

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

# ترویج صنعتی

مترجم:

دکتر محمدجواد جعفری

دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای  
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی



دکتر ایستیس

<b>عنوان و نام پدیدآور</b>	: تهویه صنعتی/کمیته تهویه صنعتی انجمن بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH)
<b>مشخصات نشر</b>	: مترجم محمدجواد جعفری
<b>مشخصات ظاهری</b>	: تهران: فدک ایستایس، ۱۳۸۷.
<b>شابک</b>	: ۳۲۰ص: مصور، جدول، نمودار.
<b>وضعیت فهرست‌نویسی</b>	: ۹۰۰۰۰ ریال: ۸-۲۸-۵۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸
<b>یادداشت</b>	: فیپا
<b>موضوع</b>	: عنوان اصلی: Industrial Ventilation.
<b>شناسه افزوده</b>	: کارخانه‌ها-- گرمایش و تهویه
<b>شناسه افزوده</b>	: جعفری، محمد جواد، ۱۳۳۱-، مترجم
<b>شناسه افزوده</b>	: انجمن بهداشت صنعتی آمریکا .. کمیته تهویه صنعتی
<b>شناسه افزوده</b>	: American Conference of Governmental Industrial Hygienists..
<b>رده‌بندی کنگره</b>	: Committee on Industrial Ventilation
<b>رده‌بندی دیویی</b>	: TH۷۲۹۲/ک۲ت۹ ۱۳۸۷
<b>شماره کتابشناسی ملی</b>	: ۶۵۸/۲۵
	: ۱۶۲۷۶۹۷

## تهویه صنعتی



مترجم	: محمدجواد جعفری
مدیر تولید	: مجیدرضا زروئی
صفحه‌آرایی و اجرا	: محمد کریمی‌شاهنده
نوبت چاپ	: دوم - ۱۳۸۹
تیراژ	: ۱۰۰۰
چاپ و صحافی	: گنج‌شایگان
قیمت	: ۱۲۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۸-۲۸-۵۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لبافی‌نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰ (۱۲۶ قدیم)  
 تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱  
 نمایندگی تهران : خیابان انقلاب - نبش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی  
 تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵  
 نمایندگی یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره  
 تلفن: ۶۲۲۷۴۷۵ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲  
**www.fadakbook.ir - Email: fadakbook@yahoo.com**

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به مترجم می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی‌برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از مترجم ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی  
 انتشارات فدک ایستایس

## فهرست مطالب

مقدمه

تعاریف

### فصل ۱

#### GENERAL PRINCIPLES OF VENTILATION

#### اصول عمومی تهویه

۳	.....	مقدمه	۱-۱
۴	.....	سیستم‌های مولد	۲-۱
۴	.....	سیستم‌های مکنده	۳-۱
۵	.....	تعاریف اساسی	۴-۱
۹	.....	اصول جریان هوا	۵-۱
۱۰	.....	شتاب هود و افتهای ورودی	۶-۱
۱۳	.....	افتهای کانال	۷-۱
۱۳	.....	۱-۷-۱ افتهای ناشی از مالش	
۱۷	.....	۲-۷-۱ افتهای ناشی از اتصالات	
۱۹	.....	سیستم‌های مکنده با چند هود	۸-۱
۱۹	.....	ویژگیهای جریان هوای دمنده و مکنده	۹-۱
۲۱	.....	منابع	

### فصل ۲

#### GENERAL INDUSTRIAL VENTILATION

#### تهویه صنعتی عمومی

۲۵	.....	مقدمه	۱-۲
۲۵	.....	تهویه رقتی و یا رقیق‌سازی	
۲۵	.....	تهویه بمنظور کنترل گرما	
۲۵	.....	اصول تهویه رقیق‌سازی	۲-۲
۲۶	.....	تهویه رقتی برای کنترل مخاطرات بهداشتی	۳-۲
۲۶	.....	۱-۳-۲ روابط تهویه رقیق‌سازی	
۳۰	.....	۲-۳-۲ برآورد تهویه رقتی برای غلظت یکنواخت (شرایط پایدار)	
۳۱	.....	۳-۳-۲ برآورد غلظت آلاینده	
۳۲	.....	۴-۳-۲ میزان پاکسازی	

