

# تولید همزمان سرما، حرارت و توان

تألیف:

سیا سیان میری

حمزه خیرجی نژاد

|                     |                                           |
|---------------------|-------------------------------------------|
| سرشناسه             | : میری، سیدمهدی، ۱۳۷۳                     |
| عنوان و نام پدیدآور | : تولید همزمان سرما، حرارت و توان         |
| مشخصات نشر          | : تألیف سیدمهدی میری، حمزه خسرجی‌نژاد.    |
| مشخصات ظاهری        | : تهران: آریا نقش، ۱۳۹۹.                  |
| شابک                | : ۸۸ص.: مصور، جدول، نمودار.               |
|                     | : 978-622-686547-0                        |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیپا                                    |
| یادداشت             | : کتابنامه: ص. [۸۱] - ۸۸.                 |
| موضوع               | : سیستم‌های ترکیبی گرما و برق نیرو        |
| موضوع               | : Cogeneration of electric power and heat |
| موضوع               | : پیل‌های سوختی                           |
| موضوع               | : Fuel cells                              |
| موضوع               | : انرژی -- مصرف -- اندازه‌گیری            |
| موضوع               | : Energy consumption -- Measurement       |
| شناسه افزودن        | : خسرجی‌نژاد، حمزه، ۱۳۶۲                  |
| رده‌بندی کنگره      | : TK۱۰۴                                   |
| رده‌بندی دیویی      | : ۶۲۱/۰۲۱                                 |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۱۰۰۳۴                                   |

|                     |                                        |
|---------------------|----------------------------------------|
| تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۷۷۲۸۹  | تهران، میدان انقلاب، خیابان کاثر جنوبی |
| www.arianaghsh20.ir | خیابان وحید نظری، پلاک ۱۵، ۱۵          |



## تولید همزمان سرما، حرارت و توان

تألیف: سید مهدی میری، حمزه خسرجی‌نژاد

چاپ: چاپ اول، تابستان ۱۳۹۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۳۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۶۵-۴۷-۰

\*\*\*کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای مؤلفین محفوظ است.\*\*\*

## فهرست

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول: مقدمه .....                                       | ۱۱ |
| ۱-۱ مقدمه .....                                            | ۱۱ |
| ۲-۱ بررسی سیستم‌های تولید همزمان .....                     | ۱۴ |
| ۳-۱ مقدمه‌ای بر سیستم‌های تولید همزمان .....               | ۱۴ |
| ۴-۱ تجهیزات و قسمت‌های اصلی سیستم‌های تولید همزمان .....   | ۱۶ |
| ۱-۴-۱ حرک اولیه .....                                      | ۱۶ |
| ۱-۴-۱ موتورهای رفت و برگشتی .....                          | ۱۷ |
| ۱-۲-۱ توربین‌های گاز .....                                 | ۱۸ |
| ۳-۱-۴-۱ یکپارچه ربرین .....                                | ۱۹ |
| ۴-۱-۴-۱ توربین‌های بخار .....                              | ۲۰ |
| ۵-۱-۴-۱ پیل‌های سربی .....                                 | ۲۱ |
| ۶-۱-۴-۱ موتورهای استریت .....                              | ۲۵ |
| ۲-۴-۱ تجهیزات الکتریکی .....                               | ۲۶ |
| ۳-۴-۱ دستگاه‌های بازیافت حرارت .....                       | ۲۶ |
| ۴-۴-۱ تجهیزات سرمایشی .....                                | ۲۷ |
| ۱-۴-۴-۱ چیلر جذبی .....                                    | ۲۷ |
| ۲-۴-۴-۱ چیلر تراکمی .....                                  | ۲۸ |
| ۵-۱ جمع بندی .....                                         | ۲۸ |
| فصل دوم: معرفی سیکل تحلیل شده .....                        | ۲۹ |
| ۱-۲ معرفی .....                                            | ۲۹ |
| فصل سوم: معادلات حاکم بر سیکل .....                        | ۳۱ |
| ۱-۳ پیشگفتار .....                                         | ۳۱ |
| ۲-۳ فرضیات .....                                           | ۳۱ |
| ۳-۳ مقدمه .....                                            | ۳۲ |
| ۴-۳ پیل سوختی کربنات مذاب .....                            | ۳۲ |
| ۱-۴-۳ تحلیل قانون اول پیل سوختی کربنات مذاب .....          | ۳۲ |
| ۲-۴-۳ تحلیل قانون دوم پیل سوختی کربنات مذاب .....          | ۳۴ |
| ۳-۴-۳ تحلیل ریسک و قابلیت اطمینان سیستم تولید همزمان ..... | ۳۵ |
| ۵-۳ چیلر جذبی .....                                        | ۳۷ |

