



# سیستم‌های کنترل تهویه مطبوع

نویسنده: راجر و. هاینس، داکلاس س. هایتل  
ترجمه: مهندس مصطفی رضائی ساروی

www.ketab.ir

|                     |                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | رضایی ساروی، مصطفی، ۱۳۴۱-                            |
| عنوان و نام پدیدآور | سیستم‌های کنترل تهویه مطبوع/تالیف مصطفی رضایی ساروی. |
| مشخصات نشر          | تهران: یزدا، ۱۳۹۶.                                   |
| مشخصات ظاهری        | ۳۲۹ ص.                                               |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | فیا                                                  |
| یادداشت             | واژه‌نامه.                                           |
| یادداشت             | کتابنامه.                                            |
| موضوع               | گرمایش - کنترل                                       |
| موضوع               | Heating - Control                                    |
| موضوع               | تهویه مطبوع - کنترل                                  |
| موضوع               | Air conditioning - Control                           |
| رده‌بندی کنگره      | ۱۳۹۶ س ۹/۵: THV۴۶۶                                   |
| رده‌بندی دیویی      | ۶۹۷                                                  |
| شماره کتابشناسی ملی | ۴۶۸۷۳۷۷                                              |

## سیستم‌های کنترل تهویه مطبوع

نوشته: راجر و. هایتس، داکلاس س. هایتل  
ترجمه: مهندس مصطفی رضایی ساروی

ناشر: یزدا / چاپ اول: ۱۳۹۶ / قطع: وزیری / تعداد صفحات: ۳۲۹ / صفحه  
آماده‌سازی قبل از چاپ: ماهنامه تهویه مطبوع / مدیر تولید: قاسم سی /  
چاپ و صفافی: یزدا / شمارگان: ۳۰۰ نسخه / بها: ۳۰۰۰۰ تومان  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۵-۴۵۹-۶ / ISBN: 978-600-165-459-6

### نشر یزدا و گروه نشریات

دفتر نشر و نمایشگاه دائمی: تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه‌ی ستاری،  
شماره‌ی ۲۲، ساختمان یزدا / دورنگار: ۲۲۸۸۵۶۵۱ (۰۲۱) / تلفن: ۲۲۸۸۵۶۴۷-۵۰ (۰۲۱)

توجه: به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ 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 تمام یا قسمتی از این کتاب بدون اجازه از ناشر، باعث پیگرد قانونی خواهد شد.

# فهرست

| صفحه | عنوان                           |
|------|---------------------------------|
| ۱    | پیشگفتار و واژه‌های مترجم       |
| ۲    | پیشگفتار و واژه‌های مترجم       |
| ۳    | ۱. تئوری کنترل و اصلاحات کلی آن |
| ۳    | ۱-۱ مقدمه                       |
| ۴    | ۱-۲ کنترل چیست؟                 |
| ۴    | ۱-۳ سیستم کنترل پایه            |
| ۵    | ۱-۴ هدف کنترلی                  |
| ۶    | ۱-۵ کنش کنترلی                  |
| ۱۲   | ۱-۶ منابع انرژی سیستم‌های کنترل |
| ۱۳   | ۱-۷ اندازه‌گیری                 |
| ۱۴   | ۱-۸ نمادهای و حروف اختصاری      |
| ۱۴   | ۱-۹ مشخصات هوا                  |
| ۱۴   | ۱-۱۰ روابط                      |
| ۱۵   | ۱-۱۱ خلاصه                      |
| ۱۷   | ۲. وسایل کنترل پنوماتیکی        |
| ۱۷   | ۲-۱ مقدمه                       |
| ۱۷   | ۲-۲ وسایل کنترل پنوماتیکی       |
| ۴۲   | ۲-۳ تابلو کنترل                 |

