

به نام خدا

# سیستم‌های جریان مبرد متغیر VRF

گردآوری و تألیف:

مهندس سینا محمدپور

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک تبدیل انرژی دانشگاه علم و صنعت

۹۶۸۰۸۱۶

۱۴۰۱

مؤسسه آموزشی تألیفی ارشدان

|                         |                                                                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                 | : محمدپور، سینا، ۱۳۷۴-                                                |
| عنوان و نام پدیدآور     | : سیستم‌های جریان مبرد متغیر VRF / گردآوری و تالیف سینا محمدپور.      |
| مشخصات نشر              | : تهران: موسسه آموزشی تالیفی ارشدان، ۱۴۰۰.                            |
| مشخصات ظاهری            | : ۲۶۵ ص.: مصور(بخشی رنگی)، جدول، نمودار.                              |
| شابک                    | : ۹۷۸-۶۲۲-۰۸-۲۶۲-۰۰                                                   |
| وضعیت فهرست نویسی       | : فیپا                                                                |
| یادداشت                 | : کتابنامه: ص. ۲۶۵.                                                   |
| موضوع                   | : تهویه مطبوع                                                         |
|                         | Air conditioning                                                      |
|                         | تهویه مطبوع -- وسایل و تجهیزات                                        |
|                         | Air conditioning -- Equipment and supplies                            |
|                         | تهویه مطبوع -- وسایل و تجهیزات -- طراحی و ساخت                        |
|                         | Air conditioning -- Equipment and supplies -- Design and construction |
|                         | تهویه مطبوع -- طراحی و ساخت                                           |
|                         | Air conditioning -- Design and construction                           |
| رده بندی کنگره          | TH۷۶۸۷                                                                |
| رده بندی دیویی          | ۶۹۷/۹۲                                                                |
| شماره کتابشناسی ملی     | ۷۶۷۳۴۴                                                                |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : فیپا                                                                |

## ارشدان

مؤسسه آموزشی تالیفی ارشدان

|                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| نام کتاب:              | سیستم‌های جریان مبرد متغیر VRF |
| گردآوری و تالیف:       | سینا محمدپور                   |
| ناشر:                  | آموزشی تالیفی ارشدان           |
| ویرایش:                | اول                            |
| نوبت چاپ:              | اول ۱۴۰۱                       |
| حروفچینی و صفحه آرایی: | www.irantypist.com             |
| طراح و گرافيست:        | www.irantypist.com             |
| شابک:                  | ۹۷۸-۶۲۲-۰۸-۲۶۲-۰۰              |
| شمارگان:               | ۱۰۰۰                           |
| مرکز خرید آنلاین:      | www.arshadan.com               |
| مرکز پخش و توزیع:      | www.arshadan.net               |
| قیمت:                  | ۲۱۴۷۶۲۵۵۰۰                     |
|                        | ۹۰۰۰۰ تومان                    |

پیشگفتار ناشر:

به نام ایزد دانا که آغاز و انجام از آن اوست

هرگز دل من ز علم محروم نشد      کم ماند زاسرار که مفهوم نشد  
اکنون که به چشم عقل در می‌نگرم      معلوم شد که هیچ معلوم نشد

ای دانای بی همتا، ای بخشنده ایی که ناخواسته عطا فرمایی و هر نیازمندی را به عدالت بی‌نیاز گردانی، مگر اینکه نالایق باشد و آن عنایت را به بازگونه از دست دهد. در عرصه پیشرفت تکنولوژی در هزاره سوم، هنوز نیاز بر مطالعه کتاب در کنار استفاده از منابع کامپیوتری و اینترنت احساس می‌شود. از این بابت خوشحالیم که می‌توانیم در جهت اعتلای علم، دانش و فرهنگ کشور قدمی هر چند کوچک برداریم.

