
سیستم‌های تاسیسات تهویه مطبوع

نوشته: بهرام خاکپور

www.ketab.ir



سروشنامه:	خاکپور، بهرام، ۱۳۳۹ -
عنوان و نام پدیدآور:	سیستم‌های تاسیسات تهویه مطبوع / نوشته بهرام خاکپور.
مشخصات نشر:	تهران: یزدا، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری:	۶۰۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
موضوع:	تهویه مطبوع
رده بندی کنگره:	۱۳۹۰ س ۹ خ / TH۷۶۸۷
رده بندی دیویی:	۶۹۷/۹۳
شماره کتابشناسی ملی:	۲۲۸۲۹۳۴

یزدا

سیستم‌های تاسیسات تهویه مطبوع

نوشته: بهرام خاکپور
مهندسین مشاور گکو

ناشر:	یزدا
چاپ اول:	۱۳۹۰
آمادسازی قبل از چاپ:	نشریه حرارت و برودت
مدیر تولید:	محمد پیروزمند
چاپ / صحافی:	یزدا
قطع و تعداد صفحات:	وزیری - ۶۰۸
شمارگان:	۱۱۰۰ نسخه
بها:	۱۸۰۰۰ تومان

شابک: ISBN: 978-600-165-058-1

□ □ □

دفتر نشر و نمایشگاه دائمی: تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه ستاری، شماره ۲۲، ساختمان یزدا تلفن: ۵-۲۲۸۸۵۶۴۷ (۰۲۱)
دفتر بحث و نمایشگاه دائمی: تهران، انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، کوچه بهشت آیین، شماره ۴۱، طبقه اول تلفن: ۵-۶۶۴۱۵۲۲۲ (۰۲۱)
فروشگاه سرد: چهارراه فرهنگیان، ابتدای بلوار شهید سیدمحمد پاک‌نژاد، فروشگاه بزرگ کتاب یزدا تلفن: ۴-۷۲۴۵۲۷۲ (۰۳۵۱)

WWW.HVAC.IR \ WWW.HVACHOUSE.IR \ WWW.YAZDA.IR \ WWW.KHANETASISAT.IR

توضیح: سه موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۶۸/۱۰/۱۱ و همچنین قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی مصوب سال ۱۳۵۰ تمام حقوق این اثر به هر نحو برای نشر یزدا محفوظ است. نشر و پخش نام یا قسمتی از این کتاب بدون اجازه از ناشر، باعث پیگرد قانونی خواهد شد.

فهرست

۱۱	کلیات
۱۳	نکات عمومی
۱۴	شرایط هوای خارج
۱۶	عواملی که در تعیین یک سیستم به خصوص موثرند
۲۱	II. ملاحظات در خصوص طراحی سیستم‌های تهویه مطبوع
۲۳	الف) بارهای برودتی و حرارتی
۲۹	ب) فرآیند سرمایش و گرمایش
۳۷	ج) پلنوم برگشت به جای کانال برگشت
۳۸	د) درجه حرارت شب‌نم کویل - T_{adp}
۴۱	هـ) چرخه باصرفه
۴۲	۱- کنترل چرخه باصرفه
۴۴	۲- تجزیه و تحلیل چرخه باصرفه
۴۴	الف- چرخه باصرفه در زون‌های داخلی
۵۴	۳- نقطه تنظیم دمای بیرون برای قطع چرخه باصرفه
۵۵	۴- چرخه باصرفه هیدرونیک
۵۶	و- برخی عوامل دیگر در محاسبه بارهای حرارتی و برودتی
۵۷	عوامل موثر در مقدار فشار هوای داخل ساختمان
۵۷	تعیین مقدار هوای نفوذی به ساختمان
۶۳	تحت فشار قرار دادن هوای داخل ساختمان
۶۳	اثر دودکش
۶۵	اثر دودکش در ساختمان‌های بلندمرتبه
۶۷	اثر باد

۷۶	 روشنایی ساختمان
۷۸	 تجهیزات الکترونیکی اداری
۸۳	 پنجره‌ها و عایق جداره‌های خارجی
۸۳	 آسایش
۸۶	 ز- هوای تازه
۸۸	 هوای تازه مورد نیاز فضاها
۹۸	 توزیع مناسب هوای تازه به اتاق‌هایی با ویژگی‌های متفاوت
۱۰۵	 تغییرات مقدار هوای تازه با توجه به نیاز ساختمان
۱۰۶	 ح- کیفیت هوای داخل (IAQ)
۱۱۰	 ضریب حرارت محسوس اتاق RSHF، CFM_p ، CFM_L و
۱۱۶	 رطوبت‌زدایی در فضایی که بار نهان آن زیاد است
۱۱۶	 تعیین نقطه Sa و یا نقطه اتاق RM
۱۲۰	 III. سیستم‌های تاسیسات تهویه مطبوع