۴-۲ منبع تغذیه هوا

۴۲

### ۳ وسایل کنترل برقی و الکترونیکی

۴۷

۳-۱ وسایل کنترل برقی

۴۷

۳-۲ وسایل کنترل الکترونیکی

۶۱

### ۴ وسایل کنترل سیالی

۷۵

۴-۱ مقدمه

۷۵

۴-۲ وایل دیواره چسب

۷۵

۴-۳ تقویت کننده اغتشاشی

۷۸

۴-۴ تقویت کننده بردار

۷۸

۴-۵ تقویت کننده واردی شعاع

۷۹

۴-۶ مبدل های سیالی

۷۹

۴-۷ کلیدهای دستی

۸۱

### ۵ وسای کنترل جریان

۸۳

۵-۱ میراگرها

۸۳

۵-۲ شیرهای کنترل جریان آب و بخار

۸۸

### ۶ سیستم های کنترل پایه

۱۰۱

۶-۱ مقدمه

۱۰۱

۶-۲ کنترل گرهای هوای تازه

۱۰۱

۶-۳ لایه بندی هوا

۱۰۷

۶-۴ گرمایش

۱۰۹

۶-۵ کویل های سرمایی

۱۱۴

۶-۶ کنترل رطوبت

۱۱۹

|     |                            |
|-----|----------------------------|
| ۱۲۶ | ۶-۷ رطوبت‌زادها            |
| ۱۲۸ | ۶-۸ کنترل فشار ایستایی     |
| ۱۲۹ | ۶-۹ گرمایش برقی            |
| ۱۳۳ | ۶-۱۰ گرمکن‌های گازسوز      |
| ۱۳۳ | ۶-۱۱ گرمکن‌های گازوئیل‌سوز |
| ۱۳۴ | ۶-۱۲ تجهیزات سرماسازی      |
| ۱۴۲ | ۶-۱۳ کنترل آتش‌دود         |
| ۱۴۳ | ۶-۱۴ همبند برقی            |
| ۱۴۳ | ۶-۱۵ مکان حسگر             |
| ۱۴۳ | ۶-۱۶ خلاصه                 |

## ۷ سیستم‌های کنترل کامل

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| ۱۴۵ | ۷-۱ مقدمه                        |
| ۱۴۵ | ۷-۲ سیستم‌های یک ناحیه‌ای        |
| ۱۵۵ | ۷-۳ سیستم‌های هواساز چندناحیه‌ای |
| ۱۶۸ | ۷-۴ سیستم‌های دوکاناله           |
| ۱۷۳ | ۷-۵ سیستم‌های حجم متغیر          |
| ۱۸۱ | ۷-۶ سیستم‌های بازگرمایش          |
| ۱۸۱ | ۷-۷ بازیافت گرما                 |
| ۱۹۰ | ۷-۸ دستگاه‌های فن‌کویل           |
| ۱۹۶ | ۷-۹ سیستم‌های القایی             |
| ۱۹۸ | ۷-۱۰ دستگاه تهویه‌گر             |
| ۱۹۹ | ۷-۱۱ دستگاه‌های آماده            |
| ۲۰۴ | ۷-۱۲ دستگاه‌های آماده دیگر       |
| ۲۰۵ | ۷-۱۳ گرمایش و سرمایش تابشی       |

