
مبانی محاسبات و مقررات تأسیسات مکانیکی ساختمان

طرح و محاسبه سردخانه‌ها، آبرسانی
و طراحی لوله کشی فاضلاب در ساختمانهای مرتفع (برجها)
و سرمایش تبخیری و پکیجهای آپارتمانی

مهندس سیدعلی عمادالساداتی
فوق لیسانس مهندسی مکانیک از دانشکده فنی دانشگاه تهران



عمادالساداتی، علی

مبانی محاسبات و مقررات تأسیسات مکانیکی ساختمان و.../
تألیف علی عمادالساداتی -- [ویرایش ۳] -- تهران: انتشارات علمی
وفنی، ۱۳۸۵.

چهارده، ۲۸۲ ص: مصور، جدول، نمودار
ISBN 964-6215-10-6 ریال: ۳۰۰۰۰
کتابنامه: ص ۲۸۲.

۱. تأسیسات -- طرح و ساختمان. الف. عنوان.

۶۹۶

۴۸۲/۲۱/۲۱۱۶

۱۳۸۵

۸۵۶-۸۵

کتابخانه ملی ایران



مبانی محاسبات و مقررات تأسیسات مکانیکی ساختمان

(ویرایش جدید)

تألیف مهندس سیدعلی عمادالساداتی

ویرایش جدید: بهار ۱۳۸۵

۲۹۶ صفحه وزیری در ۳۰۷۰ نسخه، چاپ پژوهاک اندیشه

ویرایش و طراحی کتاب: آتلیه انتشارات علمی و فنی

طراح جلد: امیرحسین مظاهری نیا

حروفچینی: علی بهاری و عماد عزیزی

شابک: ۹۶۴-۶۲۱۵-۱۰-۶

تهران: صندوق پستی شماره ۱۴۴۵۵/۱۸۸

تلفن: ۸۸۷۲۹۱۹۸ - ۸۸۵۵۴۸۴۹، فکس و پیامگیر: ۸۸۵۵۵۹۳۲

پست الکترونیکی: elmi_fanni@yahoo.com

قیمت ۳۰۰۰۰ ریال

به نام خداوند جان و خرد

چاپ دوم این کتاب مدتهاست کمیاب شده است و علت تأخیر در چاپ مجدد، درحقیقت عدم امکان دستیابی به مطالب جدید دربارهٔ پیشرفتهای تکنولوژی در یکی دو دههٔ اخیر در صنعت تهویه مطبوع، مدیریت انرژی در ساختمان و سایر عوامل دیگر از جمله سیستمهای جدید کنترل هوشمند بوده است. این محرومیت از دستیابی راحت و ارزان به تکنولوژیهای جدید در همهٔ زمینههای علمی و صنعتی، نه به دلیل تحریم اقتصادی بلکه به نظر من و براساس تجربههای شخصی اینجانب به خاطر دشمنی با پیشرفت و ترقی این ملت بزرگ و هوشمند بوده است.

اکنون که ناخواسته این ادعا را عنوان کردهام مجبورم سندی براین مدعا ارائه کنم. نزدیک به ده سال پیش با مشقت زیاد به کاتالوگ انتشارات سال مؤسسهٔ ASHRAE دسترسی پیدا کردم و با اطلاع کامل از مقررات بین المللی مطبوعات که کتاب و مقاله و روزنامه مشمول تحریم اقتصادی نیست، تعدادی کتاب و مقاله های تخصصی را که در آن زمان بسیار مورد احتیاج بود، از جمله تهویهٔ تونلها (درست چند ماه بعد از حادثهٔ ناگوار در تونل کندوان)، انتخاب نمودم. بلافاصله از طریق دانشگاه تهران مجوز لازم از وزارت علوم برای گشایش اعتبار اسنادی در بانک مرکزی اخذ گردید و کتابها و مقالات انتخابی به وسیلهٔ دانشگاه تهران سفارش داده شد و با پیگیری اینجانب از طریق مسؤولان وقت ادارهٔ تدارکات دانشگاه، اعتبار اسنادی گشایش یافت و هزینهٔ کتاب و مقالات به حساب بانکی مؤسسهٔ ASHRAE

(جامعه مهندسان حرارت و تبرید و تهویه مطبوع آمریکا) واریز و تأییدیه آن نیز دریافت گردید. من مشتاقانه در انتظار دریافت این کتب خصوصاً مقاله‌ها، بویژه مقاله تهویه تونلها روزشماری می‌کردم، لیکن پس از مدتها این مؤسسه علمی با مدیران عالم و دانشمند و متمدن! تمام مقررات بین‌المللی مبنی بر آزاد بودن مبادلات فرهنگی را زیر پا گذاشتند و در جواب سفارش معتبرترین دانشگاه ایران که دانش‌آموختگان آن امروز از برجسته‌ترین دانشمندان آمریکا هستند، در یک سطر چنین اعلام داشتند: «ما از ارسال کتب و مقالات مورد درخواست آن دانشگاه معذوریم، چراکه کتب این مؤسسه در تهران افست‌شده به فروش می‌رسند». حضرات سکوت می‌کنند که سالیان دراز آثار ما را چون: خیام، حافظ، فردوسی و... بدون اجازه ایران منتشر نموده و به فروش می‌رسانند.

