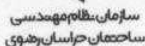
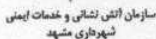


مهندسی کنترل دود در ساختمان

**Smoke Control
Engineering In Buildings**

www.ketab.ir

اردشیر فرشیدیان فر



نویسنده: اردشیر فرشیدیان فر

نوبت چاپ: اول	تاریخ چاپ: آذر ۱۳۹۵
---------------	---------------------

طراحی جلد: داوود مرگان	ویراستار: مؤسسه گل‌واژه
------------------------	-------------------------

ناشر: پرتو نگار توس	چاپ: آستان قدس رضوی
---------------------	---------------------

شمارگان: ۵۰۰۰ جلد	قیمت: ۲۰۰.۰۰۰ ریال
-------------------	--------------------

سرشناسه: فرشیدیانفر، اردشیر، ۱۳۴۴

عنوان و نام پدیدآور: مهندسی کنترل دود در ساختمان

اردشیر فرشیدیان / smoke control engineering in buildings

مشخصات نشر: مشهد: پرتونگار توس، ۱۳۹۵

مخصات ظاہری: ۲۰۶ص: مصور، جدول

شاپک: ۶-۶۶۶۸-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فعلی است نویسی: فیفا

موضوع: ساختمانها - - سامانه های کنترل دود

Buildings - - Smoke control system: موضوع

موضوع: تهویه مطبوع

Answer: Conditioning : موضوع

ده بندی کنگره: ۱۳۹۵ TH ۵/۰۸۷

۵۵ بندی دیویی: ۶۹۳/۸

شماره کتابشناسی ملی: ۴۵۰۱۶۸۹

(حق چاپ محفوظ و مخصوص مؤلف است)

مرکز پخش: مشهد، خیابان پیام، نبش پیام ۱۲،

سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان

رضوی، تلفن پخش: ۱۵۴۴۴-۳۷۰۵۱.



انتشارات
پر تونگار توس

به نام خدا

آمار منتشر شده از سوی متخصصان از تلفات ۸۵ درصدی تلفات ناشی از حریق‌ها در اثر استنشاق دود و گازهای سمی حکایت می‌کند. همین ارقام بهانه خوبی است تا مهندسان و دست‌اندرکاران صنعت ساختمان بیش از گذشته ضمن رعایت اصول ایمنی، تدابیری جدی برای اجرای قواعد و قوانین موجود در این خصوص بکار بندند.

مهندسی حریق، دود را مهم‌ترین عامل کشنده در آتش‌سوزی ساختمان‌ها می‌داند این مهم بویژه آن گاه اهمیت می‌یابد که بدانیم پس از وقوع آتش‌سوزی در ساختمان، معمولاً دود ناشی از حریق بسرعت به نقاطی دورتر از محل آتش‌سوزی انتشار می‌یابد. پله‌های فرار و چاه آسانسور مهم‌ترین عامل انتشار دود می‌باشند که می‌بایست با اجرای تمهیداتی، انتشار دود در آن‌ها کنترل شود. چرا که استنشاق دود و گازهایی که میزان کمی از آن‌ها می‌تواند کشنده باشد علاوه بر عوارضی همچون کاهش دید، تاریکی و ترس و وحشت متصرفین، موجب کاهش درصد اکسیژن در فضای بسته می‌گردد و می‌تواند سبب خسارت جبران‌ناپذیری بر فرد گردد.

ناگفته پدیده است در چنین شرایطی و بطور مثال در بیمارستانی که ضوابط مهندسی و حفاظت از حریق منتهی‌الواقع شده است، دود و گازهای سمی از قسمت شوفاژخانه به بخش‌های مختلف بیمارستان در لیبقات بالا سرایت خواهد کرد و بیماران زیادی را که قادر به حرکت و جابجایی سریع نمی‌باشند، به شدت آسیب می‌رساند.

