

## تهویه کنترل شده؛ دود در مکان بی دود



بر طبق قانون نروژ، مردم به جز در محل‌های خصوصی که پیش‌بینی شده است، اجازه سیگار کشیدن در بیشتر اماکن را ندارند. بنابراین، موضوع انتخاب مطرح بود که در اتاق مذکور یک دیوار شیشه‌ای نصب شود که ارزان تمام می‌شود و یا یک سیستم تهویه در نظر گرفته شود تا میزان محسوس دود سیگار را در محدوده در نظر گرفته شده در حدود  $1g/m^3$  حفظ کند، که پرهزینه بود.

برای جلب رضایت غیرسیگاری‌های گله‌مند، لازم است که میزان دود سیگار در هوای محیط کمتر از  $1g/m^3$  باشد. بدین منظور پروژه‌ای انجام گرفت و در آن یک اتاق استراحت در قسمت قابل سکونت کشتی نروژی در دریای شمال جهت سیستم تهویه مناسب انتخاب گردید.

### مقدمه:

چرا یک تهویه خوب لازم است؟

## سابقه‌ی کارهای پیشین

ما قبلاً ۴ سیستم با ترتیبات مختلف برای محل قرار گرفتن سیگاری‌ها و غیرسیگاری‌ها در نظر گرفته بودیم.

در سه مورد امکان بسته شدن در بین دو ناحیه سیگاری و غیرسیگاری‌ها پیش‌بینی شده بود. در این طراحی، هوا تازه به ناحیه غیرسیگاری وارد می‌شد و خروجی هوا از طریق سقف و در انتهای ناحیه سیگاری‌ها انجام می‌گرفت. هوا با میزان تقریبی ۵۰ متر مکعب در ساعت ( $h/m^3$ ) برای هر نفر یا به عبارت دیگر ۹,۱۳ لیتر بر ثانیه ( $Lit/s$ ) برای هر شخص در نظر گرفته شده بود.

در ترتیب دیگر هیچ دری پیش‌بینی نشده بود. ولی محدودیتی برای فضای باز بین دو ناحیه ایجاد کرده بودند، به طوری که سرعت حرکت هوا در بین فضای باز دو ناحیه در حدود ۰,۲۵  $m/s$  بود.

پس از گذشت یک سال، در قسمت تمیز غیرسیگاری‌ها سقف کاملاً سفید باقی ماند

و در منطقه سیگاری‌ها، دود سقف را به رنگ زرد درآورد.

## دود در منطقه غیرسیگاری‌ها – تهویه کنترل شده

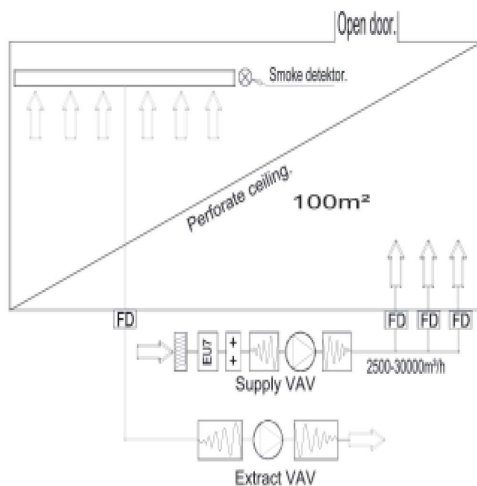
این پروژه به منظور برآورده کردن خواست‌های اجتماعی و با تقاضای مشتری به صورت یک آزمایش صورت گرفت. مشتری مایل نبود که محل سیگاری‌ها و غیرسیگاری‌ها در دو اتاق جداگانه باشد. آن‌ها مدعی بودند که تنها دو ناراضی در بین ۲۸۵ نفر پرسنل وجود دارد، ولی چون آن‌ها از نظر اجتماعی افراد پسندیده‌ای بودند برای جلب رضایتشان می‌خواستند تا بهترین سیستم تهویه را انتخاب کنند.