اینجانب به‌همه نمایشگاههای بین‌المللی کتاب که در سالهای گذشته در تهران تشکیل شده است مراجعه کرده‌ام و ساعتها فهرست کتابهای مربوط به تأسیسات ساختمان را مطالعه نموده‌ام و متوجه شده‌ام چاپ اول همه این کتابها در دهه ۱۹۵۰ و ۶۰ بوده است و چاپهای بعدی تغییرات چندانی نداشته‌اند و مطالب جدیدی به آنها اضافه نشده است. کمتر کتابی را مشاهده کرده‌ام که چاپ اول آن مربوط به سال ۲۰۰۰ و به‌بعد باشد و خلاصه، این کتابها قبلاً کنترل و در اصطلاح ممیزی شده‌اند تا پیشرفتهای علوم و تکنولوژی از این طریق در دسترس ایرانیان قرار نگیرد. دراین‌باره کتابهای تحت عنوان International را می‌توان مثال زد که برای کشورهای غیر منتشر می‌گردند و بعضاً در آنها مطالب کلیدی آورده نمی‌شود.

در چنین شرایطی و با همه بی‌حوصلگی که مربوط به دوران بازنشتگی است، با اصرار زیاد ناشر که از ایشان استدعا کرده بودم تا هنگام اضافه کردن مطالب جدید از چاپ کتاب خودداری شود، بالاخره دو فصل جدید به این کتاب اضافه گردید:

الف - فصل ۱۱، طراحی لوله‌کشی فاضلاب در ساختمانهای مرتفع (برجها) = آسمانخراشها). محققان دانشگاه آیالتی IOWA در آمریکا طی گزارشی در سال ۱۹۵۲ ثابت کرده‌اند که مایعات در سقوط آزاد در هوا به سرعت حد می‌رسند و خلاصه آن که فاضلاب در ساختمانهای مرتفع، در لوله رابزر اصلی، پس از طی ارتفاع سه طبقه ساختمان به سرعت حد یا سرعت ثابت خواهد رسید. به عبارت دیگر، سرعت فاضلاب در انتهای لوله قائم و ابتدای ورود به لوله افقی در زیرزمین یک ساختمان ۱۰۰ طبقه، مساوی یک

ساختمان ۴ طبقه خواهد بود. بدین لحاظ، همه مهندسانی که از دهه ۱۹۳۰ آسمانخراشهای شیکاگو را ساخته‌اند، تا امروز، با قرار دادن سرعتگیر در لوله قائم فاضلاب، کاری اشتباه و دردسرافرین انجام داده‌اند. در نتیجه، ضمن اصلاح بند ۶-۲ در صفحه ۲۰۳ چاپ دوم کتاب، مفصلاً در فصل جدید (فصل ۱۱) طراحی لوله‌کشی فاضلاب و آب باران با جزئیات مربوطه برای ساختمانهای مرتفع ارائه شده است.

ب - فصل ۱۲، سرمایش تبخیری. این روزها سرمایش تبخیری در ایران کاربرد فراوانی پیدا کرده است، از جمله استفاده در پکیجهای آپارتمانی، در صنایع کشاورزی، گلخانه‌ای و نساجی، در رفع مشکل آلودگی هوا و آماده کردن ذرات درشت آن به‌منظور فیلتراسیون آسان، در بهره‌وری از هوای مرطوب آماده تخلیه با مرطوب کردن مجدد آن و ورودش به‌مبدل‌های هوا به‌هوا برای پیش‌سرمایش هوای تازه ورودی به‌هواشوی اولیه، و دیگر کاربردهایی که به‌علت اطاله کلام از ذکر آنها خودداری می‌شود. این کاربردهای فراوان و مؤثر از نظر فنی و اقتصادی در شهرهایی که هوای گرم و خشک دارند، موجب شد تا در فصل جدیدی (فصل ۱۲) سرمایش تبخیری به‌طور مفصل و آن هم از طریق علمی و محاسباتی (نه از طریق محاسبات کوتاه و غیر علمی) ارائه گردد.

