

# فهرست

پیش‌گفتار ..... ۱۱

مقدمه ..... ۱۳

**فصل ۱: مروری بر ترمودینامیک ..... ۱۵**

۱-۱- مقدمه ..... ۱۶

۱-۲- قانون اول و سیستم باز ..... ۱۶

۱-۳- انتالپی ..... ۱۹

۱-۴- قانون اول ترمودینامیک و سیستم بسته ..... ۲۲

۱-۵- چرخه ..... ۲۳

۱-۶- روابط حاکم بر گازهای ایده‌آل ..... ۲۴

۱-۷- قانون دوم ترمودینامیک ..... ۲۵

۱-۸- مفهوم برگشت‌پذیری ..... ۲۷

۱-۹- چرخه کارنو ..... ۳۰

۱-۱۰- مفهوم انتروپی ..... ۳۲

**فصل ۲: سوخت‌های فسیلی و احتراق ..... ۳۷**

۲-۱- سوخت‌های جامد ..... ۳۸

۲-۲- سوخت‌های مایع ..... ۴۴

۲-۳- سوخت‌های گازی ..... ۴۷

۲-۴- انتخاب و خرید سوخت ..... ۴۹

۲-۵- احتراق ..... ۵۱

۲-۶- فرآیندهای احتراق ..... ۶۴

۲-۷- آنالیز گازهای آگروز ..... ۶۸

۲-۸- تعادل حرارتی دیگ بخار ..... ۷۳

**فصل ۳: چرخه نیروگاه بخار ..... ۸۱**

- ۳-۱- مقدمه ..... ۸۲
- ۳-۲- چرخه ایده‌آل رانکین ..... ۸۲
- ۳-۳- بازگشت‌ناپذیری خارجی چرخه رانکین ..... ۸۵
- ۳-۴- بازتاب ..... ۸۷
- ۳-۵- بازیاب ..... ۹۰
- ۳-۶- بازگشت‌ناپذیری داخلی چرخه رانکین ..... ۹۳
- ۳-۷- گرمکن‌های آب تغذیه تماس مستقیم یا باز ..... ۹۴

**فصل ۴: مولدهای بخار نیروگاهی و اجزای آنها ..... ۱۱۱**

- ۴-۱- مولدهای بخار لوله آتش ..... ۱۱۲
- ۴-۲- مولدهای بخار لوله آبی ..... ۱۱۳
- ۴-۳- مولدهای بخار تک مسیره ..... ۱۱۵
- ۴-۴- مولدهای بخار فوق بحرانی ..... ۱۱۶
- ۴-۵- مولدهای بخار جریان طبیعی ..... ۱۱۷
- ۴-۶- مولدهای بخار جریان اجباری ..... ۱۲۱
- ۴-۷- درام بخار ..... ۱۲۲
- ۴-۸- اکونومایزر ..... ۱۲۷
- ۴-۹- پیش‌گرم‌کن هوا ..... ۱۲۹
- ۴-۱۰- فوق‌گرم‌کن‌ها و بازتاب‌ها ..... ۱۳۳
- ۴-۱۱- کنترل دمای فوق‌گرم ..... ۱۳۶
- ۴-۱۲- تعیین ظرفیت مولدهای بخار ..... ۱۴۱

**فصل ۵: توربین‌های بخار ..... ۱۴۷**

- ۵-۱- مقدمه ..... ۱۴۸
- ۵-۲- انواع توربین‌ها ..... ۱۴۸
- ۵-۳- توربین‌های ضربه‌ای ..... ۱۵۱
- ۵-۴- انواع توربین‌های ضربه‌ای ..... ۱۵۷
- ۵-۵- قوانین عکس‌العمل ..... ۱۶۴
- ۵-۶- نیروی محوری ..... ۱۷۰
- ۵-۷- پیچش پره‌ها ..... ۱۷۲
- ۵-۸- تلفات توربین ..... ۱۷۳

- ۵-۹- روتورهای توربین ..... ۱۷۹
- ۵-۱۰- توربین‌های گاز ..... ۱۸۰
- ۵-۱۱- روش‌های مختلف کنترل توربین بخار ..... ۱۸۱