۲۰۶ ۷-۱۴ رادیاتورها و ناقل‌های حرارتی

۲۰۸ ۷-۱۵ مبدل‌های حرارتی

۲۱۲ ۷-۱۶ سیستم‌های گرمایش و سرمایش خورشیدی

۲۱۳ ۷-۱۷ خلاصه

## ۲۱۵ ۸ سیستم‌های کنترل برقی

۲۱۵ ۸-۱ مقدمه

۲۱۵ ۸-۲ نمودارهای کنترل برقی

۲۱۹ ۸-۳ کنترل برقی سردکننده

۲۲۱ ۸-۴ کنترل برقی دستگاه هواساز

۲۲۲ ۸-۵ مثال: کنترل نمونه‌دار سیستم تهویه مطبوع کوچک

۲۲۴ ۸-۶ گرم‌کن‌های برقی

۲۲۶ ۸-۷ راه‌اندازهای کاهنده ولتاژ

۲۳۲ ۸-۸ راه‌اندازهای چند دور

۲۳۵ ۸-۹ کنترل‌گرهای دورمتغیر

۲۳۶ ۸-۱۰ خلاصه

## ۲۳۷ ۹ کنترل‌های ویژه

۲۳۷ ۹-۱ مقدمه

۲۳۷ ۹-۲ کنترل دقیق دما و یا رطوبت

۲۳۵ ۹-۳ اتاق‌های آزمایش شبیه‌سازی محیط

۲۳۷ ۹-۴ خلاصه

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۲۴۹ | ۱۰ سیستمهای کنترل نظارتی ورقمی             |
| ۲۴۹ | ۱-۱۰ مقدمه                                 |
| ۲۵۰ | ۲-۱۰ سیستمهای تابلوی فرمان                 |
| ۲۵۰ | ۳-۱۰ سیستمهای تسهیم‌گری                    |
| ۲۵۱ | ۴-۱۰ سیستمهای رایانه‌ای برای نمایش و کنترل |
| ۲۵۸ | ۵-۱۰ فواید سیستمهای رایانه‌ای              |
| ۲۵۹ | ۶-۱۰ آموزش، نگهداری و راهبری               |
| ۲۶۰ | ۷-۱۰ خلاصه                                 |
| ۲۶۱ | ۱۱ مشخصات هوا                              |
| ۲۶۱ | ۱-۱۱ نمونه                                 |
| ۲۶۱ | ۲-۱۱ ویژگیهای مشخصات هوا                   |
| ۲۶۳ | ۳-۱۱ جداول مشخصات هوا                      |
| ۲۶۳ | ۴-۱۱ نمودارهای مشخصات هوا                  |
| ۲۶۵ | ۵-۱۱ نمایش فرایند در نمودار مشخصات هوا     |
| ۲۶۹ | ۶-۱۱ چرخه‌های تهویه مطبوع در نمودار        |
| ۲۷۱ | ۷-۱۱ فرایندهای ناممکن                      |
| ۲۷۲ | ۸-۱۱ تأثیر ارتفاع                          |
| ۲۷۳ | ۹-۱۱ خلاصه                                 |
| ۲۷۵ | ۱۲ تأسیسات موتورخانه مرکزی                 |
| ۲۷۵ | ۱-۱۲ مقدمه                                 |
| ۲۷۶ | ۲-۱۲ همزمانی                               |
| ۲۷۶ | ۳-۱۲ سیستمهای دبی ثابت                     |
| ۲۷۷ | ۴-۱۲ سیستمهای دبی متغیر                    |
| ۲۷۹ | ۵-۱۲ سیستمهای لوله‌کشی                     |

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| ۲۸۴ | ۱۲-۶ رابطهای ساختمانی                 |
| ۲۸۵ | ۱۲-۷ خلاصه                            |
| ۲۸۷ | ۱۳ بازسازی سیستمهای کنترل موجود       |
| ۲۸۷ | ۱۳-۱ مقدمه                            |
| ۲۸۷ | ۱۳-۲ بررسی اقتصادی                    |
| ۲۸۸ | ۱۳-۳ قیاسگرها                         |
| ۲۸۸ | ۱۳-۴ روشهای کنترل                     |
| ۲۸۸ | ۱۳-۵ کنترل‌های پرخه صرفه‌جویانه       |
| ۲۸۸ | ۱۳-۶ سیستمهای یک ناحیه‌ای             |
| ۲۹۱ | ۱۳-۷ سیستمهای بازدم‌مات               |
| ۲۹۴ | ۱۳-۸ سیستمهای دندان‌ای                |
| ۲۹۷ | ۱۳-۹ سیستمهای دوباله                  |
| ۲۹۹ | ۱۳-۱۰ سیستمهای با کنترل خود           |
| ۲۹۹ | ۱۳-۱۱ آرایش شیرهای کنترل و بجه        |
| ۳۰۲ | ۱۳-۱۲ خلاصه                           |
| ۳۰۳ | ۱۴ پاسخ دینامیکی و تنظیم              |
| ۳۰۳ | ۱۴-۱ مقدمه                            |
| ۳۰۴ | ۱۴-۲ پاسخ دینامیکی                    |
| ۳۰۵ | ۱۴-۳ تنظیم حلقه‌های کنترل تهویه مطبوع |
| ۳۱۱ | ۱۴-۴ خلاصه                            |
| ۳۱۳ | حروف اختصاری به کار رفته در کتاب      |
| ۳۱۵ | نمادشناسی                             |
| ۳۲۳ | واژه‌نامه                             |

