

مبانی اولیه هواشناسی و آلودگی هوا

مؤلف:

میهاییس لازاریدیس

مترجمین:

دکتر علی اکبر سبزی پرور

(استاد هواشناسی)

مهندس جلیل هلالی

(پاییز ۱۳۹۲)

لازاریدیس، میهایس	TD
اصول اولیه هواشناسی و آلودگی هوا/ میهایس لازاریدیس؛ مترجمین: علی اکبر سبزی پرور، جلیل هلالی.	۸۸۳
همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۹۲.	۲۵ ل ۶ الف /
۳۵۵ ص.	۱۳۹۲
کتابنامه. شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۱۲۱-۱	
۱. هوا- آلودگی. ۲. آلاینده ها. الف. عنوان. ب. سبزی پرور، علی اکبر، مترجم. ج. هلالی، جلیل، مترجم	
۶۲۸/۵۳	

عنوان:	اصول اولیه هواشناسی و آلودگی هوا
مؤلف:	میهایس لازاریدیس
مترجمان:	دکتر علی اکبر سبزی پرور، جلیل هلالی
داوران علمی:	دکتر عبدالله طاهری تیزرو، دکتر محمد موسوی بایگی، دکتر علیرضا ایلدرمی
ناشر:	انتشارات دانشگاه بوعلی سینا
مدیر مرکز نشر:	محمد جواد یداللهی فر
چاپخانه:	پیام رسانه
صفحه و قطع:	۳۵۵ - وزیری
نوبت چاپ:	اول
تیراژ:	۱۰۰۰
قیمت:	۱۲۵۰۰۰ ریال
تاریخ انتشار:	پاییز ۱۳۹۲
شماره کتاب:	ک/۲۹۱
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۱۲۱-۱

کلیه حقوق برای انتشارات دانشگاه بوعلی سینا محفوظ است

مراکز فروش در همدان: ۱. دانشگاه بوعلی سینا، اداره انتشارات تلفکس: ۸۱۱-۸۲۹-۰۹۴۱

۲. خیابان شهید حسین فهمیده، روبروی پارک مردم، فروشگاه اداره انتشارات

۳. خیابان مهدیه روبروی خانه معلم - انتشارات دانشجو

نمایندگی فروش در تهران: ۱. موسسه کتابیران، میدان انقلاب، خیابان لیافی نژاد غربی (بعد از چهار راه کارگر جنوبی)،

بعد از فروشگاه شیلات، پلاک ۲۳۷ تلفن: ۶۶۴۲۳۴۱۶-۶۶۹۲۶۶۸۷

۱. نوپردازان، میدان انقلاب، خیابان لیافی نژاد، بین ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۲۰۶ تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۱۱۱۷۳

فصل اول : شرحی از اتمسفر زمین

۱	چکیده
۱	۱-۱- مقدمه‌ای بر ساختمان و ترکیبات اتمسفری
۱	۱-۱-۱- انتشار آلاینده‌ها در اتمسفر
۴	۱-۲- اتمسفر زمین
۷	۱-۳- منشأ و سیر تحول اتمسفر
۱۰	۲-۱- ویژگی‌های اتمسفر
۱۱	۳-۱- ترکیبات اتمسفر تجزیه‌شده
۱۱	۱-۳-۱- هوای خشک اتمسفری
۱۲	۲-۳-۱- آب در اتمسفر
۱۳	۳-۳-۱- هواویزهای اتمسفری
۱۴	۴-۱- تقسیم‌بندی عمودی اتمسفر-تغییرات دمایی
۱۴	۱-۴-۱- تروپوسفر (زیرین‌سپهر)
۱۵	۱-۴-۱-۱- تروپوپاوز
۱۷	۲-۴-۱- لایه مرزی
۱۸	۱-۲-۴-۱- لایه اختلاط
۱۹	۲-۲-۴-۱- لایه پسمانده (RL)
۲۰	۳-۲-۴-۱- لایه مرزی شبانه
۲۱	۳-۴-۱- استراتوسفر (آرام‌سپهر)
۲۱	۱-۳-۴-۱- استراتوپاوز
۲۲	۴-۴-۱- مزوسفر (میان‌سپهر)
۲۲	۱-۴-۴-۱- مزوپاوز
۲۲	۵-۴-۱- ترموسفر (دما‌سپهر)
۲۲	۶-۴-۱- اگزوسفر (فرا‌سپهر)
۲۳	۷-۴-۱- یونوسفر-مگنتوسفر (یون‌سپهر-مغناطیس‌سپهر)
۲۳	۵-۱- تغییر پارامترهای هواشناسی با ارتفاع
۲۶	۱-۵-۱- وارونگی دمایی
۲۸	۲-۵-۱- نوسانات چگالی هوا با ارتفاع