### **فصل ۶: سیستم‌های کوران نیروگاه ..... ۱۸۵**

- ۶-۱- مقدمه ..... ۱۸۶
- ۶-۲- کوران ..... ۱۸۶
- ۶-۳- اثر دودکشی ..... ۱۸۹
- ۶-۴- کوران تئوری دودکش ..... ۱۹۲
- ۶-۵- تعیین ابعاد دودکش ..... ۲۰۰
- ۶-۶- نکات طراحی دودکش ..... ۲۰۲

### **فصل ۷: چگالنده‌ها ..... ۲۱۱**

- ۷-۱- مقدمه ..... ۲۱۲
- ۷-۲- چگالنده‌های تماس مستقیم ..... ۲۱۲
- ۳-۷- چگالنده‌های سطحی ..... ۲۱۷
- ۴-۷- تخلیه هوای چگالنده ..... ۲۲۱
- ۷-۵- جزییات ساختمانی چگالنده ..... ۲۲۴
- ۶-۷- انتخاب اقتصادی چگالنده ..... ۲۲۷
- ۷-۷- چگالنده‌های تک فشاره و چند فشاره ..... ۲۲۸
- ۷-۸- محاسبات چگالنده سطحی ..... ۲۲۸

### **فصل ۸: برج‌های خنک‌کن ..... ۲۳۹**

- ۸-۱- مقدمه ..... ۲۴۰
- ۸-۲- تقسیم‌بندی سیستم‌های گردش آب ..... ۲۴۱
- ۸-۳- معرفی اصطلاحات ..... ۲۴۲
- ۸-۴- انواع برج‌های خنک‌کن ..... ۲۴۵
- ۸-۵- بحث و بررسی ..... ۲۵۸

### **فصل ۹: گرمکن‌های آب تغذیه نیروگاه ..... ۲۷۱**

- ۹-۱- مقدمه ..... ۲۷۲
- ۹-۲- گرمکن‌های باز ..... ۲۷۲
- ۹-۳- گرمکن‌های بسته ..... ۲۷۴

- ۲۷۷..... ۹-۴- نوع و جنس لوله‌های مورد استفاده در اجزای نیروگاه
- ۲۷۹..... ۹-۵- محاسبات گرمکن بسته
- ۲۸۵..... ۹-۶- انتخاب نوع و موقعیت قرار گرفتن گرم‌کن‌ها

### فصل ۱۰: اجزای لوله‌کشی و پمپ‌ها در نیروگاه..... ۲۸۹

- ۲۹۰..... ۱۰-۱- مقدمه
- ۲۹۰..... ۱۰-۲- کارکرد پمپ‌ها
- ۲۹۴..... ۱۰-۳- پمپ تغذیه دیگ
- ۲۹۷..... ۱۰-۴- پمپ‌های کندانس و تقطیر گرمکن‌ها
- ۲۹۷..... ۱۰-۵- پمپ‌های آب در گردش
- ۲۹۸..... ۱۰-۶- پمپ‌های جانبی
- ۲۹۹..... ۱۰-۷- لوله‌کشی در نیروگاه
- ۳۰۷..... ۱۰-۸- تکیه‌گاه‌ها و نگهدارنده‌های لوله
- ۳۰۸..... ۱۰-۹- شیر آلات
- ۳۰۹..... ۱۰-۱۰- تله‌های بخار
- ۳۱۰..... ۱۰-۱۱- اتصالات در لوله‌کشی

### فصل ۱۱: تصفیه آب نیروگاه..... ۳۱۳

- ۳۱۴..... ۱۱-۱- مقدمه
- ۳۱۴..... ۱۱-۲- سختی آب
- ۳۱۸..... ۱۱-۳- تصفیه آب در نیروگاه
- ۳۲۳..... ۱۱-۴- کانی‌زدایی