از سویی دیگر دود می‌تواند مشعل بسیاری را در مواجهه با حریق و مهار و کنترل و اطفای آتش‌سوزی بوجود آورد. به همین دلیل است که تکنیک تهویه و رفع آلودگی محیط حریق در ساختمان‌ها از اهمیتی دوچندان برخوردار است. لذا آتش‌نشانان بویژه فرماندهان حریق باید به اندازه کافی به اصول و مبانی تهویه در زمان آتش‌سوزی و خطرات انتشار دود، حرارت و گازهای سمی در ساختمان‌ها واقف باشند. بنابراین باید به این نکته اساسی اشاره نمود که ساختار معماری ساختمان، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی موجود و نوع کاربری ساختمان، عوامل تعیین کننده در طراحی سیستم کنترل و تخلیه دود مناسب باشند و همانگونه که اشاره شد اهمیت نیاز به سیستم کنترل و تخلیه دود در ساختمان‌ها را می‌توان، هتل‌ها، مراکز خرید بویژه بازارها با ساختارهای قدیمی همچون بازارهای قدیمی تهران، مشهد، تبریز، اصفهان، شیراز، کرمانشاه، قزوین و ... و بیمارستان‌ها و مراکز آموزشی با قدمت با از اهمیتی دو چندان برخوردار می‌گردد. مجموعه حاضر که به چگونگی عملکرد سیستم‌های کنترل دود می‌پردازد، رهیافت موثر و مطمئنی است برای آنکه بدانیم با توسعه صنعت ساخت و ساز و پیچیده‌تر شدن ساختمان‌ها، الزامات سیستم‌های مدیریت دود نیز باید برای تامین اهداف طراحی منطبق شوند. از خاطر نبریم که با توسعه فناوری و واگذاری امور به ماشین‌ها ذرهای از مسوولیت خطیر مهندسان برای بقای ایمنی و پاسداشت جان و مال شهروندان نخواهد کاست.

اکبر ترکان

رئیس سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور

به نام خدا

موضوع ایمنی از دید متخصصان مساله‌ای پویاست؛ به گونه‌ای که در هنگام بروز حوادث و رخدادها می‌توان تغییرات روزمره بسیاری را در آن شاهد بود.

شاید به همین دلیل است که در حال حاضر بسیاری از مراکز آموزش عالی و دانشگاه‌های دنیا "رشته مهندسی حریق" را در مقاطع مختلف تحصیلی خود تدریس می‌کنند این در حالی است که در کشور ما بیشتر مهندسان آشنایی اندکی با مسایل حریق و چگونگی پیشگیری از آن دارند.

علاوه بر این قواعد و اصول تدوین شده نیز پاسخگوی نیازهای امروز این حوزه نیست بگونه‌ای که برای مثال مبحث سوم فعلی مقررات ملی ساختمان نیز پا را از گستره ضوابط معماری فراتر نهد و رضوعات مهم دیگری در آن مغفول مانده است.

متأسفانه امروزه گاه غمی رغم پیشرفت‌های فضاها، بسیار زیبا و دل‌انگیز نظیر نماهای تجسمی، فضاها، گلخانه‌ای، نورپردازی در ساختمان‌ها، به دلیل بی‌توجهی به مقوله ایمنی در برابر حریق، همین فضاها، دل‌انگیز می‌تواند به مرگ و خسارات جبران‌ناپذیری برای ساکنان و شهروندان منجر شود.

کاستی‌هایی این چنین و ضرورت‌هایی غیر قابل‌انکار در خصوص چگونگی پیشگیری از حریق در ساختمان‌ها، لزوم تهیه و تدوین اصول علمی ایمنی در برابر آتش‌سوزی و ایمنی در برابر حوادث را از سوی متولی مقررات ملی اجتناب‌ناپذیر می‌سازد تا به جای گریته‌برداری و ترجمه این مقررات از دیگران این اصول را بر اساس نیازهای بومی خویش و توسط مهندسان و کارشناسان خود تهیه کنیم.

کتاب حاضر تجربه ارزشمندی است برای دستیابی به این مهم و مقدمه آن است قابل تحسین برای ورق خوردن فصل تازه‌ای از اهتمام جامعه مهندسی برای ارتقای کیفیت در ساخت و ساز و به ویژه تامین ایمنی بیشتر در ساختمان‌ها.

لذا مطالعه این اثر ارزشمند را به علاقه‌مندان و به ویژه همکاران جامعه مهندسی توصیه می‌کنیم.