بنابراین پیام روشن مشتری این بود که محلی برای غیرسیگاری‌ها ایجاد شود که بو و دود سیگار در آن حس نشود. قصد ما این بود که برای هر نفر، میزان هوا در هر ساعت ۱۰۰ ( $3m$ ) یا ۲۷,۸۱ ( $lit$ ) در هر ثانیه در نظر گرفته شود ولی برای رسیدن به هدف لازم بود که

## تهویه کنترل شده؛ دود در مکان بی دود

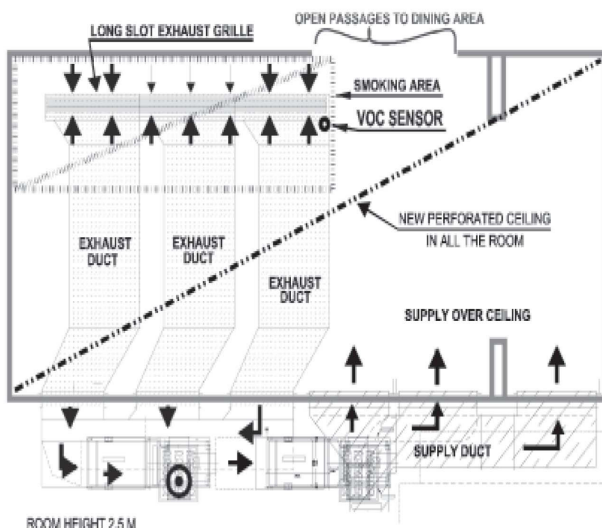
شکل شماره ۱ یک نمونه بارز از منحنی میزان غلظت‌های متفاوت دود می‌باشد. محل نصب حسگر دود در نزدیکی قسمت محل خروجی هوا و دود در نزدیک ناحیه غیرسیگاری‌ها است.

شکل ۲. چیدمان کانالها و طرح m۲۱۰۰ استراحتگاه کارکنان

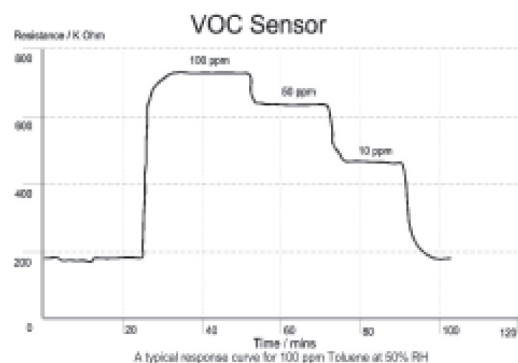


یک پارامتر ایمنی نیز به آن اضافه شود، که میزان هوای لازم را  $23,000 \text{ h/m}^3$  بالا برد و پیش از تست نهایی مقدار هوای لازم بالغ بر میزان  $30,000 \text{ h/m}^3$  گردید.

برای استفاده کمتر از انرژی و حذف انرژی غیر لازم، تصمیم گرفتیم که از سیستم حجم متغیر (ورودی هوا) با استفاده از حسگر برای تشخیص کیفیت هوا (میزان دود) و تنظیم کمک بگیریم. این حسگر تنظیم ورود هوا را بر عهده دارد به نحوی که ماده موجود در دود سیگار Toluene در محدوده بین ۱۰۰-۰ ppm قرار داشته باشد.



شکل ۱. نمونه بارز از واکنش حسگر دود در غلظت‌های مختلف Toluene



## الگوی جریان

چیدمان کانال‌های هوای خروجی و ورودی در شکل ۲ نشان داده شده است. منظور این بود که یک جابجایی خطی جریان بدون منطقه راکد وجود داشته باشد و همچنین در آن برگشت جریان هوا از سمت ناحیه آلوده نباشد. هوای ورودی از بالای محل سقف زیرین (سقف کاذب مشبک) از گوشه اتاق دمیده می‌شود، هوای خروجی از گوشه مقابل اتاق از طریق پنجره‌های مشبکی تعبیه شده تخلیه می‌شود. با این شیوه هوا به طور مناسب در بالای سقف توزیع می‌شود و اثر مثبت دو پیستون جهت پمپ کردن هوا به محل اسکان افراد در مشخص است. این دو پیستون یکی برای ورود و دیگری برای خروج دود در نظر گرفته شده‌اند. عملکرد این پیستون‌ها به این ترتیب می‌باشد که یکی به صورت عمودی از سقف هوای ورودی را وارد و دیگری در جهت افقی از محل ورودی هوا به طرف خروجی امتداد می‌یابد. بیشترین مقدار هوا

