

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تأسیسات برودتی

رشته تأسیسات

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۱۸۶۳

تأسیسات برودتی/ مؤلفان: احمد شعبانی، احمد آفزاده هریس، حسین مرتضوی.	۶۲۱
– تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.	/۵
۱۸۹ص. : مصور. – (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۱۸۶۳)	ت ۱۴۸
متون درسی رشته تأسیسات، زمینه صنعت.	۱۳۹۱
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته تأسیسات دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.	
۱. سردسازی و دستگاه‌های سردکننده. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش.	
کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته تأسیسات. ب. عنوان.	
ج. فروست.	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های
فنی و حرفه ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام نگار (ایمیل) info@tvoccd.sch.ir
وب گاه (وب سایت) www.tvoccd.sch.ir

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش

نام کتاب: تأسیسات برودتی - ۴۹۵/۸

مؤلفان: مهندس احمد شعبانی، مهندس حسین مرتضوی (فصل ۸) و مهندس احمد آقازاده هریس

اعضای کمیسیون تخصصی: مهندس سیدحسن میرمنتظری، مهندس حسن ضیغمی، مهندس داود بیطرفان،

مهندس حسین مرتضوی، مهندس رضا افشاری و مهندس امیر لیلانمهرآبادی

آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل چاپ و توزیع کتاب های درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وبسایت: www.chap.sch.ir

رسم: ابوالفضل شریفیان

صفحه آرا: صغری عابدی

طراح جلد: تبسم ممتحنی

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

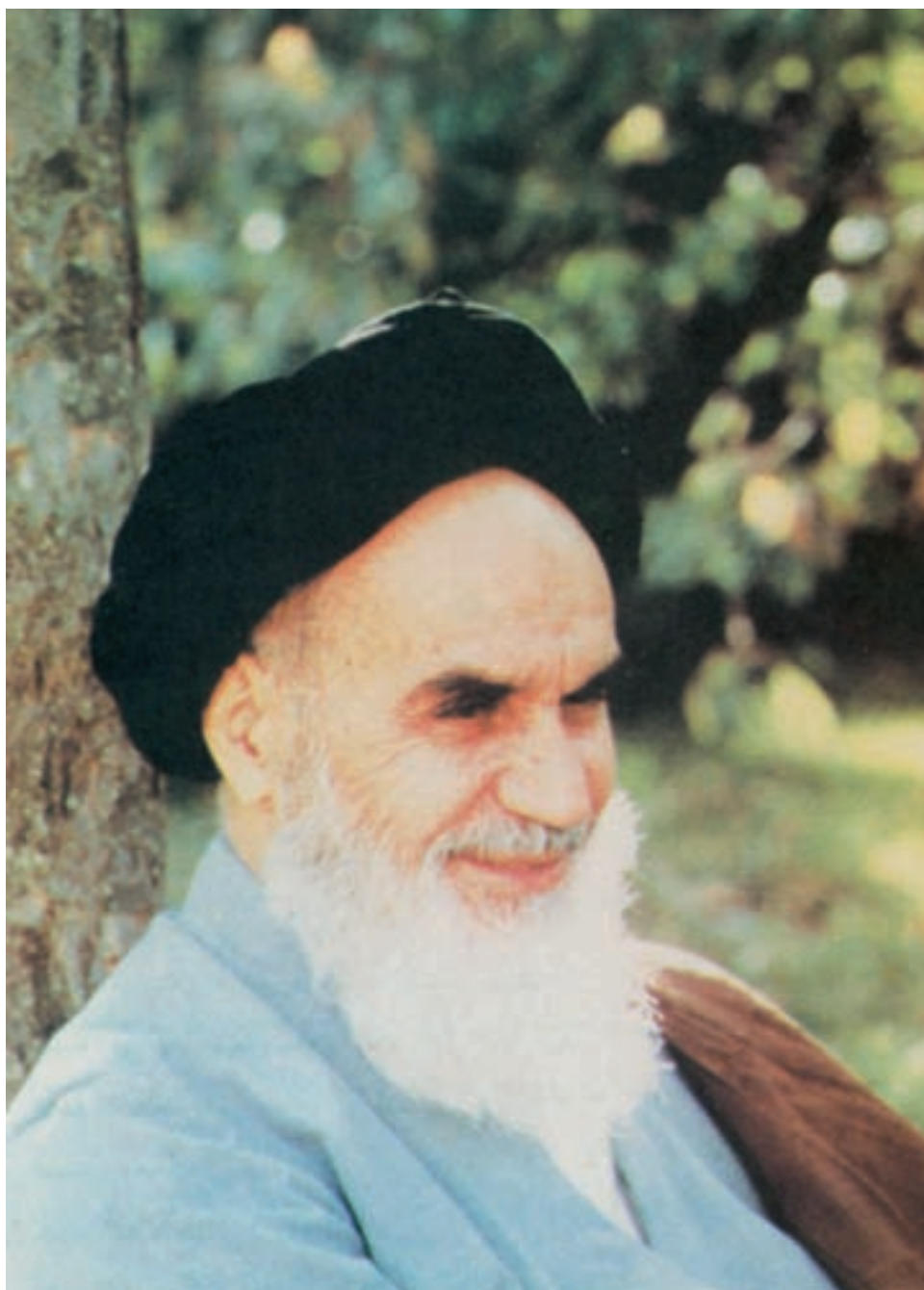
تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه: خجستگان