در ابتدای این فصل تاریخچه سرمایش تبخیری عنوان شده و بیشتر منظور سیر تحول و پیشرفت این پدیده در سایر کشورهای جهان بوده است، چرا که کدام مهندس ایرانی است که نداند مردم فلات ایران بیش از هزار سال قبل، از پیشگامان استفاده صحیح و مهندسی از سرمایش تبخیری در ساختمانهای مسکونی واقع در حاشیه کویر بوده‌اند. آنان با ساختن سرداب یا حوضخانه در زیر زمین و ساخت تعدادی بادگیر در پشت بام و مرتبط کردن آنها به هم سرمایش تبخیری را به نحو احسن مورد استفاده قرار داده‌اند و این کار مهندسی هزار سال یا بیشتر است که در این سرزمین ادامه دارد و بادگیرهای شهر یزد مبین این ادعا هستند.

با آرزوی موفقیت برای جامعه مهندسان این سرزمین که آن را بسیار دوست دارم.

سیدعلی عمادالساداتی

فروردین ۸۵

فهرست مطالب

۱	آب	فصل ۱
۱	۱- استانداردهای آب مشروب	
۵	۲- مصرف سرانه آب	
۷	۳- مشخصات خطوط شبکه‌های توزیع آب شهری	
۸	۴- مشخصات و میزان مصرف آب سرد و گرم در واحدهای مسکونی	
۱۱	۵- لوله کشی آب سرد و گرم در ساختمان	
۱۵	۶- آب باران	
۱۷	۷- ضوابط نمونه برداری آب	
۲۲	۸- استانداردهای توصیه شده برای کیفیت باکتریولوژیک آب	
۲۳	۹- استانداردهای کیفیت شیمیایی	
۲۵	فاضلاب	فصل ۲
۲۵	ضوابط و مقررات لوله کشی فاضلاب ساختمان	
۳۵	گاز	فصل ۳
۳۵	۱- فشارهای استاندارد در لوله کشیهای داخلی گاز	
۳۵	۲- رعایت موارد نصب رگولاتور و کنتور گاز	
۳۶	۳- مشخصات شیرهای گاز	
۳۶	۴- قطر لوله گاز	
۳۷	۵- رعایت موارد لوله کشی گاز داخلی	
۳۸	۶- سیستم لوله کشی گاز داخلی با فشار ۰/۱۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (2PSI)	
۳۹	۷- بررسی، آزمایش و مسائل ایمنی	
۳۹	۸- نقشه لوله کشی گاز	
۴۱	تأسیسات حرارتی و برودتی	فصل ۴
۴۱	۱- شرایط طرح خارج و داخل ساختمان	
۴۸	۲- تجدید هوا و مقدار هوای تازه	
۵۱	۳- ضریب همزمانی	
۵۱	۴- مقدار بار اضافی مجاز با سیستم کار منقطع	

۵۲	۵- کنترل اعداد بار برودتی
۵۵	فصل ۵ کانال کشی هوا
۵۵	۱- سیستم سرعت کم (Low Velocity)
۵۸	۲- سرعت مجاز هوا در دریچه‌ها
۵۸	۳- کنترل صدا
۶۱	فصل ۶ لوله کشی در تأسیسات
۶۱	۱- کلیات لوله کشی
۶۸	۲- لوله کشی آب
۶۸	۳- سیستم‌های آب گرم، آب داغ و آب خیلی داغ
۶۹	۴- ضوابط لوله کشی در سیستم آب گرم
۷۱	فصل ۷ سیستم بخار
۷۱	۱- کلیات
۷۳	۲- لوله کشی بخار در سیستم فشار کم
۷۹	۳- لوله کشی بخار در سیستم فشار متوسط
۸۴	۴- لوله کشی بخار در سیستم فشار زیاد
۸۷	فصل ۸ ضوابط و مبانی محاسبات دستگاهها
۸۷	۱- چیلر جذبی با مصرف بخار
۸۹	۲- چیلرهای جذبی با مصرف آب گرم
۸۹	۳- چیلرهای کمپرسوری
۹۰	۴- چیلرهای سانتریفوژ
۹۱	۵- برج خنک‌کن
۹۵	۶- کندانسورهای هوایی
۹۵	۷- دستگاه هواساز عمودی و افقی
۹۷	۸- مبدل‌های حرارتی
۹۸	۹- انواع پمپ‌های خطی و فونداسیونی
۱۰۱	فصل ۹ سردخانه‌ها
۱۰۱	مقدمه
۱۰۱	تاریخچه علم سرماسازی
۱۰۳	بخش اول: نگرشی مقدماتی بر اصول علم سرماسازی
۱۰۳	۱- تعاریف
۱۰۴	۲- مبردها
۱۰۸	۳- خواص عمومی مبردها