|         |                                                              |
|---------|--------------------------------------------------------------|
| ۳۷..... | ۱-۵-۳ تحلیل قانون اول چیلر جذبی                              |
| ۳۹..... | ۲-۵-۳ تحلیل قانون دوم چیلر جذبی                              |
| ۴۰..... | ۶-۳ چیلر تراکمی                                              |
| ۴۰..... | ۱-۶-۳ تحلیل قانون اول چیلر تراکمی هوا خنک                    |
| ۴۲..... | ۲-۶-۳ تحلیل قانون دوم چیلر تراکمی هوا خنک                    |
| ۴۲..... | ۷-۳ راندمان انرژی                                            |
| ۴۳..... | ۸-۳ راندمان انرژی                                            |
| ۴۳..... | ۹-۳ بررسی اقتصادی سیستم                                      |
| ۴۳..... | ۱-۹-۳ متد رجهای بهره                                         |
| ۴۴..... | ۲-۹-۳ متد ارزش سرمایه                                        |
| ۴۴..... | ۳-۹-۳ متد ارزش حال و ارزش کل سرمایه گذاری در پایان عمر پروژه |
| ۴۵..... | ۴-۹-۳ متد فاکتور نزیل                                        |
| ۴۵..... | ۵-۹-۳ متد فاکتور تورم                                        |
| ۴۵..... | ۶-۹-۳ متد ارزش پول خالص                                      |
| ۴۶..... | ۷-۹-۳ متد ارزش کل سیستم پس از پایان عمر                      |
| ۴۷..... | فصل چهارم: مدل سازی                                          |
| ۴۷..... | ۱-۴ مقدمه                                                    |
| ۴۷..... | ۲-۴ آرایش سیکل                                               |
| ۴۸..... | ۳-۴ پارامترهای ورودی به اجزا سیستم                           |
| ۴۸..... | ۱-۳-۴ پیل سوختی                                              |
| ۴۹..... | ۲-۳-۴ چیلر جذبی                                              |
| ۴۹..... | ۱-۲-۳-۴ مقادیر ورودی به چیلر جذبی                            |
| ۴۹..... | ۳-۲-۴ چیلر تراکمی                                            |
| ۴۹..... | ۱-۳-۳-۴ مقادیر ورودی به چیلر تراکمی                          |
| ۵۰..... | ۴-۴ پارامترهای خروجی از سیستم                                |
| ۵۰..... | ۱-۴-۴ نتایج خروجی پیل سوختی کربنات مذاب                      |
| ۵۰..... | ۲-۴-۴ نتایج خروجی چیلر جذبی                                  |
| ۵۱..... | ۳-۴-۴ نتایج خروجی چیلر تراکمی                                |
| ۵۲..... | ۵-۴ تحلیل انرژی و انرژی                                      |
| ۶۹..... | ۶-۴ تحلیل ریسک و قابلیت اطمینان پیل سوختی کربنات مذاب        |
| ۷۳..... | ۷-۴ تحلیل اقتصادی سیستم                                      |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| فصل پنجم: جمع بندی.....                                            | ۷۷ |
| ۱-۵ مقدمه .....                                                    | ۷۷ |
| ۲-۵ نتیجه گیری انرژی.....                                          | ۷۷ |
| ۳-۵ نتیجه گیری انرژی.....                                          | ۷۸ |
| ۴-۵ نتیجه گیری تحلیل ریسک و قابلیت اطمینان سیستم تولید همزمان..... | ۷۹ |
| ۵-۵ نتیجه گیری اقتصادی.....                                        | ۷۹ |
| ۶-۵ نتیجه گیری کلی.....                                            | ۸۰ |
| منابع .....                                                        | ۸۱ |

## پیشگفتار

تولید انرژی همواره یکی از مباحث روز دنیا می باشد که دانشمندان در سراسر دنیا به دنبال کاهش این تقاضا با بیشترین بازدهی ممکن هستند. در این کتاب تحلیل انرژی، انرژی، انرژی، اقتصادی، ریسک و قابلیت اطمینان یک سیکل تولید همزمان برق، حرارت و سرما با استفاده از محرک اولیه پیل سوختی کرنات مذاب انجام شده است. کتاب حاضر شامل ۵ فصل مقدمه، معرفی سیکل تحلیل شده، معادلات سیستم، مدل سازی و جمع بندی می باشد. در فصل اول کلیاتی از انرژی و سیستم های تولید همزمان بیان شده است که خواننده با مطالعه این قسمت با مباحث انرژی و سیستم های تولید همزمان به خوبی آشنا خواهد شد. در فصل دوم به طور مختصر به معرفی سیکل پرداخته شده است. در فصل سوم معادلات مربوط به سیکل آورده شده است. این سیکل از پیل سوختی کرنات مذاب، چیلر جذبی تک اثره و چیلر تراکمی استفاده شده است، در همین راستا به صورت دسترس پذیر مهندسی عزیز به یک کتاب جامع در مورد سیستم های تولید همزمان سعی شده است تمامی معادلات در این بخش با توضیحات کامل و دقیق ذکر شود. این فصل به علت دربر داشتن معادلات تحلیل انرژی، انرژی، اقتصادی، ریسک و قابلیت اطمینان پیل سوختی، چیلر جذبی و چیلر تراکمی برای مهندسی و دانشجویان از اهمیت بالایی برخوردار است. در فصل چهارم مدل سازی سیکل با استفاده از MATLAB، EES، EasyFit و Excel انجام شده است. مدل ارائه شده به وسیله انجام تحلیل ۵ بعدی بسیار جامع است که علاقه مندان میتوانند از این کتاب به عنوان رفرنس کاربردی استفاده کنند. همچنین در فصل پنجم نیز تمام آنالیز و تحلیل های انجام شده به صورت یکپارچه و مختصر گردآوری شده اند.