### فصل ۱۲: نیروگاه‌های توربین گاز..... ۳۲۹

- ۳۳۰..... ۱۲-۱- مقدمه
- ۳۳۱..... ۱۲-۲- چرخه توربین گاز
- ۳۳۲..... ۱۲-۳- چرخه عملی توربین گاز
- ۳۳۴..... ۱۲-۴- چرخه بسته
- ۳۳۸..... ۱۲-۵- بررسی از نقطه نظر ترمودینامیکی
- ۳۴۰..... ۱۲-۶- روش‌های بهبود چرخه برایتون
- ۳۵۲..... ۱۲-۷- مزایای استفاده از نیروگاه توربین گاز
- ۳۵۵..... ۱۲-۸- چرخه‌های ترکیبی به طور عمومی
- ۳۵۶..... ۱۲-۹- چرخه ترکیبی با پایه توربین گاز
- ۳۶۱..... ۱۲-۱۰- چرخه تبخیر دوگانه (نیروگاه‌های بخاری جیوه‌ای)

**فصل ۱۳: نیروگاه‌های دیزلی ..... ۳۶۷**

- ۱۳-۱- مقدمه ..... ۳۶۸
- ۱۳-۲- ترمودینامیک نیروگاه دیزلی ..... ۳۶۸
- ۱۳-۳- اجزا و سیستم‌های نیروگاه دیزلی ..... ۳۷۰
- ۱۳-۴- انواع مختلف موتورهای دیزل مورد استفاده در نیروگاه‌های دیزلی ..... ۳۷۸
- ۱۳-۵- مقایسه نیروگاه دیزلی با سایر نیروگاه‌های حرارتی ..... ۳۷۹

**فصل ۱۴: کنترل در نیروگاه ..... ۳۸۳**

- ۱۴-۱- تغییرات بار ..... ۳۸۴
- ۱۴-۲- ترکیب سیستم کنترل ..... ۳۸۶
- ۱۴-۳- کنترل احتراق ..... ۳۸۷
- ۱۴-۴- کنترل آب تغذیه و سطح درام در مولد بخار ..... ۳۹۱
- ۱۴-۵- کنترل فشار بخار ..... ۳۹۳
- ۱۴-۶- کنترل دمای بخار ..... ۳۹۴

**فصل ۱۵: نیروگاه‌های هسته‌ای ..... ۳۹۹**

- ۱۵-۱- مقدمه ..... ۴۰۰
- ۱۵-۲- واکنش‌های شیمیایی و هسته‌ای ..... ۴۰۱
- ۱۵-۳- واکنش‌های هسته‌ای تولیدکننده توان ..... ۴۰۴
- ۱۵-۴- نیروگاه‌های فیزیونی ..... ۴۰۷
- ۱۵-۵- رآکتور و نیروگاه هسته‌ای آب تحت فشار (PWR) ..... ۴۱۲
- ۱۵-۶- کنترل شیمیایی رآکتور ..... ۴۲۲
- ۱۵-۷- رآکتور آب جوش (BWR) ..... ۴۲۳
- ۱۵-۸- سیستم BWR رایج ..... ۴۲۹
- ۱۵-۹- رآکتورهای گاز خنک ..... ۴۳۲
- ۱۵-۱۰- نیروگاه‌های رآکتورهای Fast – Breeder ..... ۴۳۳

**فصل ۱۶: نیروگاه‌های زمین گرمایی ..... ۴۴۱**

- ۱۶-۱- مقدمه ..... ۴۴۲
- ۱۶-۲- اصل و نوع انرژی زمین گرمایی ..... ۴۴۲
- ۱۶-۳- سیستم‌های نیروگاهی زمین گرمایی - بخاری ..... ۴۴۷
- ۱۶-۴- نیروگاه زمین گرمایی - آبی نوع بخار فلش ..... ۴۴۹
- ۱۶-۵- نیروگاه زمین گرمایی - آبی نوع سیکل دوتایی ..... ۴۵۱
- ۱۶-۶- سیستم نیروگاه زمین گرمایی آبی - نظریه جریان کلی ..... ۴۵۲
- ۱۶-۷- سیستم‌های ترکیبی زمین گرمایی - فسیلی ..... ۴۵۴