## پیشگفتار ویرایش پنجم

مطالب زیر در ویرایش پنجم این کتاب اضافه شده‌اند.

۱. فرمولها و نمودارها برای ثال رابطه بین موقعیت میراگر و میزان شار به صورت ریاضی بیان شده است. مثال دیگر، از آن بیان رابطه بین اثر شیر کنترل و کارایی سیستم کنترل است.
  ۲. کاربردهای بیشتر در این ویرایش سعی شده است که امکانات مختلف کنترلی مطرح شوند. به مصرف انرژی و قابلیت‌های نگهداری سیستم نیز توجه شده است. مثالی از مطالب جدید در این ویرایش، بخش کاملاً جدید کنترل ساروای حجم متغیر است.
  ۳. ویرایش مبحث کنترل رقمی و نمایش مرکزی. این کتاب سریعاً چاپ شود، مطالب این فصل همچنان به روز خواهد بود.
  ۴. فصل جدیدی در مورد پاسخ دینامیکی و تنظیم سیستم کنترل. کسی که بر مطالب این فصل تسلط یابد، بر ارزش آن به هنگام کار عملی با سیستم کنترل رافف، خواهد شد.
- امیدوارم در این ویرایش مطالب جدید بیشتری بیابید. من نیز مانند روکر امیدوارم که مرا از نظرات اصلاحی خود مطلع کنید. اگر اطلاعات جدیدی دارید، مایل‌م که آن را در ویرایش ششم به کار گیرم.

## پیشگفتار ویرایش اول

این کتاب راهنمایی است برای مهندسانی که به طراحی سیستم تهویه مطبوع می‌پردازند و توضیحات ساده و عملی برای بهرین راه کنترل سیستم ارائه می‌دهد. این کتاب را می‌توان به عنوان متن تکمیلی درس تهویه مطبوع و سرمایش در مدارس فنی و دانشگاهها آموزش داد.

این کتاب بررسیهای ریاضی سیستمهای کنترل، خرابی پاسخ، تبدیلهای فوری و مشابه آن را در بر نمی‌گیرد. این مطالب در سطح عالی در متنهای درسی دانشگاهی تدریس می‌گردند.

در این کتاب، توضیحات بنیادی و جامعی در مورد تهویه مطبوع، سیستم کنترل، سخت افزار کنترل، و سیستمهای کنترل ساده و پیچیده آمده است. مباحث کندهای نظارتی و کاربرد رایانه در سیستم کنترل نیز در آن بررسی شده‌اند.

خواننده باید از رابطه بین کنترلهای تهویه مطبوع، سیستم تهویه مطبوع، سیستم قدرت برقی، و ساختمان، آگاه باشد. مواردی وجود دارد که سیستمهای کنترل تهویه مطبوع به علت تناقصات ذاتی در ساختمان، یا در سیستم تهویه مطبوع، یا عدم هماهنگی طراح با دیگران، ناموفق بوده‌اند. امید داریم که بتوانیم به خواننده جهت اجتناب از چنین مخاطراتی یاری دهیم.