۳۳.....	تهویه رقتی برای کنترل مخاطرات بهداشتی ناشی از مخلوط مواد	۴-۲
۳۵.....	تهویه رقتی برای پیشگیری از حریق و انفجار	۵-۲
۳۶.....	تهویه رقتی برای پیشگیری از حریق و انفجار مخلوط مواد	۶-۲
۳۷.....	تهویه به منظور کنترل گرما	۷-۲
۳۷.....	تعادل و تبادل گرما	۸-۲
۳۸.....	همرفتی	۱-۸-۲
۳۹.....	تابش	۲-۸-۲
۳۹.....	تبخیر	۳-۸-۲
۳۹.....	مکانیزم کنترل دمای بدن	۹-۲
۴۰.....	سازش	۱۰-۲
۴۰.....	نارسایی‌های حاد ناشی از گرما	۱۱-۲
۴۱.....	گرمازدگی	۱-۱۱-۲
۴۱.....	خستگی ناشی از گرما	۲-۱۱-۲
۴۱.....	گرفتگی عضلات در اثر مواجهه با گرما	۳-۱۱-۲
۴۱.....	عرق سوز	۴-۱۱-۲
۴۱.....	اندازه‌گیری تنش گرما	۱۲-۲
۴۲.....	دمای خشک هوا	۱-۱۲-۲
۴۲.....	دمای تر طبیعی	۲-۱۲-۲
۴۲.....	دمای تر چرخان	۳-۱۲-۲
۴۲.....	سرعت جریان هوا	۴-۱۲-۲
۴۲.....	گرمای تابشی	۵-۱۲-۲
۴۲.....	تعیین گرمای متابولیسم	۶-۱۲-۲
۴۳.....	شاخص‌های تنش گرما	۱۳-۲
۴۴.....	شاخص دمای تر گویسان	۱-۱۳-۲
۴۵.....	شاخص دمای بوتزیال	۲-۱۳-۲
۴۷.....	کنترل گرما با استفاده از تهویه	۱۴-۲
۴۷.....	سیستم‌های تهویه	۱۵-۲
۴۸.....	سرمایش از طریق سرعت هوا	۱۶-۲
۵۰.....	کنترل گرمای تابشی	۱۷-۲
۵۰.....	لباسهای حفاظتی برای تماسهای کوتاه مدت	۱۸-۲
۵۱.....	تبادل‌کننده‌های تنفسی گرما	۱۹-۲
۵۱.....	لباسهای خنک شده	۲۰-۲
۵۱.....	اتاقکها	۲۱-۲
۵۱.....	عایق‌سازی	۲۲-۲
۵۲.....	منابع	

۵۵.....	مقدمه	۱-۳
۵۵.....	خواص آلاینده‌ها	۲-۳
۵۵.....	اثرات اینرسی	۱-۲-۳
۵۵.....	چگالی مؤثر	۲-۲-۳
۵۵.....	اثر مسیر متلاطم	۳-۲-۳
۵۹.....	انواع هودها	۳-۳
۵۹.....	هودهای محصورکننده	۱-۳-۳
۵۹.....	هودهای بیرونی	۲-۳-۳
۶۰.....	فاکتورهای طراحی هود	۴-۳
۶۰.....	سرعت ربایش	۱-۴-۳
۶۱.....	تعیین هوای موردنیاز هود	۲-۴-۳
۶۴.....	تأثیر لبه‌ها و موانع	۳-۴-۳
۶۵.....	توزیع هوا	۴-۴-۳
۶۵.....	هودهای گرد و مستطیل شکل	۵-۴-۳
۷۲.....	اثر وضعیت کارگر	۶-۴-۳
۷۳.....	افتهای هود	۵-۳
۷۵.....	هودهای ساده	۱-۵-۳
۷۵.....	هودهای مرکب	۲-۵-۳
۷۶.....	حداقل سرعت کانال	۶-۳
۷۷.....	نیاز به هودهای ویژه	۷-۳
۷۷.....	تهویه فرآیندهای پرتوزا و فوق‌العاده سمی	۱-۷-۳
۷۷.....	فعالیت‌های آزمایشگاهی	۲-۷-۳
۷۸.....	تهویه دمشی - مکشی	۸-۳
۷۹.....	جت دمنده	۱-۸-۳
۸۰.....	هود مکنده	۲-۸-۳
۸۰.....	طراحی سیستم دمشی - مکشی	۳-۸-۳
۸۱.....	فرآیندهای داغ	۹-۳
۸۱.....	هودهای خیمه‌ای بلند دایره‌ای شکل	۱-۹-۳
۸۲.....	هودهای خیمه‌ای مستطیل شکل بلند	۲-۹-۳
۸۳.....	هودهای خیمه‌ای کوتاه	۳-۹-۳
۸۴.....	مسئله‌ها	
۸۵.....	منابع	