هیات مدیره سازمان نظام مهندسی

ساختمان خراسان رضوی

پیشگفتار

آتش به عنوان فرایندی شیمیایی که آثاری همچون حرارت، دود (گازهای سمی)، ذرات و ... از خود بر جای می‌گذارد، مواد و محصولات پیرامون ما را نیز از خود متأثر می‌سازد؛ بگونه‌ای که چنانچه این مواد در معرض آتش قرار گیرند دود و گازهای سمی خطرناکی را تولید می‌نمایند که بدون تردید اولویت خطر آن‌ها به مراتب بیش از حرارت و سوختگی حاصل از آن و دیگر محصولات آتش خواهد بود. استنشاق دود و گازهایی که میزان کمی از آن‌ها می‌تواند کشنده باشد و خسارت جبران‌ناپذیری بر انسان وارد کنندگان بگذارد. بگونه‌ای که بر اساس تحقیقات انجام گرفته بیش از ۸۰ درصد تلفات انسانی در آتش‌سوزی‌ها خفگی بر اثر استنشاق دود و یا گازهای سمی گزارش شده است.

بر همین اساس سیاست دود در ساختمان‌ها به ویژه اماکن تجمعی و عمومی از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار می‌گردد که متأسفانه در گذشته به این مهم توجه اندکی شده است.

امروزه وجود بازشوها، داکت‌ها و پدها (آتریوم‌ها) در ساختمان‌های جدید این موضوع را به یکی از مباحث مهم مهندسی حریق در ایمنی ساختمان‌ها تبدیل نموده و بنابراین لازم است این مساله از سوی مهندسان و متخصصان مورد توجه جدی قرار گیرد تا به این وسیله ایمنی متصرفین در این بناها نیز افزایش یابد. امید آنکه با اجرای صحیح سامانه مدیریت دود در کنار کنترل و سیستم‌های عامل (سیستم‌های اعلام حریق، آبفشان‌ها و ...) و سیستم‌های غیرعامل، گام مؤثری در راستای ارتقای ایمنی ساختمان‌های کشورمان برداشته و شاهد کاهش تلفات انسانی ناشی از آن باشیم.

آتش پاددوم جعفری

مدیرعامل سازمان آتش‌نشانی

و خدمات ایمنی شهرداری مشهد

وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا

"اگر کسی یک نفر را نجات بدهد، زنده کند، انگار همه‌ی مردم را زنده کرده است"
(سوره مائده آیه ۳۲)

مقدمه

مقررات ملی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی با رعایت الزام در طراحی، ساخت و اجرای عملیات ساختمانی که به منظور تامین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، اسایش، بهداشت و صرفه‌جویی اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌شود. نظر به آنکه موبین محاکمات مقررات ملی ساختمان که با عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" ارائه شده، جزییات سیستم‌های اطفای حریق و کنترل و مدیریت دود را مطمح نظر قرار نداده است، لذا بدلیل وجود این خلأ در سال ۱۳۹۳ اقدام به تدوین دو اثر با عناوین "اصول و ضوابط سیستم‌های اطفای حریق در ساختمان" و "اصول طراحی و محاسبات مکانیکی سیستم‌های اطفای حریق در ساختمان" نموده‌ایم.

در کتاب نخست به معرفی انواع سیستم‌های اطفای حریق و تقسیم‌بندی ساختمان‌ها از نظر کاربری و سیستم اطفای حریق مناسب هر کاربری و در کتاب دوم به ارائه محاسبات و طراحی سیستم‌های اطفای حریق شامل رانه‌کشی‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ و منابع پرداخته شده است.

کنترل و مدیریت دود در ساختمان‌ها بویژه در ساختمان‌های بلندمرتبه دارای اهمیت فراوانی است. بویژه آنکه در هنگام آتش‌سوزی در ساختمان‌ها هدف از ایجاد سیستم کنترل و مدیریت دود فراهم ساختن مسیری امن برای خروج ساکنان ساختمان است و همچنین لازم است خسارت مالی به ساختمان و تجهیزات آن کاهش یابد و نیروهای امداد و آتش‌نشان بتوانند به راحتی در ساختمان تردد کرده و حریق را مهار کنند. چرا که عامل اصلی مرگ در هنگام بروز آتش‌سوزی ساختمان‌ها قرارگیری در معرض گاز مونوکسید کربن است. به همین دلیل بر آن شدیم ضمن تدوین مجموعه‌ای با عنوان "مهندسی کنترل دود در ساختمان"؛ مهندسان را با اصول سیستم‌های تعویض مکانیکی هوا و سیستم‌های کنترل دود در ساختمان و اصول مدیریت آن و روابط ریاضی

و محاسباتی آن‌ها آشنا کرده و با آرایه مثال‌هایی، نحوه محاسبات انتخاب فن هوادهی در سیستم‌های تحت فشار را مورد بررسی قرار دهیم.

