



نشر فن آوران



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی اردبیل

تکنولوژی آئروسول‌ها

ویژگی‌ها، رفتار و اندازه‌گیری ذرات هواپرد

(جلد اول)

مترجمین:

صادق حضرتی مهدی فضل‌زاده بهزاد سرانجام

اعضای هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

مقدمه چاپ اول

در محیط اطراف ما ذرات هوابرد وجود دارند. آنها در اشکال مختلف نظیر گردوغبار، فیوم، میست، دود، اسماگ و دمه هستند. این آئروسولها بر بینایی، آب و هوا و سلامت و کیفیت زندگی ما تاثیر میگذارند. این کتاب ویژگیها، رفتار و اندازهگیری آئروسولها را پوشش میدهد. این کتاب برای افراد شاغل در بهداشت صنایع، کنترل آلودگی هوا، حفاظت پرتو و یا علوم محیطی که در شغل خود میبایستی ذرات آئروسول را کنترل، ارزیابی و اندازهگیری کنند، به عنوان پایه و اساس محسوب میشود. این کتاب در سطحی نگارش شده است که برای حرفه‌ایها، دانش‌آموختگان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی مناسب باشد. همینطور فرض شده است که دانشجو پیش‌زمینه مناسبی از شیمی و فیزیک و مفاهیم محاسباتی دارد. اگرچه این کتاب برای دانشمندان آئروسول نوشته نشده است، اما در کارهای مطالعاتی آنها کمک کننده خواهد بود و مقدمهای برای دانشجویانی که در این زمینه تحقیق میکنند را فراهم میکند. تصمیم در مورد عناوین موجود در کتاب بر اساس کاربرد عملی علم آئروسول میباشد که بر پایه درک مفاهیم شیمی و فیزیک، که زیربنای رفتار آئروسولها و ابزار مورد استفاده برای اندازهگیری آنها است، میباشد. اگرچه این کتاب بر آنالیزهای فیزیکی بیشتر از آنالیزهای ریاضیاتی تاکید دارد، یکی از جنبه‌های مهم تکنولوژی آئروسول توصیف کمی رفتار آئروسول میباشد. برای این منظور ۱۵۰ سوال را در پایان فصول گنجانده‌ام. آنها ابزار مهمی برای یادگیری چگونگی بکارگیری اطلاعات ارائه شده در این کتاب میباشند. به علت کاربردی بودن کتاب، عموماً فاکتورهای اصلاح و خطاهای کمتر از ۵٪ در نظر گرفته نشده‌اند و تنها ۲ یا ۳ شکل مهم در جداول نشان داده شده است. دانشمندان آئروسول از نیاز به فهم پایه بهتر ویژگیها و رفتارهای آئروسول در میان محققین آگاه بودند. در نگارش این کتاب، علاوه بر ارائه متنی مناسب برای دانشجویان، تلاش کرده‌ام این نیاز را نیز برآورده سازم. این کتاب حاصل دست نوشته‌های آماده شده در طول ۹ سال تدریس تکنولوژی آئروسول برای دانشجویان در دپارتمان علوم بهداشت محیط در دانشکده بهداشت دانشگاه هاروارد میباشد. فصلها بر اساس تدریس در کلاس مرتب شده‌اند و با مکانیسمهای ساده شروع و به اهداف پیچیده تر ادامه پیدا میکند. آمار ذرات تا درک کامل دانشجو از ویژگیهای ذرات و احساس نیاز برای طبقه‌بندی آماری نگه داشته شده است. کارکردها در هر فصل بعد از ارائه اصول بحث شده‌اند. کارکردهای پیچیده‌تر نظیر فیلتراسیون و رسوب تنفسی بلافاصله بعد از معرفی اصول پایه‌های مربوطه بیان شده‌اند. اصول انواع مختلف ابزارهای اندازهگیری به صورت عمومی و ساده توضیح داده شده‌اند که فرد میتواند داده را از طریق آنها تفسیر و تفاوت نتایج مابین ابزارها را توضیح دهد. بحث در مورد ابزار خاص محدود شده است، زیرا که سرعت تغییر میکنند و بخوبی در ویرایش پنجم کتاب ابزارهای نمونه برداری هوا ۱، ویرایش پنجم، ACGIH، سینسیناتی، (۱۹۷۸) ارائه شده است. ویرایش بعدی بهترین مقایسه با این کتاب خواهد بود. چندین منبع عمومی در انتهای هر فصل ارائه شده است. جداول و اشکال در ضمیمه ها برای کمک به حل سوالات پایان هر فصل قرار داده شده‌اند. با وجود اینکه افراد زیادی در این کتاب نقش داشته‌اند،