۸۹.....	مقدمه	۱-۴
۸۹.....	انتخاب غبارگیر	۲-۴
۸۹.....	غلظت آلاینده	۱-۲-۴
۹۰.....	کارایی لازم	۲-۲-۴
۹۰.....	خصوصیات جریان گاز	۳-۲-۴
۹۱.....	خصوصیات آلاینده	۴-۲-۴
۹۱.....	جنبه‌های انرژی	۵-۲-۴
۹۱.....	دفع غبارات جمع شده	۶-۲-۴
۹۱.....	انواع غبارگیرها	۳-۴
۹۲.....	رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی	۱-۳-۴
۹۹.....	غبارگیرهای پارچه‌ای	۲-۳-۴
۱۰۹.....	جمع‌آوری کننده‌های تر	۳-۳-۴
۱۱۰.....	محفظه یا برج اسپری	
۱۱۰.....	بسترهای شستشو دهنده	
۱۱۱.....	غبارگیرهای تر گریز از مرکز	
۱۱۱.....	رسوب دهنده‌های تر دینامیکی	
۱۱۱.....	نوع اریفیس	
۱۱۱.....	ونتوری	
۱۱۲.....	جمع‌آوری کننده‌های خشک گریز از مرکز	۴-۳-۴
۱۱۲.....	اندازه، وزن و شکل ذره	
۱۱۲.....	اندازه و طرح جمع‌آوری کننده	
۱۱۲.....	سرعت	
۱۱۲.....	غلظت گرد و غبار	
۱۱۲.....	جداکننده‌های گرانشی یا محفظه‌های ته نشینی	
۱۱۲.....	جداکننده‌های اینرسیال	
۱۱۲.....	رسوب دهنده‌های دینامیکی	
۱۱۲.....	جمع‌آوری کننده سیکلون	
۱۱۲.....	جمع‌آوری کننده‌های گریز از مرکز راندمان بالا	
۱۱۳.....	کمک‌های اضافی در انتخاب جمع‌آوری کننده‌های ذرات	۴-۴
۱۱۹.....	کنترل آلاینده‌های بخار، گاز و میست	۵-۴
۱۱۹.....	جمع‌آوری کننده‌های آلاینده‌های گازی	۶-۴
۱۱۹.....	جاذب‌ها	۱-۶-۴
۱۱۹.....	جاذب‌های سطحی	۲-۶-۴

۱۲۲	..... اکسید کننده‌های گرمایی	۳-۶-۴
۱۲۲	..... سوزاننده‌های مستقیم	۴-۶-۴
۱۲۲	..... اکسید کننده‌های کاتالیتی	۵-۶-۴
۱۲۳	..... جمع‌آوری کننده‌های واحد	۷-۴
۱۲۳	..... هزینه تجهیزات غبارگیری	۸-۴
۱۲۳	..... هزینه به ازاء ظرفیت	۱-۸-۴
۱۲۵	..... تجهیزات جانبی	۲-۸-۴
۱۲۵	..... هزینه نصب	۳-۸-۴
۱۲۵	..... ساختار ویژه	۴-۸-۴
۱۲۵	..... انتخاب تجهیزات پاکسازی هوا	۹-۴
۱۲۸	..... الک کردن	۱-۹-۴
۱۲۸	..... برخورد	۲-۹-۴
۱۲۸	..... بازدارندگی	۳-۹-۴
۱۲۸	..... انتشار (پخش)	۴-۹-۴
۱۲۸	..... الکترواستاتیک	۵-۹-۴
۱۲۸	..... کارآیی	۶-۹-۴
۱۳۱	..... فرآیندهای پرتوزا و فوق‌العاده سمی	۱۰-۴
۱۳۱	..... دریچه انفجار	۱۱-۴
۱۳۲	..... منابع	

## فصل ۵

### EXHAUST SYSTEM DESIGN PROCEDURE

### مراحل طراحی سیستم مکنده

۱۳۵	..... مقدمه	۱-۵
۱۳۵	..... قدمهای اولیه	۲-۵
۱۳۶	..... مراحل طراحی	۳-۵
۱۳۶	..... سیستمهای مخروطی	
۱۳۶	..... سیستمهای یکنواخت‌ساز	
۱۳۷	..... محاسبات قطعات کانال	۴-۵
۱۳۹	..... توزیع جریان هوا	۵-۵
۱۳۹	..... روش تعادل از طریق طراحی	۱-۵-۵
۱۴۴	..... روش دریچه تنظیم هوا	۲-۵-۵
۱۴۴	..... انتخاب روشها	۳-۵-۵
۱۴۴	..... مراحل تعادل با طراحی	۴-۵-۵
۱۴۵	..... مراحل طراحی با دریچه تنظیم هوا	۵-۵-۵
۱۴۵	..... طراحی مجدد سیستم	۶-۵-۵