سال انتشار: ۱۳۹۱

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۵-۱۵۲۰-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1520-5



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

مقدمه

۱	فصل اوّل: کلیات و تعاریف
۱	۱-۱- گرما
۱	۱-۲- مولکول‌ها و گرما
۲	۱-۳- دما یا درجه حرارت
۲	۱-۴- سه حالت ماده
۴	۱-۵- فشار، دما و تغییر حالت
۴	۱-۶- نمودار دما-گرما (T-H) برای آب
۶	۱-۷- بخار اشباع و مایع اشباع
۸	۱-۸- فشار
۱۳	فصل دوم - سیکل تبرید
۱۴	۲-۱- تبرید (سردسازی)
۱۵	۲-۲- تعیین ظرفیت دستگاه‌های تبرید
۱۵	۲-۳- فرایند تبرید
۱۷	۲-۴- رابطه فشار و دمای جوش
۲۵	۲-۵- رابطه فشار و دما برای مبردهای مختلف
۲۶	۲-۶- سیکل تبرید
۲۸	۲-۷- تغییرات فشار و دما در سیکل تبرید
۳۱	فصل سوم - کمپرسورها
۳۲	۳-۱- انواع کمپرسور
۳۶	۳-۲- کمپرسورهای تناوبی
۳۸	۳-۳- روغن کاری کمپرسور
۴۱	۳-۴- نسبت تراکم
۴۲	۳-۵- عوامل مؤثر در ظرفیت کمپرسور
۴۲	۳-۶- کنترل ظرفیت کمپرسور

۴۶	فصل چهارم – کندانسرها
۴۷	۴-۱- انواع کندانسرها
۴۷	۴-۲- کندانسره‌های هوایی
۵۰	۴-۳- کندانسره‌های آبی
۵۱	۴-۴- برج خنک‌کن
۵۵	فصل پنجم – کنترل‌کننده‌های مایع مبرد
۵۶	۵-۱- لوله موئین
۵۶	۵-۲- شیر انبساط اتوماتیک
۵۷	۵-۳- شیر انبساط ترموستاتیک
۶۳	فصل ششم – اوپراتورها
۶۳	۶-۱- اوپراتورهای انبساط مستقیم (DX)
۶۴	۶-۲- انواع اوپراتورهای انبساط مستقیم
۶۸	۶-۳- عمل تقطیر در اوپراتورها
۷۲	۶-۴- فشار کاری اوپراتور
۷۲	۶-۵- پخش‌کننده‌ها در اوپراتور
۷۴	۶-۶- جهت جریان هوا از روی کویل اوپراتور
۷۵	۶-۷- برفک‌زدایی یا دیفراست
۷۶	۶-۸- کویل‌های آب
۷۹	فصل هفتم – تجهیزات جانبی دستگاه‌های تبرید
۸۰	۷-۱- صدا خفه‌کن
۸۰	۷-۲- تله روغن یا جداکن روغن
۸۱	۷-۳- رسیور
۸۲	۷-۴- فیلتر درایر
۸۴	۷-۵- سایت گلاس (شیشه رویت)
۸۴	۷-۶- شیر برقی
۸۶	۷-۷- مبدل گرمایی
۸۷	۷-۸- تله مایع مبرد (اکومولاتور)
۸۹	۷-۹- شیر اطمینان کندانسرها
۹۰	۷-۱۰- درپوش‌های ذوب شونده
۹۰	۷-۱۱- شیرهای سرویس رانش و مکش کمپرسور