- ۴- خواص ترمودینامیکی میردها ۱۱۳
 - ۵- اجزای مختلف ماشینهای سرماساز ۱۲۷
 - بخش دوم: محاسبات بار برودتی سردخانه‌ها (سیستم متریک) ۱۴۲
 - ۱- راههای ورود حرارت به سردخانه‌ها ۱۴۲
 - ۲- چگونگی محاسبه حرارت وارده از طریق سطوح سردخانه ۱۴۲
 - ۳- حرارت وارده به سردخانه از طریق هوای گرم (در سیستم متریک) ۱۴۷
 - ۴- بار حرارتی وارده به سردخانه در اثر ورود محصول ۱۵۵
 - ۵- محاسبه گرمای لامپها، موتورآلات و اشخاص در داخل سردخانه ۱۷۰
 - ۶- بار حرارتی چراغها، موتورها و افراد در سیستم انگلیسی ۱۷۱
 - ۷- محاسبه بار حرارتی سردخانه با استفاده از روش کوتاه (در سیستم متریک) ۱۷۲
 - ۸- محاسبه بار حرارتی سردخانه به روش کوتاه در سیستم انگلیسی ۱۷۵
 - ۹- طرق محاسبه بار حرارتی سردخانه (با دو سیستم انگلیسی و متریک) ۱۷۵
 - ۱۰- انتخاب کمپرسور، کندانسور و اواپراتور مناسب سردخانه ۱۷۵
 - ۱۱- انتخاب کمپرسور، کندانسور و اواپراتور با استفاده از کاتالوگهای فنی ۱۷۷
 - بخش سوم: محاسبات بار برودتی یک مجتمع سردخانه به عنوان مثال ۱۸۰
 - ۱- مشخصات عمومی مجتمع سردخانه ۱۸۰
 - ۲- عایقکاری ۱۸۰
 - ۳- کف سازی سردخانه‌ها ۱۸۲
 - ۴- وزن محصولاتی که می توان در مجتمع سردخانه‌ها انبار کرد ۱۸۴
 - ۵- روشنایی سردخانه‌ها ۱۸۵
 - ۶- شرایط هوای خارج و داخل ۱۸۵
 - ۷- سایر شرایط پروژه ۱۸۵
 - ۸- محاسبات بار برودتی سردخانه‌های پروژه ۱۸۶
 - بخش چهارم: انتخاب دستگاههای سردخانه پروژه ۱۹۲
 - ۱- انتخاب اواپراتورها ۱۹۲
 - پیوستها، شامل:
 - جدول کندانسینگ یونیت تسمه‌ای هوایی ۱۹۴
 - پلانهای سردخانه ۱۹۵
 - جدول مشخصات فنی و برآورد مجتمع سردخانه ۱۹۸
- ## فصل ۱۰ آبرسانی ساختمانهای مرتفع ۳۰۱
- ۱- چگونگی تأمین فشار آب در ساختمانهای مرتفع (برجها) ۲۰۱
 - ۲- شرایط عمومی در طراحی تأسیسات ساختمانهای مرتفع ۲۰۱

۳- تأمین فشار آب در ساختمانهای مرتفع با استفاده از مخزن ذخیرهٔ ثقلی ۲۰۷

۴- تأمین فشار آب در ساختمانهای مرتفع با استفاده از سیستم بوستر پمپ ۲۱۵

۵- تأمین فشار آب در ساختمانهای مرتفع با استفاده از مخزن تحت فشار ۲۳۱

۶- مقررات آتش نشانی در ساختمانهای مرتفع ۲۳۳

فصل ۱۱ طراحی لوله کشی فاضلاب در ساختمانهای مرتفع ۲۳۵

۱- جهش میدرولیکی در افست ۲۳۶

۲- سیستم هواکش در ساختمانهای مرتفع ۲۳۷

فصل ۱۲ سرمایش تبخیری ۲۴۱

۱- فرایندهای ترمودینامیکی سرمایش تبخیری ۲۴۲

۲- کاربردهای سرمایش تبخیری در صنایع مختلف ۲۴۵

۳- استفاده از مبدل‌های حرارتی هوا به هوا ۲۵۶

۴- طراحی سیستمهای سرمایش و گرمایش در شرایط هوای آلودهٔ شهری ۲۶۰

در ساختمانهای مختلف از جمله ساختمانهای آموزشی و اداری و غیره ۲۶۰

۵- طراحی و محاسبهٔ ظرفیت دستگاههای مولد سرمایش تبخیری ۲۶۰

به روش کوتاه short method ۲۶۲

۶- دستگاههای یکپارچه تهویهٔ مطبوع آپارتمانی ۲۶۸

فصل ۱۳ عمر مفید تأسیسات و تجهیزات مکانیکی ساختمان ۲۷۵

۱- نصب، راه اندازی، آزمایش و راهبری ۲۷۵

راهنمای جداول و شکلها و نمودارها و پیوستها ۲۷۷

راهنمای جداول ۲۷۷

راهنمای شکلها ۲۸۰

راهنمای نمودارها ۲۸۱

راهنمای پیوستها ۲۸۱

○ ۲۸۲

منابع و مآخذ