از سقف و نزدیک‌ترین محل ورود هوا وارد می‌شود با این وجود هوا از تمام ناحیه سقف وارد می‌گردد، ولی به مقدار کم آن به طرف شبکه خروجی می‌رود. این جریان در اتاق با سرعت فزاینده‌ای به تمام سطح مقطع‌های مابین ورودی و خروجی هوا می‌دهد که حداکثر آن در حاشیه خروجی دود به ۰,۲۳  $s/m^2$  و یا ۳۰۰۰۰  $h/m^2$  می‌باشد. یک مشکل اساسی که نمی‌توان بر آن غلبه کرد عبارتست از افرادی که از قسمت سیگاری‌ها به قسمت غیرسیگاری‌ها می‌روند. سرعت شخص می‌تواند ۱  $m/s$  باشد که باعث جریان حلقوی دود در پشت سر او می‌شود. بنابراین لازم است شخصی طرحی برای راه عبور بین این دو ناحیه بدهد تا دود حاصل از حرکت یک سیگاری به ناحیه آلوده برگردد بدون آن که برای غیرسیگاری‌ها ایجاد مزاحمت کند. مهم‌ترین مساله برای این که هوا از قسمت سقف وارد شود، این است که قسمت‌های مختلف سقف تمیز نگه داشته شود.

## تغییر حجم هوا VAV

سیستم تغییر حجم هوا دو فایده اساسی دارد. اولین فایده، صرفه جویی در انرژی است و دومی در اختیار داشتن یک سیستم پاسخگو به نیاز است در صورتی که تعداد استفاده کننده ها کم باشد. با زیاد شدن تعداد افراد، میزان صدای ایجاد شده از طرف دستگاه زیاد می شود. البته باید توجه داشت که زیاد شدن صدا از  $30\text{ db}$  تا میزان  $35-40\text{ db}$  در زمانی که تعداد نفرات از ۵ تا ۱۰۰ زیاد می شود، قابل توجه نخواهد بود.

میزان هوا با در نظر گرفتن این تعداد بین  $2000-3000\text{ h/m}^3$  (معادل  $0.55-0.83$   $\text{s/m}^3$ ) تغییر می کند. تنها مشکل در این مکان این است که افراد زیادی دارای آچار پیچ گوشتی می باشند.

این افراد کارگران قسمت های خدماتی و تعمیراتی برای قسمت های مختلف هستند، و به طور معمول می دانند که می توانند از آچار پیچ گوشتی خود برای تنظیم دما، جریان هوا

و غیره استفاده کنند. در این مورد نیز فکر می کنند که آن ها می توانند با پیچاندن پیچی در حسگر جریان را بهتر یا بیشتر کنند، لذا آن را در مورد ابزار حسگر دود نیز استفاده می کنند و حسگر که امکان تنظیم ندارد، خراب می شود که به این ترتیب دستگاه حس گر  $3-4$  مرتبه از کار افتاد. اکنون بر روی حسگرها به طور روشنی علامت زده شده است.

با وجود  $15-20$  سیگاری در منطقه سیگاری ها، مقدار هوا به میزان  $5000-6000\text{ h/m}^3$  (معادل  $250-300\text{ s/m}^3$  برای هر نفر و یا  $83-68\text{ Lit/s}$  برای هر نفر) با سرعت کشش جریان هوا بین  $0.4-0.46\text{ m/s}$  باید می بود.

