یا اینکه محل نصب هواده‌ها می‌تواند از لبه انتهای دیوار جانبی (طولی) سالن، ۶۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشد وزش بادهای دائمی به افت فشار محسوسی هوا درون سالن منجر شود و ریزش هوای سرد به کف سالن و محل استقرار جوجه‌ها را به دنبال داشته باشد.

برای جلوگیری از این اتفاق، لازم است هواده‌ها از پوشش محافظ و با ابعادی حداقل ۳۰٪ بیش از مقطع عرضی هواده برخوردار باشند. در دیوار پشت به باد سالن همیشه فشار منفی و در دیوار رو به باد سالن فشار مثبت شکل می‌گیرد. ضد باد بودن دیوارها مانع از این می‌گردد که در فصول سرد یا روزهای ابتدای دوره، هوای گرم سالن، از طریق دیواری که در بیرون آن فشار منفی شکل گرفته است، به بیرون از سالن کشیده شود.

در صورتی که عرض سالن کمتر از ۱۲ متر باشد، وجود دو سری هواده سرتاسری بر روی دیوارهای طولی کافی است، اما در مواردی که عرضی سالن بیش از ۱۲ متر باشد، لازم است، یک سری هواده مرکزی در سرتاسر سقف، هواده‌های جانبی را کمک کند. سطح هواده‌ها، همان‌طور که در محاسبات گفته شد، تابعی از میزان جریان هوای موردنیاز سالن است. از آنجاکه، طول هواده مشخص و مرتبط با طول سالن است و میزان جریان هوای موردنیاز سالن نیز پس از محاسبه معلوم می‌شود، از طریق معادله زیر می‌توان، عرض مناسب هواده‌های سرتاسری را تعیین نمود

@ketabkhane_eng_animals

$$I = \frac{Q}{5LC} = SI \text{ در سیستم}$$

$$I = \frac{Q}{1000LC} = Im \text{ در سیستم}$$

I = عرض هوا ده یا میزان باز شدن آن (ft یا m)

Q = میزان جریان هوا

L = طول هوا ده (ft یا m)

C = ضریب تخلیه (در صورت فقدان عدد مربوطه از عدد ۰/۷ استفاده شود)

۵ = معرف سرعت هوا بر حسب متر در ثانیه و ۱۰۰۰ معرف سرعت هوا بر حسب فوت در دقیقه است.

از آنجاکه، این فرمول به طور مشترک برای حیوانات مزرعه ارائه گردیده است، به منظور استفاده در مزارع پرورش جوجه های گوشتی، می توان، سرعت مناسب و موردنظر را جایگزین آن نمود.

بدیهی است، از آنجایی، میزان جریان هوای مناسب برای سنین و درجه حرارت های مختلف متفاوت است، سطح هوا ده ها و به عبارت دقیق تر عرض هوا ده ها نیز، می بایست به تناسب نیاز، قابل تغییر دادن باشد.

هوا ده هایی که بدین طریق در نزدیک سقف قرار داده می شوند، بایستی قادر باشند هوا را در امتداد سقف هدایت کنند. بدین ترتیب، بر اساس نظریه رقیق سازی، هوای تازه به تدریج با هوای درون سالن اختلاط پیدا کرده، از یک سو، بر دمای هوای ورودی افزوده شده و از سوی دیگر، از آلودگی هوای سالن کاسته می شود. سرعت مطلوب هوا در مدخل هوا ده ها بین ۴-۶ متر در ثانیه است. در این صورت، پس از طی مسافتی حدود ۲ فوت (۶۰ سانتی متر)، سرعت هوا به حد مناسب برای جوجه ها، یعنی ۲ متر در ثانیه، خواهد رسید. مع الوصف می توان، همان گونه که اشاره شد، هر سرعت دیگری را که در شرایط موردنظر مناسب تر تشخیص داده می شود، در فرمول جایگزین نمود. قرار داشتن هرگونه سدی، در مسیر هوای ورودی از هوا ده ها، مانند ناهمواری سقف، ستون ها، چراغ ها، سیم کشی ها و لوله های تأسیسات و یا سایر موانع، باعث برهم خوردن جریان مطلوب هوا و رفیق سازی مناسب آن می شود.

در صورت امکان پذیر بودن رعایت فاصله ای حدود ۲/۴ متر، بین لبه پایینی هوا ده با لبه بالایی هوا کشی، می توان، بر روی هر دو دیوار طولی سالن هوا ده و هوا کش تعبیه کرد. در این صورت، لازم است، هوا کش ها به تعداد محاسبه شده با فاصله مساوی از یکدیگر، به شکل قرینه، در هر دیوار تا انتها نصب شوند. رعایت تقارن، به منظور برقراری جریان متوازن هوا و رقیق سازی مطلوب آن، ضروری است. هوا کش ها را می توان، به جای تعبیه در یک ردیف طولی، به شکل گروهی نیز نصب نمود. برای مثال، می توان بر روی هر دیوار طولی، دو گروه هوا کش، با فاصله ای برابر نصف طول دیوار با یکدیگر و چ طول دیوار با دیوار عرضی تعبیه کرد. گروه ها، بایستی، جهت برقراری تقارن، روبروی یکدیگر قرار داشته باشند. در صورتی که هوا کش ها به کنترل کننده های خودکار متصل هستند، لازم است، ترتیب خاموش و روشن شدن آن ها به گونه ای تنظیم شود که تقارن موجود حفظ گردد. امروزه، سیستم های تجاری متنوعی جهت طراحی هوا ده ها و چگونگی باز و بسته نمودن خودکار آن ها عرضه شده است.