باید به طور مخصوص از Klaus Willeke از دانشگاه سینسیناتی که دست نوشتهها را مرور و پیشنهادات مفید زیادی داد، همچنین از Kenneth Martin که تصویرهای SEM را فراهم نمود و Laurie Cassel که به آماده سازی و تایپ دست نوشته ها کمک نمود، تشکر کنم.

ویلیام سی.هیندز

بوستون، ماساچوست

فوریه ۱۹

بیش از ۱۶ سال از چاپ نخست تکنولوژی آئروسول که در سال ۱۹۸۲ چاپ شده بود، گذشته است. در طول این مدت، گستره علم و تکنولوژی آئروسول هم از نظر تکنولوژی و هم تعداد دانشمندان مشغول در این حوزه به طور گسترده‌ای رشد کرده است. هنگامی که اولین ویرایش کتاب به چاپ رسید، دو موسسه تحقیقاتی ملی آئروسول وجود داشت؛ ولی اکنون ۱۱ مورد همراه با نشستهای ملی و بینالمللی وجود دارند. زمینهای رشد شامل استفاده از آئروسول در پردازش مواد با تکنولوژی بالا و استفاده از داروهای درمانی و افزایش در آگاهی بیوآئروسولها، آلودگی آئروسول در تولیدات میکروالکترونیک و تاثیر آئروسولها بر آب و هوای جهانی بوده است. هنگامی که چاپ اول، مفید و مشهور واقع شد و کتاب استاندارد در این زمینه محسوب گردید، تغییرات در تکنولوژی و رشد زمینها، نیاز برای به روزرسانی و گسترش کتاب را ایجاد نمود. اهداف کتاب، ثابت باقی مانده است: فراهم نمودن مقدمهای مفید و قابل درک از علم و تکنولوژی آئروسولها برای محققین بهداشت محیط، دانشآموزان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی. به منظور هماهنگی با تغییرات در این حوزه، این ویرایش از واحدهای دوگانه که واحدهای SI به عنوان واحدهای اصلی و واحدهای CGS به عنوان واحدهای ثانویه استفاده کرده است. در کنار به روزرسانی و اصلاح موارد قدیمی، فصل جدیدی در مورد بیوآئروسول و بخشهای جدیدی بر باز تعلیق، افت انتقال، مدل‌های تهنشینی ریوی و خصوصیات فراکتال ذرات افزوده شده است. فصل آئروسولهای اتمسفری گسترش یافته و بخشهایی در مورد آئروسولهای پیشزمینه، آئروسولهای شهری و تاثیرات کلی افزوده شده است. ۲۶ مثال و ۳۰ مسئله جدید افزوده شده است. آخرین ویرایش ابزارهای نمونه‌برداری هوا و کتاب اندازه‌گیری آئروسول ۱ توسط willeke و baron، به عنوان کتابهای همراه باقی مانده‌اند.

از تمام کسانی که در این ویرایش کمک کرده‌اند، خصوصا Janet Macher، Robert Phelan و John Valiulis برای مرور فصلهای خاص، Rachel Kim، vi huynh برای نگارش تغییرات دست نوشته‌ها، دانشجوی دکترا nani kadrichu برای وارد نمودن معادلات و نهایتاً همسر، lynda برای حمایت‌های بیدریغ او در طول این مدت طولانی تشکر کنم.