۱۴۵	کمکهای محاسباتی	۶-۵
۱۴۵	سیستم‌های مکنده با محفظه یکنواخت‌ساز	۷-۵
۱۴۶	انتخاب سیستم	۱-۷-۵
۱۴۶	طراحی	۲-۷-۵
۱۴۷	محاسبات فشار هواکش	۸-۵
۱۴۷	فشار کل هواکش	۱-۸-۵
۱۴۷	فشار استاتیک هواکش	۲-۸-۵
۱۴۷	تکمیل مثال شکل ۲-۵	۳-۸-۵
۱۴۸	اصلاح برای تغییر سرعت	۹-۵
۱۴۸	ورودی کانالهای فرعی به اصلی	۱-۹-۵
۱۵۰	تنگ و گشاد شدن کانال	۲-۹-۵
۱۵۲	طراحی سیستم تهویه	۱۰-۵
۱۵۲	افت ناشی از مالش برای مواد مختلف	۱۱-۵
۱۵۲	افت اصطکاک برای کانالهای غیر گرد	۱۲-۵
۱۶۲	اصلاح برای دما، رطوبت و ارتفاع	۱۳-۵
۱۶۲	دمای متغیر و یا ارتفاع متفاوت	۱-۱۳-۵
۱۶۳	افزایش رطوبت	۲-۱۳-۵
۱۶۳	اصول نم سنجی	۳-۱۳-۵
۱۶۳	دمای خشک طبیعی	
۱۶۳	دمای تر طبیعی	
۱۶۳	دمای نقطه شبنم	
۱۶۴	درصد اشباع	
۱۶۴	ضریب دانسیته	
۱۶۴	رطوبت یا نم موجود	
۱۶۴	آنتالپی (گرمای کل)	
۱۶۴	حجم نم (رطوبت)	
۱۶۴	تعیین چگالی	۴-۱۳-۵
۱۶۵	تغییر گذر حجمی هود با چگالی	۵-۱۳-۵
۱۷۴	دستگاه تمیز کننده هوا	۱۴-۵
۱۷۴	تخلیه از طریق کانال گشاد شده	۱۵-۵
۱۷۵	خروجی دودکش‌های تهویه موضعی	۱۶-۵
۱۷۷	نکات مهم طراحی دودکش	۱-۱۶-۵
۱۷۸	وسایل تزریق هوا	۱۷-۵
۱۷۹	سرعت بهینه اقتصادی	۱۸-۵
۱۷۹	راهنمایی‌های ساخت سیستم‌های تهویه مکنده موضعی	۱۹-۵

۱۸۰	مواد	۱-۱۹-۵
۱۸۰	ساختار	۲-۱۹-۵
۱۸۲	جزئیات سیستم	۳-۱۹-۵
۱۸۳	معیارها	۴-۱۹-۵
۱۸۳	سایر انواع مواد کانال	۵-۱۹-۵
۱۸۳	آزمون سیستم	۶-۱۹-۵
۲۱۵	منابع	

## فصل ۶

FANS		هواکش‌ها
۲۱۹	مقدمه	۱-۶
۲۱۹	تعاریف	۲-۶
۲۱۹	تخلیه کننده‌های هوا (برونپاش‌ها)	۱-۲-۶
۲۱۹	هواکش‌های محوری	۲-۲-۶
۲۲۰	هواکش‌های ملخی	
۲۲۰	هواکش‌های لوله محوری (درون کانالی)	
۲۲۰	هواکش‌های پره محوری (با لوله هدایت کننده هوا)	
۲۲۰	هواکش‌های گریز از مرکز	۳-۲-۶
۲۲۰	تیغه خمیده به جلو	
۲۲۰	تیغه شعاعی	
۲۲۱	تیغه خمیده به عقب	
۲۲۱	هواکش‌های نوع ویژه	۴-۲-۶
۲۲۱	هواکش‌های خطی گریز از مرکز	
۲۲۵	تخلیه کننده‌های قوی (ونتیلاتورهای قوی سقفی)	
۲۲۵	مجموعه هواکش و غبارگیر	
۲۲۶	انتخاب هواکش	۳-۶
۲۲۷	عوامل مؤثر در انتخاب هواکش	۱-۳-۶
۲۲۷	ظرفیت	
۲۲۷	جریان هوا	
۲۲۸	محدودیت‌های فیزیکی	
۲۲۸	استقرار سیستم محرکه	
۲۲۸	سر و صدا	
۲۳۲	ایمنی و لوازم	
۲۳۲	جدول‌های تعیین هواکش	۲-۳-۶
۲۳۴	نقطه کار	۳-۳-۶