و من الله التوفیق

دکتر شمس الدین یوسفیان

مدیر مسئول انتشارات ارشدان

## فهرست مطالب

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| فصل اول: کاربردهای تهویه مطبوع و تبرید .....             | ۱۹ |
| ۱-۱ کاربردهای اصلی .....                                 | ۱۹ |
| ۲-۱ تهویه مطبوع ساختمان‌های با اندازه متوسط و بزرگ ..... | ۲۰ |
| ۳-۱ تهویه مطبوع صنعتی .....                              | ۲۲ |
| ۴-۱ تهویه مطبوع ساختمانهای مسکونی .....                  | ۲۵ |
| فصل دوم: اصول حرارتی .....                               | ۲۷ |
| ۱-۲ ریشه‌های تهویه مطبوع و تبرید .....                   | ۲۷ |
| ۲-۲ مفاهیم، مدل‌ها و قوانین .....                        | ۲۷ |
| ۳-۲ خاصیت‌های ترمودینامیکی .....                         | ۲۸ |
| ۴-۲ فرآیندهای ترمودینامیکی .....                         | ۳۳ |
| فصل سوم: سایکرومتری و انتقال گرما از سطوح مرطوب .....    | ۳۵ |
| ۱-۳ مقدمه .....                                          | ۳۵ |
| ۲-۳ نمودار سایکرومتری .....                              | ۳۵ |
| ۱-۲-۳ خط اشباع .....                                     | ۳۸ |
| ۲-۲-۳ رطوبت نسبی .....                                   | ۳۹ |
| ۳-۲-۳ نسبت رطوبت .....                                   | ۴۰ |
| ۴-۲-۳ نقطه شبنم .....                                    | ۴۳ |
| ۵-۲-۳ حجم مخصوص .....                                    | ۴۴ |
| ۶-۲-۳ دمای خشک .....                                     | ۴۵ |
| ۷-۲-۳ دمای مرطوب .....                                   | ۴۶ |
| ۸-۲-۳ آنتالپی مخصوص .....                                | ۴۷ |
| ۳-۳ اصول فرآیند سایکرومتریک .....                        | ۴۹ |
| ۱-۳-۳ گرمایش .....                                       | ۴۹ |
| ۲-۳-۳ رطوبت زنی .....                                    | ۵۱ |

۵۳..... ۳-۳-۳ فرآیند آدیاباتیک

۵۵..... فصل چهارم: پمپ‌های حرارتی

۵۵..... ۱-۴ انواع پمپ‌های حرارتی

۵۵..... ۱-۱-۴ پمپ حرارتی نوع فشرده، سیکل برگشت پذیر

۵۷..... ۲-۱-۴ پمپ‌های حرارتی غیر متمرکز

۵۹..... ۳-۱-۴ پمپ‌های حرارتی با کندانسور دو کلافی

۶۰..... ۴-۱-۴ پمپ‌های حرارتی صنعتی

۶۲..... ۲-۴ چشمه‌ها و چاه‌های حرارتی برای پمپ‌های حرارتی برگشت پذیر نوع فشرده

۶۳..... ۳-۴ عملکرد حرارتی پمپ حرارتی با چشمه هوایی

۶۵..... ۴-۴ مقایسه هزینه‌های گرمایشی

۶۷..... فصل پنجم: سیستم‌های انبساط مستقیم (DX)

۶۷..... ۱-۵ مقدمه

۶۸..... ۲-۵ انواع سیستم‌های انبساط مستقیم

۶۸..... ۱-۲-۵ سیستم‌های تهویه مطبوع اسپلیت

۶۸..... ۱-۱-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد اسپلیت‌ها

۷۰..... ۲-۱-۲-۵ مزایای اسپلیت‌ها

۷۰..... ۳-۱-۲-۵ معایب اسپلیت‌ها

۷۱..... ۲-۲-۵ سیستم‌های تهویه مطبوع داکت اسپلیت

۷۲..... ۱-۲-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد داکت اسپلیت‌ها

۷۳..... ۲-۲-۲-۵ مزایای داکت اسپلیت‌ها

۷۴..... ۳-۲-۲-۵ معایب داکت اسپلیت‌ها

۷۵..... ۳-۲-۵ سیستم‌های تهویه مطبوع مولتی اسپلیت

۷۶..... ۱-۳-۲-۵ تفاوت مولتی اسپلیت و اسپلیت

۷۶..... ۲-۳-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد مولتی اسپلیت‌ها

۷۷..... ۳-۳-۲-۵ مزایای مولتی اسپلیت‌ها

۷۸..... ۴-۳-۲-۵ معایب مولتی اسپلیت‌ها

- ۷۹..... ۴-۲-۵ سیستم‌های تهویه مطبوع پکیج پشت بامی (روفتاپ پکیج).
- ۷۹..... ۱-۴-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد پکیج پشت بامی.
- ۸۳..... ۲-۴-۲-۵ مزایا و معایب پکیج‌های پشت بامی.
- ۸۴..... ۵-۲-۵ سیستم‌های تهویه مطبوع GHP.
- ۸۵..... ۱-۵-۲-۵ ساختار و اجزاء سیستم GHP.
- ۸۷..... ۲-۵-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد سیستم GHP.
- ۸۸..... ۱-۲-۵-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد سیستم GHP در حالت سرمایش.
- ۸۸..... ۲-۲-۵-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد سیستم GHP در حالت گرمایش.
- ۹۰..... ۳-۵-۲-۵ مزایا و معایب سیستم GHP.
- ۹۰..... ۶-۲-۵ سیستم‌های جریان مبرد VRF.
- ۹۱..... ۱-۶-۲-۵ نحوه‌ی عملکرد سیستم VRF.
- ۹۲..... ۲-۶-۲-۵ مزایا و معایب سیستم تهویه مطبوع VRF.