۹۱	۷-۱۲- هیتر کارتر کمپرسور
۹۲	۷-۱۳- لرزه گیر
۹۵	فصل هشتم - مواد سرمازا و روغن ها
۹۵	۸-۱- مواد سرمازا و محیط زیست
۹۶	۸-۲- مواد سرمازا
۱۰۲	۸-۳- سیالات کریوژنیک (دما پایین)
۱۰۲	۸-۴- روغن های تبرید
۱۰۷	فصل نهم - کنترل ها
۱۰۷	۹-۱- ترموستات (دما پا)
۱۱۰	۹-۲- تایمر دیفر است
۱۱۴	۹-۳- رله های استارت
۱۱۶	۹-۴- اورلود یا کلید محافظ جریان اضافی
۱۱۷	۹-۵- کنترل کننده فشار کم
۱۱۷	۹-۶- کنترل کننده فشار زیاد
۱۱۹	۹-۷- کنترل فشار روغن
۱۱۹	۹-۸- کنترل رطوبت
۱۲۰	۹-۹- ترمودیسک (ترموستات محافظ)
۱۲۲	فصل دهم - دستگاه های تبرید خانگی و تجاری
۱۲۲	۱۰-۱- یخچال
۱۲۷	۱۰-۲- کولر گازی
۱۲۹	۱۰-۳- آب سردکن
۱۳۱	۱۰-۴- دستگاه یخساز خانگی
۱۳۵	۱۰-۵- اتاق های سرد
۱۳۹	۱۰-۶- یخچال های ویتربینی
۱۴۳	فصل یازدهم - سیستم های دیگر تبرید
۱۴۳	۱۱-۱- سیستم تبرید جذبی کریر
۱۴۹	۱۱-۲- یخچال جذبی
۱۵۰	۱۱-۳- سیستم تبرید پاششی با مواد مبرد مصرف شدنی

۱۵۱

۱۱-۴- سیستم تبرید ترموالکتریک

۱۶۲

فصل دوازدهم - محاسبات بار سرمایی

۱۶۴

۱۲-۱- بار سرمایی دیوارها و سقف و کف

۱۶۵

۱۲-۲- بار سرمایی تعویض هوا

۱۶۵

۱۲-۳- بار سرمایی محصول

۱۶۶

۱۲-۴- بار سرمایی متفرقه

۱۶۶

۱۲-۵- محاسبه بار سرمایی سردخانه‌ها از روش کوتاه

۱۷۷

۱۲-۶- محاسبه بار سرمایی یخچال و فریزر

۱۷۷

۱۲-۷- محاسبه بار سرمایی فضاهای مختلف

۱۷۸

۱۲-۸- تعیین قدرت کمپرسور یخچال‌ها و فریزرها

۱۸۰

۱۲-۹- انتخاب اوپراتور

۱۸۳

۱۲-۱۰- انتخاب کندانسینگ یونیت (واحد تقطیر)

۱۸۵

۱۲-۱۱- انتخاب شیر انبساط

۱۸۹

منابع و مأخذ

مقدمه

به نام خداوند جان و خرد

کزین برتر اندیشه برنگذرد

آب و هوای بیشتر نقاط کره زمین طوری است که انسان برای زندگی توأم با آسایش در تابستان نیاز به دستگاه‌های خنک‌کننده هوا و تهویه مطبوع دارد، اغلب خانه‌ها دارای حداقل یک یخچال و فریزر می‌باشند. و امروزه دستگاه‌های سردکننده‌ی خانگی و تجاری مانند یخچال، فریزر، کولر و ... جزء لاینفک زندگی بشر شده است. کارخانه‌های زیادی در دنیا و در کشور ما به ساخت دستگاه‌های سردکننده و تهویه مطبوع اشتغال دارند و به پیشرفت قابل توجهی هم در این زمینه نایل آمده‌اند.