در انجام این کار تیمی، افراد ذیل با اینجانب همکاری داشته‌اند:

- آقای مهندس محمد سادات - کارشناس ارشد مکانیک

- آقای مهندس علیرضا فرشیدیان‌فر - کارشناس ارشد مکانیک

- آقای دکتر محمدحسین فرشیدیان‌فر - دکترای مکانیک

- آقای مهندس آرش حیدرزاده - کارشناس مکانیک

- آقای مهندس بهنام محسنی قریه صفا - کارشناس مکانیک

- خانم مهندس دینا کلباسی - کارشناس مکانیک

همچنین لازم می‌دانم از همکاران دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد و کارشناسان آتش‌نشانی و صنعت که نام این عزیزان در فهرست ذیل آمده است و با صرف وقت فراوان، بازخوانی و تصحیح متن و آرایه نقطه نظرات تکمیلی، اینجانب را مورد لطف و مساعدت بسیار سپاسگزاری نمایم:

* دکتر عارف افشارفرد؛ استادیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد

* دکتر محمد رضا مه‌پیکر؛ استاد گروه مهندسی مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد

* دکتر حمید معین فرد؛ استادیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد

* دکتر انوشیروان فرشیدیان‌فر؛ استاد گروه مهندسی مکانیک دانشگاه فردوسی

مشهد

* دکتر وحید نجاتی؛ استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد

مشهد

* مهندس محمدرضا فرامرزی؛ عضو هیأت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه

آزاد اسلامی واحد مشهد

* مهندس غلامحسین حاجی‌زاده؛ معاونت آموزش و پیشگیری سازمان آتش‌نشانی و

خدمات ایمنی شهرداری مشهد

علاوه بر این لازم می‌دانم مراتب سپاس خود را از حمایت‌های بی‌دریغ اعضای محترم هیأت مدیره نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی، جناب آقای دکتر سیفی رئیس محترم پیشین و جناب آقای مهندس توتونچی ریاست محترم فعلی سازمان نظام

مهندسی ساختمان خراسان رضوی، جناب آقای دکتر اخوان مدیر کل محترم راه و شهرسازی استان خراسان رضوی و جناب آقای جعفری مدیر عامل محترم سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری مشهد اعلام دارم.

همچنین از زحمات اعضای کمیسیون مبحث سوم مقررات ملی ساختمان خراسان رضوی آقایان مهندس غلامحسین حاجی زاده، مهندس رضا بشیر، مهندس محمود پورحسین، مهندس پرویز دریس، مهندس مسعود صالحی پویا و سرکار خانم مهندس ترانه مهاجر کوهستانی کمال تشکر را دارم.

در پایان از جناب آقای مهندس خسروی و سرکار خانم چمنی و سرکار خانم رومینا فرشیدیان فریاد که سوولیت چاپ و ویرایش ادبی این مجموعه را عهده دار بوده اند قدردانی می نمایم.

از تمامی صاحب نظران و خوانندگان گرامی نیز تقاضا دارم پیشنهادها و نقطه نظرهای خود را به منظور اصلاحات و ویرایش بعدی به سازمان نظام مهندسی خراسان رضوی ارسال نمایند.

امید آنکه با تکمیل این مجموعه، اجراء همگانی آن در تمامی کشور شاهد حفظ جان و مال انسان ها و تحقق اهداف مقررات ملی ساختمان باشیم.