۲۳۴	.....	منحنی های کار هواکش	
۲۳۴	.....	منحنی های مورد نیاز سیستم	
۲۳۵	.....	تطبیق منحنی کار هواکش و منحنی مورد نیاز سیستم	۴-۳-۶
۲۳۷	.....	قوانین هواکش ها	۵-۳-۶
۲۳۷	.....	تأثیر تغییر دور موتور یا چگالی	۶-۳-۶
۲۳۸	.....	محدودیت های کاربرد قوانین هواکش ها	۷-۳-۶
۲۳۹	.....	انتخاب هواکش در چگالی هوای غیر استاندارد	۸-۳-۶
۲۴۲	.....	مواد قابل انفجار یا قابل اشتعال	۹-۳-۶
۲۴۲	.....	نصب، تعمیر و نگهداری هواکش	۴-۶
۲۴۲	.....	اثر سیستم	۱-۴-۶
۲۴۳	.....	بازرسی و تعمیر	۲-۴-۶
۲۵۷	.....	منابع	

## فصل ۷

### Appendix

### پیوست ها

۲۵۹	.....	پیوست ها	
-----	-------	----------	--

## مقدمه

کتاب حاضر ترجمه‌ای است از چاپ بیست و دوم کتاب **Industrial Ventilation**. کمیته تهویه صنعتی انجمن بهداشت صنعتی آمریکا ACGIH برای نخستین بار این کتاب را در سال ۱۹۵۱ به چاپ رساند. کتاب حاضر در واقع نتیجه توصیه‌های عملی سالیان دراز اعضای کمیته تهویه صنعتی، همچنین نتایج حاصل از بررسی پژوهشها، اطلاعات مربوط به طراحی، نگهداری، و ارزیابی سیستم‌های تهویه می‌باشد.

در این کتاب سعی شده است تا روش منطقی طراحی و آزمون این سیستمها بیان شود. این کتاب به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان راهنمای طراحان تهویه صنعتی در مؤسسات رسمی و نیز به‌صورت مرجع معتبری برای دوره‌های دانشگاهی درس تهویه صنعتی پذیرفته شده است.

هدف از نگارش این کتاب نه به‌عنوان قانون بلکه به‌صورت راهنما است. از آنجایی که اطلاعات جدید در خصوص تهویه صنعتی از طریق پروژه‌های پژوهشی، گزارش مهندسين، و مطالب ژورنال‌ها و فصلنامه‌های مختلف به‌دست می‌آید، مرور هر بخش و تجدیدنظر در آن یکی از طرحهای مداوم کمیته است.

نسخه اصلی کتاب با جلد وزیری و به‌همراه پیوستهای مربوط به واحد متریک ارائه می‌شود. به‌منظور ارائه آخرین فنون و اطلاعات موجود در این زمینه، کمیته تهویه صنعتی از توصیه‌ها و پیشنهادهای شما در جهت تکمیل و دقت اطلاعات ارائه شده در این متن استقبال می‌کند.

در چاپ بیست و دوم، به‌منظور شفاف‌تر کردن مراحل طراحی و فراهم کردن گام به گام بحث این مراحل، فصل پنجم کتاب «مراحل طراحی سیستم تهویه مکنده» مجدداً ویرایش شده است. روابط دقیق‌تری برای محاسبه برآیند فشار سرعت حاصله و نیز افت اتصالات ارائه شده است. راهنمای ساخت سیستم‌های تهویه مکنده که قبلاً در فصل ۸ ارائه می‌شد در فصل ۵ آمده است. علاوه بر آن اطلاعات تازه‌ای در ارتباط با برآورد ارتفاع دودکش اضافه شده است. در چاپ جدید، فصل ۸ شامل مطالب مربوط به سیستم‌های تهویه هوای داخل فضاها بسته است. هدف از این مطالب، کمک به ارزیابی و عیب‌یابی سیستم‌های تهویه است.

این کتاب بمنظور ارائه اطلاعات دقیق و مجاز با توجه به موضوعات بحث شده، طراحی شده است. این مرجع با درک این موضوع منتشر شده است که نه کمیته و نه اعضای آن به‌صورت دسته جمعی و یا انفرادی هیچ‌گونه مسئولیتی در ارتباط با استفاده نادرست از اطلاعات مربوطه توسط مأمورین و نتایج حاصل از کاربرد این کتاب را نمی‌پذیرند.

# ۱ / فصل

اصول عمومي تهويه

**GENERAL PRINCIPLES OF VENTILATION**