ساخت، نصب، راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری دستگاه‌های سردکننده و تهویه مطبوع یکی از مشاغل مفید و با فراوانی زیاد در جامعه است و متخصص و تحصیل کرده در این رشته می‌تواند در یکی از زمینه‌های یاد شده کار کند و به عنوان یک شهروند مفید و سازنده‌ی جامعه شناخته شود.

کتاب تأسیسات برودتی که پیش‌روی شما قرار گرفته است، اصول کار سیستم‌های سردکننده و ساختمان و طرز کار آن‌ها را آموزش می‌دهد و هنرجو پس از پایان آموزش این کتاب می‌تواند اصول کار و ساختمان دستگاه‌های سردکننده را توضیح دهد، کنترل‌ها و تجهیزات جانبی و هدف از کاربرد آن‌ها را بیان نماید و با استفاده از کارهای عملی که در کارگاه زیر نظر هنرآموزان خویش انجام می‌دهد معلومات مقدماتی لازم برای گام نهادن در زمینه تأسیسات برودتی پیدا می‌کند.

کتاب در دوازده فصل تدوین شده است. در فصل اول کلیات و تعاریف مربوطه و پیش‌نیاز را بیان می‌کند. در فصل دوم تحت عنوان سیکل تبرید اصول کار سیستم‌های سردکننده براساس فرآیند تغییر حالت مایع به بخار تشریح می‌نماید و اجزای اصلی یک دستگاه سردکننده مکانیکی را معرفی می‌نماید. فصل‌های سوم، چهارم، پنجم و ششم به اجزاء اصلی سیستم‌های سردکننده شامل، کمپرسورها، کندانسرها، کنترل‌کننده مایع و اواپراتورها اختصاص دارند و در این فصل‌ها انواع، ساختمان، اصول کار هر یک از آن‌ها را شرح می‌دهد.

فصل هفتم تحت عنوان تجهیزات جانبی دستگاه‌های سردکننده وسایلی را که علاوه بر چهار جزء اصلی در سیستم‌های سردکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد، شرح می‌دهد و هدف از نصب آن‌ها، ساختمان و طرز کار آن‌ها را توضیح می‌دهد.

موادی که در دستگاه‌های سردکننده به عنوان ماده سرمازا یا ماده مبرد استفاده می‌شوند مواد خاصی با خواص خاصی می‌باشند. در فصل هشتم کتاب خواص مواد مبرد و کاربرد آن‌ها، تأثیر آن‌ها بر محیط زیست و روش شماره‌گذاری سیلندرهای نگهداری مواد مبرد پرداخته شده است و همچنین در این خواص روغن‌ها و مواد روان‌کننده مورد استفاده در دستگاه‌های سردکننده نیز معرفی شده است.

فصل نهم کتاب اختصاص به کنترل‌های الکتریکی مورد استفاده در دستگاه‌های سردکننده دارد و در این فصل انواع کنترل‌های دما و فشار مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و ساختمان و طرز کار آن‌ها بیان شده است. در فصل دهم چند نمونه از دستگاه‌های سردکننده خانگی و تجاری معرفی شده و به ساختمان، کاربرد، طرز کار آن‌ها پرداخته شده است. فصل یازدهم تحت عنوان سیستم‌های دیگر به تشریح روش‌های دیگر تبرید غیر از روش تبرید مکانیکی می‌پردازد و سیستم تبرید جذبی، پاششی و

ترموالکترونیک در این قسمت معرفی می‌شوند.

فصل دوازدهم کتاب به محاسبات با سرمایه و روش‌های انتخاب اجزاء دستگاه سردکننده پرداخته است که ضمن توضیح عوامل مؤثر در با سرمایه سردخانه‌ها یک روش کوتاه برای محاسبه با سرمایه ارائه می‌دهد و روش‌های انتخاب اجزاء اصلی سردکننده تحقیق نموده و در کلاس ارائه نمایند. این تحقیق می‌تواند شامل جمع‌آوری کاتالوگ، جستجوی اینترنتی و جمع‌آوری نرم‌افزارهای ارائه شده از طرف تولیدکنندگان باشد.