ا. ش. فرشیدیان فر

عضو هیات مدیره و رئیس کمیسیون مبحث ۳

سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۷	فصل ۱: اصول سیستم‌های، تعویض مکانیکی هوا و سیستم‌های کنترل دود در ساختمان
۱۷	۱-۱- تعاریف
۱۷	۱-۱-۱- کلیات
۱۷	۱-۱-۲- فهرست تعاریف
۲۷	۲-۱- تقسیم بندی فضاها و ساختمانها از لحاظ تصرف
۲۷	۲-۱-۱- تعاریف
۳۲	۳-۱- ارزیابی خطر
۳۲	۴-۱- سیستم‌های تهویه مطبوع و تعویض هوا
۳۳	۵-۱- اتاق‌های واحد هواساز
۳۳	۶-۱- دریچه‌های ورودی هوای بیرون
۳۳	۷-۱- تمیزکننده‌ها و فیلترهای هوا
۳۳	۸-۱- فن‌ها
۳۴	۹-۱- کانال‌های هوا
۳۶	۱۰-۱- کانال‌های تعویض هوا
۳۸	۱۱-۱- پلنوم
۳۸	۱۲-۱- دمپرهای آتش
۴۰	۱۳-۱- دمپرهای دود
۴۱	۱۴-۱- آشکارسازهای دود برای کنترل خودکار
۴۲	۱۵-۱- مواد پلنوم
۴۳	۱۶-۱- سیستم هوای راهرو
۴۳	۱۷-۱- خروجی‌ها

۴۴	۱۸-۱- محوطه‌های بدون دود و لابی‌های آتش نشانی
۴۷	۱۹-۱- پمپ‌خانه، اتاق ژنراتور برق اضطراری، مرکز فرامین اضطراری
۴۸	۲۰-۱- اتاق‌هایی که شامل مواد منفجره و قابل اشتعال هستند
۴۹	۲۱-۱- آزمایش و تست‌های لازم
۵۰	۲۲-۱- تعویض مکانیکی هوای آغشته به دود در آشپزخانه‌های تجاری
۵۳	۲۳-۱- تخلیه مکانیکی دود در ساختمان‌های صنعتی و انبار
۵۳	۲۴-۱- تخلیه مکانیکی دود در ساختمان‌های تجمعی
۵۳	۲۵-۱- سیستم کنترل دود
۵۳	۱-۲۵- پله‌های خروجی محصور
۵۴	۲۰-۲۵- سرعت جریان
۵۵	۱-۲۵- نصب و راه‌اندازی
۵۵	۴-۲۵- ترسیم‌ها
۷۲	۲۶-۱- آسانسورها
۷۳	۲۷-۱- الزامات تعویض هوای داخلی و راه‌پله‌های خروجی
۸۴	۲۸-۱- مراکز خرید و آتریوم‌ها
۸۴	۲۹-۱- آنالیز مهندسی حریق
۸۶	۳۰-۱- ساختمان‌های زیر زمین
۸۶	۲-۳۰- سیستم کنترل دود در زیرزمین
۸۷	۴-۳۰- دودبرها
۸۸	۸-۳۰- سیستم پاک‌سازی و تخلیه دود
۸۸	۳۱-۱- سیستم مهندسی کنترل دود
۸۸	۳-۳۱- اندازه و سایز حریق
۸۹	۴-۳۱- ظرفیت سیستم تخلیه دود
۹۰	۵-۳۱- لایه تمیز
۹۱	۶-۳۱- انبار دود
۹۲	۸-۳۱- دفع دود از فضاها یا دارای سیرکولاسیون یا در آتریوم‌ها
۹۴	۱۰-۳۱- نواحی ساکن
۹۶	۱۱-۳۱- حداکثر دبی جرمی جریان و دمای لایه دود
۹۸	۲۱-۳۱- خاموش شدن تمامی سیستم‌های تهویه مطبوع و تعویض هوا
۱۰۰	۲۷-۳۱- سیستم کنترل دود در سیستم‌های مرکزی تهویه مطبوع