فصل اول ۱۲۷

۱۲۸	 I- سیستم پایه تهویه مطبوع- تمام هوایی تک‌زونه
۱۳۳	 II- سیستم حجم ثابت با پس‌گرمایش ترمینالی
۱۳۷	 III- سیستم‌های دوکاناله حجم ثابت (CAV-DD)
۱۵۶	 IV. سیستم حجم ثابت چند زونه MZ-CAV

فصل دوم ۱۶۷

۱۶۸	 I - سیستم حجم متغیر پایه (BASIC VAV)
۱۹۸	 II. سیستم حجم متغیر همراه با گرمایش پیرامونی
۲۰۰	 III. سیستم حجم متغیر با جعبه القا
۲۰۱	 IV. سیستم VAV با ترمینال مجهز به فن
۲۰۴	 V. سیستم حجم متغیر با پس‌گرمایش ترمینالی
۲۱۰	 VI. سیستم حجم متغیر دوکاناله
۲۲۵	 VII. سیستم حجم متغیر چند زونه (MZ-VAV)

فصل سوم.....	۲۲۷
I. سیستم دو کاندویت.....	۲۲۸
II. سیستم حجم متغیر (VAV) سرمایش تنها با هواساز حجم ثابت.....	۲۳۷
III. سیستم حجم متغیر - درجه حرارت متغیر (VVT).....	۲۳۹
فصل چهارم.....	۲۴۳
I. سیستم یونیت ونتیلاتور.....	۲۴۴
II. واحدهای والانس.....	۲۴۵
III. فن کویل.....	۲۴۷
الف) سیستم دو لوله‌ای.....	۲۵۲
ب- سیستم سه لوله‌ای.....	۲۵۷
ج) سیستم چهار لوله‌ای.....	۲۵۷
هوای مورد نیاز تهویه.....	۲۵۹
ΔT فن کویل.....	۲۵۹
وضعیت هوای تازه ورودی به ساختمان روی نمودار سایکرومتریک.....	۲۶۰
چگونگی هدایت هوای تازه به اتاق.....	۲۶۲
فصل پنجم.....	۲۷۱
I. سیستم هوایی آبی - فن کویل.....	۲۷۲
II. واحدهای القایی.....	۲۷۳
III. سیستم‌های هواساز مستقل هوای تازه (DOAS).....	۲۹۵
استفاده از چرخ جاذب رطوبت فعال (اکتیو).....	۳۰۴
استفاده از کویل Runaround، چرخ محسوس و مبدل هوا - هوا.....	۳۰۵
بررسی حالت‌های مختلف در فرآیند تبادل حرارت و رطوبت به کمک چرخ انتالی و چرخ محسوس و کویل R.A.....	۳۰۹
IV. سرمایش تابشی (رادیانت).....	۳۱۸
شرایط آسایش در سیستم‌های سرمایش تابشی.....	۳۲۳
دمای کف اتاق.....	۳۲۶

۳۳۰	ظرفیت پانل‌های تابشی
۳۳۳	مراحل مختلف انتخاب پانل‌های سرد تابشی
۳۳۶	پانل‌های سرد تابشی
۳۴۵	V - تیرهای سرد Chilled Beams
۳۵۳	VI - سیستم توزیع هوا از کف
۳۵۳	UFAD (Under Floor Air Distribution)
۳۵۶	فلسفه زیربنای سیستم UFAD
۳۵۹	نکات مربوط به طراحی
۳۶۴	واحدهای مخلوط‌کننده هوای زون‌ها Fan Powered Zone Mixing Units
۳۶۶	صرفه‌جویی در انرژی
۳۶۶	کاهش ارتفاع کف تا کف طبقات ساختمان
۳۸۱	فصل ششم
۳۸۳	مزایای سیستم‌های تک‌واحدی
۳۸۴	معایب
۳۸۴	I. واحدهای تهویه مطبوع پنجره‌ای
۳۸۴	مزایا
۳۸۴	معایب
۳۸۵	II. واحدهای Split Unit
۳۸۷	III. سیستم‌های VRF
۳۹۲	IV. واحدهای یکپارچه مستقر در دیوار
۳۹۵	V. واحدهای یکپارچه تجاری
۴۰۰	1. سیستم حجم ثابت
۴۰۰	2. سیستم حجم متغیر
۴۰۱	3. سیستم حجم متغیر درجه حرارت متغیر VVT
۴۰۵	VI. پمپ گرمایی هوا - هوا
۴۰۷	راندمان دستگاه پمپ گرمایی