ویلیام سی. هیندز

لس آنجلس، کالیفرنیا

فهرست

فصل ۱. مقدمه	۹
۱.۱ تعاریف	۱۷
۱.۲ شکل، اندازه و دانسیته ذرات	۱۹
۳.۱ غلظت آئروسول	۲۳
فصل ۲. خواص گازها	۲۹
۱.۲ نظریه جنبشی گازها (تئوری سنتیک گازها)	۲۹
۲.۲ سرعت مولکولی	۳۳
۳.۲ میانگین فاصله آزاد	۳۵
۴.۲ ویژگی‌های دیگر	۳۷
۵.۲ عدد رینولدز	۴۲
۶.۲ اندازه‌گیری سرعت، میزان جریان و فشار	۴۷
فصل ۳. حرکت پکتواخت ذرات	۶۲
۱.۳ قانون مقاومت نیوتنی	۶۲
۲.۳ قانون استوکس	۶۴
۳.۳ سرعت ته‌نشینی و تحرک مکانیکی	۶۷
۴.۳ ضریب تصحیح لغزش	۷۰
۵.۳ ذرات غیرکروی	۷۳
۶.۳ قطر آئرودینامیکی	۷۵
۷.۳ ته‌نشینی ذرات در عددهای رینولدز بالا	۷۸
۸.۳ ته‌نشینی جنبشی (Stirred)	۸۷
۱۰.۳ آپندیکس: مشتقات قانون استوکس	۹۴
فصل ۵. حرکت شتابدار ذرات در مسیر مستقیم و به صورت منحنی	۱۴۵
۱-۵ زمان استراحت	۱۴۵

۱۴۷	۵-۲: حرکت شتابدار ذره به صورت خط مستقیم
۱۵۱	مسافت توقف
۱۵۴	۵-۴: حرکت منحنی و عدد استوکس
۱۵۶	۵-۵: برخورد اینرسیایی
۱۶۴	۵-۶: ایمپکتورهای کاسکید
۱۷۰	۵-۷: ایمپکتورهای مجازی
۱۷۳	۵-۸: وسایل زمان پرواز
۱۷۹	فصل ۶ چسبندگی ذرات
۱۷۹	۶-۱ نیروهای چسبندگی
۱۸۳	۶-۲ جداکردن ذرات
۱۸۴	۶-۳ باز تعلیق
۱۸۶	جهش ذرات
۱۹۱	فصل ۷ حرکت براونی و انتشار
۱۹۱	۷-۱ ضریب انتشار
۱۹۶	۷-۲: متوسط مسیر آزاد ذرات
۱۹۸	۷-۳: جابجایی براونی
۲۰۲	۷-۴: ته‌نشینی به وسیله انتشار
۲۰۸	۷-۵: سریهای انتشار
۲۱۵	فصل ۸ نیروی حرارتی و رادیومتری
۲۱۵	۸-۱ انتقال حرارتی
۲۲۱	۸-۲ رسوب دهنده‌های حرارتی
۲۲۴	۸-۳ نیروهای رادیومتری و گرادیان غلظت
۲۲۹	فصل ۹ فیلتراسیون
۲۲۹	۹-۱ ویژگی‌های میکروسکوپی فیلترها

۲۳۹	۹-۲ بازدهی تک رشته
۲۴۱	۹-۳ مکانیسم ته‌نشینی
۲۴۷	۹-۴ بازدهی فیلتر
۲۵۳	۹-۵ افت فشار
۲۵۵	۹-۶ فیلتر غشایی
۲۵۹	فصل ۱۰. نمونه‌برداری و اندازه‌گیری غلظت
۲۵۹	۱۰.۱. نمونه‌برداری ایزوکینتیک (Isokinetic):
۲۶۷	۱۰.۲. نمونه‌برداری از هوای راکد
۲۷۲	کاهش انتقال
۲۷۳	۱۰.۴. اندازه‌گیری غلظت جرمی
۲۸۰	۱۰.۵. وسایل قرائت مستقیم
۲۸۴	۱۰.۶. اندازه‌گیری غلظت توده ذرات
۲۸۷	۱۰.۷. پمپ‌های نمونه‌برداری

Aerosol Technology

Properties, Behavior, and Measurement
of Airborne Particles

William C. Hinds

ISBN 978-600-319-142-6



9 786003 191426



نشر فن آوران



فروشگاه اینترنتی: www.fanavaran-pub.ir