۳- بازدید گروهی از کارخانه‌های تولیدکننده و نمایشگاه‌های بین‌المللی انجام شود که در ایجاد علاقه به کار و رشته بسیار

مؤثر می‌باشد.

هنرجویان پس از پایان دوره سه ساله، دوره دو ساله کاردانی را پیش روی خود دارند که در یکی از دو گرایش: ۱- تأسیسات

حرارت مرکزی و تهویه مطبوع، ۲- تأسیسات تبرید به تحصیل خود ادامه دهند. در هر رشته زمینه فعالیت در مورد دستگاه سردکننده وجود دارد و می‌تواند وارد دنیای وسیع تأسیسات سردکننده‌ها اعم از تحصیلات و کار شود.

مؤلفان از اعضای کمیسیون تخصصی رشته‌ی تأسیسات که کتاب را با دقت و حوصله مورد بررسی قرار دادند و موارد یا

تذکر یا اصلاح نمودند صمیمانه تشکر می‌نمایند و از شما برادران همکار، اساتید، صاحب‌نظران و هنرجویان می‌خواهیم که نواقص و نارسایی‌ها را اعلام فرمایید و با انتقادهای و پیشنهادهای خود ما را راهنمایی فرمایید.

از این که توفیق تألیف این کتاب نصیب ما شده است از خداوند منان سپاسگزار هستیم.

و من الله التوفیق — مؤلفان

هدف کلی

ایجاد تغییر رفتار در هنرجوی رشته‌ی تأسیسات به طوری که بتواند اصول، استانداردها، طرز کار دستگاه‌های سردکننده‌ی خانگی و تجاری را توضیح داده و محاسبات مربوطه و لازم را انجام دهد.

جدول پیشنهادی ارزشیابی درس تأسیسات برودتی

پایه سوم تعداد واحد عملی - واحد نظری ۴ ساعت تدریس هفته‌ای ۴ ساعت

بارم بندی فصل‌ها		شاخص‌های ارزشیابی نوبت دوم	بارم بندی فصل‌ها		شاخص‌های ارزشیابی نوبت اول
بارم	شماره فصل		بارم	شماره فصل	
۲	۸	مواد سرمازا، روغن‌های تبرید	۲	۱	گرما، دما، فشار، نمودار دما - گرما بخار اشباع و مایع اشباع
۳	۹	کنترل‌ها	۲	۲	سیکل تبرید
۳	۱۰	دستگاه‌های تبرید خانگی و تجاری	۳	۳	انواع کمپرسور، روغنکاری کمپرسور، کنترل ظرفیت کمپرسور
۱	۱۱	سیستم تبرید جذبی، سیستم تبرید باششی سیستم تبرید ترموالکتریک	۳	۴	انواع کندانسرها، برج‌های خنک‌کن
۳	۱۲	بار سرمایی (سطوح، تعویض هوا، محصول)، محاسبه بار سرمایی یخچال و فریزر، انتخاب (کمپرسور، اواپراتور، کندانسینگ یونیت و شیر انبساط)	۲/۵	۵	لوله موئین، شیر انبساط اتوماتیک و ترموستاتیک
۸	۱ تا ۷	از شاخص‌های نوبت اول	۳/۵	۶	انواع اواپراتور، فشار کاری اواپراتور، دیفرانسیل و کوئل آب
۴	۷	از شاخص‌های نوبت اول	۴	۷	تجهیزات جانبی دستگاه‌های تبرید

جدول زمان بندی تدریس کتاب تأسیسات برودتی

زمان	عنوان فصل	شماره فصل
۶	کلیات و تعاریف	۱
۶	سیکل تبرید	۲
۸	کمپرسورها	۳
۸	کندانسرها	۴
۱۰	کنترل‌کننده‌های مایع مبرد	۵
۱۰	اواپراتورها	۶
۱۲	تجهیزات جانبی دستگاه‌های تبرید	۷
۶	مواد سرمازا و روغن‌ها	۸
۱۴	کنترل‌ها	۹
۱۴	دستگاه‌های تبرید خانگی و تجاری	۱۰
۱۰	سیستم‌های دیگر	۱۱
۱۶	محاسبات بار برودتی	۱۲