فصل هفتم	۴۰۹
I. سرمایه‌ش تبخیری مستقیم	۴۱۰
II. سرمایه‌ش تبخیری غیر مستقیم	۴۱۲
III. ادغام دو سیستم سرمایه‌ش تبخیری غیر مستقیم و مستقیم	۴۱۳
فصل هشتم	۴۱۵
I. سیستم پمپ گرمایی آبی - آبی	۴۱۶
II. بازیافت گرمایی	۴۱۹
III. رطوبت‌زدایی با مواد خشک‌کننده	۴۲۲
مواد خشک‌کننده	۴۲۴
IV. ذخیره‌سازی گرمایی	۴۲۵
بارهای برودتی ساختمان	۴۲۵
V. مخازن ذخیره گرمایی	۴۲۷
ضمیمه A: فن‌های سانتریفیوژ	۴۲۹
ضمیمه B: شیرهای کنترل	۴۴۳
ضمیمه C: پمپ	۴۵۱
ضمیمه D: مدارهای توزیع هیدرونیك	۴۶۳
ضمیمه E: انتخاب دریچه‌های هوا	۴۹۵
ضمیمه F: دمپرها	۵۰۱
ضمیمه G: شیشه و پنجره	۵۱۱
ضمیمه H: جداول مشخصات آب و هوای برخی شهرهای ایران	۵۶۵
نمایه	۵۹۱
کتابنامه	۶۰۳

پیش‌گفتار ویرایش جدید

کتاب حاضر که مبنای تهویه مطبوع و سیستم‌های آن را شامل می‌شود، همراه با دو کتاب دیگر مولف در مورد سیستم‌های کنترل تهویه مطبوع و سیستم‌های هیدرونیک به سه موضوع اساسی و مهم در مهندسی و صنعت تهویه مطبوع می‌پردازند.

مطالعه این سه موضوع خواننده علاقمند را مجهز می‌کند تا در طراحی‌ها و یا کارهای اجرایی خود با دیدی روشن بتواند سیستم‌های اشاره شده را تجزیه و تحلیل کرده، گام‌هایی درست در زمینه طراحی سیستم‌ها و نیز در زمینه صرفه‌جویی در انرژی (به ویژه در کشور ما که امروزه به موضوعی مهم بدل شده است) بردارد.

ویرایش اول این کتاب در سال ۱۳۷۸ منتشر شد. در ویرایش حاضر سعی شده است به چند سیستم تأسیسات تهویه مطبوع دیگر که به ویژه در ۱۵-۱۰ سال اخیر در آمریکا و حدود یک دهه بیشتر در اروپا مورد توجه زیاد بوده‌اند نیز پرداخته شود.

این سیستم‌ها عبارتند از: سرمایش تابشی از سقف یا کف، سیستم‌های مستقل تامین هوای تازه DOAS، ساختمان، تیرهای سرد، سیستم توزیع هوا از کف UFAD و سیستم میرد جریان متغیر یا VRF.

سوی این موضوع‌ها به ویژه در قسمت کلیات به طور مشروح به مباحث زیر پرداخته شده است:

- شرایط هوای خارج و ضوابط جدیدتر سازمان Ashrae (با توجه به چاپ اول کتاب حاضر) در این زمینه

- تهویه مطبوع فضاهایی با بار نهان زیاد و ضریب حرارت محسوس SHR کم

- تجزیه و تحلیل چرخه باصرفه برای زون‌های درونی و بیرونی

- مقدار هوای تازه مورد نیاز فضاها بر اساس استاندارد (62-2004) Ashrae

- توازن هوا و محاسبات مربوط به اثر باد، اثر دودکش و غیره در ساختمان

- تجزیه و تحلیل سایکرومتریکی پکیج‌های مجهز به چرخ آنتالپی و چرخ محسوس

- بحث مفصلی در زمینه شیشه و پنجره به صورت یک ضمیمه در کتاب منظور شده است

- همچنین آمار هواشناسی برخی شهرهای ایران با توجه به ضوابط جدیدتر سازمان Ashrae در یک ضمیمه جدا ارائه شده‌اند

- امید است مطالب کتاب مورد استفاده مهندسان و دست‌اندرکاران مهندسی و صنعت تهویه مطبوع در ایران قرار گیرد.

مهندسین مشاور گنو

بهرام خاکپور - بهار ۹۰