۱۰۱	سیستم کنترل دود در سیستم‌های تهویه مطبوع طبقه ای
۱۰۲	سیستم کنترل دود برای تالارهای کنفرانس (سینما، سالن نمایش، آمفی تئاتر)
۱۰۲	پارکینگ‌های بسته
۱۰۳	پارکینگ‌های باز
۱۰۴	سیستم جت فن‌های بدون داکت در پارکینگ‌ها
۱۰۴	اهداف
۱۰۴	دامنه
۱۰۵	ملاحظات طراحی
۱۰۵	منبع‌های پارکینگ
۱۰۵	سیستم جت فن‌ها
۱۰۷	تامین هوای سیستم‌های جت فن
۱۰۸	طراحی فن‌های محلی و برای سیستم جت فن
۱۰۸	مقاومت سیستم جت فن با در برابر آتش
۱۰۹	مراحل تایید طراحی سیستم جت فن‌ها
۱۰۹	معیارهای پذیرش برای سیستم جت فن
۱۱۰	پارامترهای ورودی مدل سازی حریق استفاده از CFD برای سیستم جت فن‌ها
۱۱۰	اندازه حریق
۱۱۰	نوع حریق
۱۱۰	موقعیت حریق
۱۱۰	تیرهای ساختمانی و سایر موانع
۱۱۱	مدت زمان شیهه‌سازی حریق
۱۱۳	فصل ۲: اصول مدیریت دود
۱۱۳	مقدمه
۱۱۴	اهداف سیستم کنترل دود
۱۱۵	ملاحظات طراحی
۱۱۷	مستندات
۱۱۸	جانمایی سیستم
۱۱۸	اصول طراحی
۱۱۹	اثر دودکشی
۱۲۱	شناوری

۱۲۲	 ۳-۶-۲- انبساط
۱۲۳	 ۴-۶-۲- سرعت باد
۱۲۴	 ۵-۶-۲- تهویه مطبوع
۱۲۴	 ۷-۲- کنترل دود
۱۲۵	 ۸-۲- تحت فشار قرار دادن
۱۲۶	 ۹-۲- جریان هوا
۱۲۷	 ۱۰-۲- کاربردهای کنترل
۱۲۸	 ۱۱-۲- کنترل مناطق تحت فشار
۱۳۰	 ۱۲-۲- تحت فشار قرار دادن پله‌ها
۱۳۳	 ۱۳-۲- کنترل بازارها و آتریوم‌ها و مناطق بزرگ
۱۳۵	 فصل ۳: روابط ریاضی مربوط به دود
۱۳۵	 ۱-۳- مقدمه
۱۳۵	 ۲-۳- روابط ریاضی
۱۳۸	 ۳-۳- آتریوم‌ها
۱۳۹	 ۴-۳- پارکینگ‌های بسته
۱۴۳	 فصل ۴: انتخاب فن هوادهی در سیستم‌های تحت فشار
۱۴۳	 به همراه مثال کاربردی براساس استاندارد BS 5۴88 PART ۱
۱۴۳	 ۱-۴- اصول مقدماتی
۱۴۳	 ۲-۴- پارامترهای موثر در میزان هوای ورودی
۱۴۴	 ۳-۴- سیستم تحت فشار
۱۴۵	 ۱-۳-۴- سیستم تامین هوا
۱۵۱	 ۲-۳-۴- سیستم تخلیه هوا
۱۵۴	 ۴-۴- میزان هوا در سیستم تحت فشار
۱۵۴	 ۱-۴-۴- سابقه طراحی
۱۵۵	 ۲-۴-۴- سطوح فشار
۱۵۵	 ۳-۴-۴- حجم هوای ورودی
۱۵۶	 ۴-۴-۴- مساحت نشی درب‌ها، دیوارها، کف‌ها در ساختمان‌های تجاری
۱۶۰	 ۵-۴-۴- سرعت هوای عبوری از درب باز
۱۶۱	 ۵-۴- انتخاب فن
۱۶۹	 ۶-۴- تخلیه مکانیکی

فصل ۵: محاسبات انتخاب فن مناسب در سیستم‌های تحت فشار در پله‌ها براساس ASHRAE ۱۷۳	
۱-۵- مقدمه	۱۷۳
۲-۵- اختلاف فشار	۱۷۴
۳-۵- میزان میانگین اختلاف فشار	۱۷۸
۴-۵- میزان هوای ورودی به راه پله	۱۷۸
۵-۵- حد ارتفاع	۱۸۱
۶-۵- حساب سر انگشتی	۱۸۳
۷-۵- سیستم با د.ب‌های باز	۱۸۴
پیوست الف	۱۸۹
پیوست ب	۲۰۱
منابع	۲۰۵