در این حالت یک سیگاری و یک غیرسیگاری می توانند در کنار هم بنشینند در حالی که دود سیگار با سرعت مناسب به سمت بالا می رفت.

به این ترتیب افراد گله مند هم قانع شدند و این پروژه پر خرج نیز همه را راضی نمود.



## تهویه کنترل شده؛ دود در مکان بی دود

### تغییر نرخ هوا

مینیمم دما را تعیین می کند، که دمای در نظر گرفته شده ۱۹ درجه سانتیگراد برای کانال ورودی و ۲۱ درجه سانتیگراد برای دمای اتاق تعیین شده است. دمای اتاق توسط دماسنج در پشت ناحیه سیگاری ها (۱,۸ متر بالاتر از سطح زمین) مشخص می شود. میزان دمای تعیین شده بر روی صفحه کنترل در اتاق تجهیزات تنظیم شده است.

شکل ۳. پروانه و تیلاتور خروجی - سمت چپ، ورودی - سمت راست، آنکه در بالا نصب شده (طرف شمال) در نزدیک تاسیسات برای فرایندهای دیگر قرار گرفته است.



ظرفیت سیستم برای نرخ تغییرات هوا بین ۸-۱۲۰ در هر ساعت می باشد (با توجه به میزان حجم هوایی که برای هر فرد در نظر گرفته می شود)، با در نظر گرفتن این که میزان کل تغییرات هوا برابر  $h/m^3$  ۲۰۰۰-۳۰۰۰ (۰.۵۵-۸.۳  $s/m^3$ ) می باشد و در حالی که سرعت هوا  $0.15-0.231 s/m^3$  است.

در حالی که ۱۵-۲۰ نفر سیگاری در محل سیگاری ها موجود باشد، نرخ تغییرات هوا بین ۲۰-۲۴ در هر ساعت می باشد (با توجه به میزان حجم هوایی که برای هر فرد در نظر گرفته می شود  $h/m^3$  ۲۵۰-۳۰۰ و به عبارتی ۶۹-۸۳  $Lit/s$ ) و کل هوای مورد نیاز به مقدار  $h/m^3$  ۵۰۰۰-۶۰۰۰ می باشد.

### کنترل دما

هوا به وسیله یک سیستم حرارت مرکزی الکتریکی با یک تنظیم کننده از ۰-۱۰۰ درصد حرارت می بیند. یک تنظیم کننده

### بالا بردن فشار همراه با تغییرات حجم

این اتاق نیاز به فشار بالاتری نسبت به مکان های مجاور به نسبت ۵۰-۱۰۰ Pa دارد. بعضی اوقات تنظیم فشار در محدوده در

## تهویه کنترل شده؛ دود در مکان بی دود

### تجسم و مدون سازی جهت مشترک

در یک نمایش ویدیو CD طرح به مشتری ارائه شده است، و ما کوشش کردیم با استفاده از آن نشان دهیم که چگونه هوا و دود جریان مناسب خود را در این مکان دارند.

در اینجا ما سعی کردیم هر چه بیشتر تعداد زیادی سیگاری را در آنجا جمع نماییم تا حسگرها و تنظیم کننده های مواد موجود در دود سیگار (Toluene/Vocantile) عملکرد خود را کاملاً نشان دهند. ولی به هر صورت میزان طوری نبود که تغییرات حجم هوای لازم به میزان حداکثر خود برسد، بنابراین ما حدود تنظیم شده برای صفحه ی تنظیم گر را تغییر دادیم تا حداکثر هوای لازم وارد اتاق شود.

نظر گرفته شده با توجه به تغییرات حجم هوا مشکل است، ولی با تنظیم تناوب دو تا پروانه ونتیلاتور که عملکرد یکسان دارند، کنترل آسان می شود.



نویسنده: کریستین پ الیسون

مترجم: مهندس ناهید شیخستانی

(عضو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی ایران و هیئت مدیره انجمن خورشیدی ایران)

منبع: نشریه تهویه و تبرید - سال اول - شماره ۱ - خرداد ۱۳۸۳