## فصل ششم: سیستم‌های تهویه مطبوع VRF از دیدگاه ASHRAE..... ۹۵

- ۹۵..... ۱-۶ ناحیه آسایش انسان از دیدگاه استاندارد ASHRAE.
- ۹۵..... ۱-۱-۶ عوامل مؤثر در ناحیه آسایش افراد.
- ۹۶..... ۱-۱-۱-۶ تأثیر فعالیت بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۹۶..... ۲-۱-۱-۶ تأثیر حساسیت‌ها و انتظارات بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۹۷..... ۳-۱-۱-۶ تأثیر پوشش بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۹۷..... ۴-۱-۱-۶ تأثیر دمای هوا بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۹۸..... ۵-۱-۱-۶ تأثیر میزان تشعشع حرارتی بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۹۸..... ۶-۱-۱-۶ تأثیر رطوبت بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۹۹..... ۱-۶-۱-۱-۶ رطوبت در تابستان.
- ۹۹..... ۲-۶-۱-۱-۶ رطوبت در زمستان.
- ۹۹..... ۷-۱-۱-۶ تأثیر سرعت هوا بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۱۰۰..... ۸-۱-۱-۶ تأثیر دفع گرما توسط بدن انسان بر روی ناحیه آسایش افراد.
- ۱۰۰..... ۱-۸-۱-۱-۶ کنترل دمای بدن در ناحیه آسایش.
- ۱۰۰..... ۲-۸-۱-۱-۶ بالانس حرارتی در ناحیه آسایش.

- ۲-۶ سیستم‌های جریان مبرد VRF از دیدگاه استاندارد اشری..... ۱۰۲
- ۱-۲-۶ تکنولوژی سیستم‌های جریان مبرد VRF..... ۱۰۳
- ۲-۲-۶ استاندارد اشری ۱۵..... ۱۰۳
- ۳-۲-۶ استانداردهای اشری ۱۵ و ۳۴ اعمال شده در سیستم‌های جریان مبرد VRF..... ۱۰۵
- ۴-۲-۶ استفاده از استاندارد اشری ۱۵ در طراحی سیستم‌های جریان مبرد VRF..... ۱۰۶
- ۱-۴-۲-۶ طراحی اولیه سیستم‌های جریان مبرد VRF..... ۱۰۶
- ۲-۴-۲-۶ تعیین مقدار مبرد..... ۱۰۷
- ۳-۴-۲-۶ بررسی مطابقت طراحی سیستم جریان مبرد VRF با الزامات استاندارد اشری ۱۵..... ۱۰۷
- ۱-۳-۴-۲-۶ تعیین طبقه‌بندی فضاها برای اجرای سیستم جریان مبرد VRF..... ۱۰۷
- ۲-۳-۴-۲-۶ تعیین ظرفیت تبرید برای فضاها..... ۱۰۸
- ۳-۳-۴-۲-۶ تأیید خیلی کوچک نبودن اتاقی..... ۱۰۹
- ۴-۳-۴-۲-۶ بررسی نمازهای لوله کشی مبرد..... ۱۱۰
- ۴-۴-۲-۶ اقدامات لازم در صورت بسیار کوچک بودن اتاق و یا ناحیه‌ها..... ۱۱۱
- ۱-۴-۴-۲-۶ افزایش حجم ناحیه مورد نظر در محاسبات تعیین ظرفیت..... ۱۱۱
- ۲-۴-۴-۲-۶ جابجایی مجدد لوله کشی یونیت‌های داخلی ناحیه مورد نظر..... ۱۱۲
- ۳-۴-۴-۲-۶ تقسیم مدار مبرد به چندین سیستم کوچکتر..... ۱۱۶
- ۳-۶ مبردها و مواد سرمازا..... ۱۱۶
- ۱-۳-۶ خصوصیات مواد سرمازا..... ۱۱۷
- ۲-۳-۶ شناسایی مبردها به وسیله شماره گذاری..... ۱۱۷
- ۱-۲-۳-۶ طبقه بندی مواد سرمازا..... ۱۱۸
- ۳-۳-۶ عوامل تأثیر گذار در انتخاب مبردهای گازی..... ۱۱۹
- ۱-۳-۳-۶ ایمنی مبردهای گازی..... ۱۱۹
- ۲-۳-۳-۶ سمی نبودن مبردهای گازی..... ۱۱۹
- ۳-۳-۳-۶ نشتی مبردهای گازی..... ۱۱۹
- ۴-۳-۳-۶ ملاحظات اقتصادی..... ۱۲۲
- ۴-۳-۶ مبردهای متداول در صنعت تبرید و تهویه مطبوع..... ۱۲۲
- ۱-۴-۳-۶ مبرد فریونی R-12..... ۱۲۲