- ۲۹ ۱-۵-۳- تغییرات فشار اتمسفری با ارتفاع
- ۳۱ ۱-۶-۱- الگوی اتمسفر استاندارد
- ۳۲ ۱-۶-۱- واحد ترکیبات شیمیایی در اتمسفر
- ۳۳ ۱-۶-۲- تبدیل واحد غلظت‌های ۱ (میکروگرم بر مترمکعب) به غلظت‌های حجمی (پی‌پی‌ام)
- ۳۳ ۱-۷-۱- تابش در اتمسفر
- ۳۵ ۱-۷-۱- قوانین تابش
- ۳۶ ۱-۷-۱-۱- قانون کیرشهف
- ۳۷ ۱-۷-۱-۲- قانون پلانک
- ۳۷ ۱-۷-۱-۳- قانون دوم وین
- ۳۸ ۱-۷-۱-۴- قانون استفان-بولتزمن
- ۳۹ ۱-۷-۲- تابش خورشیدی
- ۳۹ ۱-۷-۳- تابش زمینی
- ۴۰ ۱-۷-۴- عوامل مؤثر بر شار تابشی خورشید به زمین
- ۴۰ ۱-۷-۴-۱- عوامل جغرافیایی
- ۴۰ ۱-۷-۴-۲- عوامل هندسی
- ۴۱ ۱-۷-۴-۳- کاهش تابش
- ۴۱ ۱-۷-۵- فعل‌وانفعال تابش خورشیدی در اتمسفر
- ۴۲ ۱-۷-۵-۱- جذب تابش خورشید
- ۴۵ ۱-۷-۵-۲- پخش تابش خورشیدی
- ۴۷ ۱-۷-۶- اثر گلخانه‌ای
- ۵۰ ۱-۷-۷- بیلان انرژی زمین و اتمسفر آن
- ۵۲ ۱-۷-۸- پراکنش تابش خورشیدی در سامانه سطح زمین-اتم‌سفر
- ۵۳ ۱-۷-۹- اقلیم کره زمین
- ۵۶ ۱-۷-۹-۱- تغییر اقلیم و دلایل آن
- ۵۸ ۱-۸- مثال‌ها
- ۶۲ ۱-۹- استانداردهای کیفیت هوای محیط
- ۶۷ ۱-۱۰-۱- پیوست ۱: معادله هیدرواستاتیک
- ۶۸ مسائل

۷۳	۲-۲- ساختار عمودی دما و شرایط پایداری اتمسفری
۷۴	۲-۲-۱- آفتاهنگ هوای خشک
۷۸	۲-۲-۲- آفتاهنگ هوای مرطوب
۷۹	۲-۲-۳- وارونگی دمایی
۸۰	۲-۳- تغییر پذیری اتمسفری، توده‌های هوا، جبهه‌ها
۸۱	۲-۳-۱- توده‌های هوا
۸۲	۲-۳-۲- طبقه‌بندی توده‌های هوا
۸۳	۲-۳-۳- جبهه‌ها
۸۴	۲-۳-۳-۱- جبهه قطبی
۸۴	۲-۳-۳-۲- جبهه سرد
۸۶	۲-۳-۳-۳- جبهه گرم
۸۷	۲-۳-۳-۴- جبهه‌های ساکن
۸۸	۲-۳-۳-۵- جبهه‌های بُند آمده
۸۹	۲-۳-۴- موج چرخندی (فروبار)
۹۰	۲-۴- تلاطم- معادلاتی برای مقادیر متوسط
۹۲	۲-۵- خصوصیات آماری پدیده تلاطم
۹۷	۲-۶- دمای اتمسفر
۹۷	۲-۶-۱- تغییرات و نوسانات فصلی دما
۱۰۱	۲-۶-۲- تغییرات روزانه دما
۱۰۴	۲-۶-۳- گرمایش سطح زمین و هدایت حرارتی
۱۰۶	۲-۶-۴- توزیع دما در هوا
۱۰۷	۲-۷- رطوبت در اتمسفر
۱۰۹	۲-۷-۱- اصطلاحات و عبارات ریاضی رطوبت در اتمسفر
۱۰۹	۲-۷-۱-۱- رطوبت مطلق (B)
۱۰۹	۲-۷-۱-۲- رطوبت ویژه (Q)
۱۰۹	۲-۷-۱-۳- نسبت اختلاط (R)
۱۰۹	۲-۷-۱-۴- رطوبت نسبی (RH)
۱۱۰	۲-۷-۲- نقطه شبنم
۱۱۱	۲-۷-۱-۲- تبخیر آب در هوای سرد

۱۴۷	۳-۷-۳- بادهای دورهای (نیمه دائمی)
۱۴۸	۳-۷-۴- نسیم خشکی و دریا
۱۴۹	۳-۷-۵- نسیم کوهستان و دره
۱۵۱	۳-۸- ساختار عمودی سامانه‌های گراذیان فشار
۱۵۲	۳-۹- معادلات گردش اتمسفری
۱۵۲	۳-۹-۱- معادلات گردش برای یک سیال تراکم‌پذیر
۱۵۵	مثال. تغییرات باد در مقابل ارتفاع در اتمسفر
۱۵۶	مسائل

فصل چهارم: شیمی اتمسفری

۱۵۷	چکیده
۱۵۷	۴-۱- ترکیبات شیمیایی در اتمسفر
۱۵۹	۴-۲- شیمی تروپوسفر
۱۶۰	۴-۲-۱- ترکیبات گوگردی
۱۶۰	۴-۲-۲- ترکیبات نیتروژنی
۱۶۲	۴-۲-۳- ترکیبات کربنی
۱۶۳	۴-۲-۴- ترکیبات هالوژن
۱۶۳	۴-۳- مواد با ذرات ریز (ذرات معلق)
۱۶۳	۴-۴- فتوشیمی در تروپوسفر آزاد
۱۶۳	۴-۴-۱- چرخه فتوشیمیایی ازن و اکسیدهای نیتروژن
۱۶۶	۴-۴-۲- شیمی دی اکسید کربن
۱۶۷	۴-۴-۳- شیمی هیدروکربن‌ها
۱۶۷	۴-۴-۴- شیمی ترکیبات گوگردی
۱۶۸	۴-۵- ترکیبات شیمیایی آبی در اتمسفر
۱۶۹	۴-۶- شیمی استراتوسفر-ازون
۱۷۲	مسائل

فصل پنجم: ریزگردهای اتمسفری

۱۷۵	چکیده
۱۷۵	۵-۱- مقدمه
۱۷۸	۵-۲- توزیع اندازه هواویزها
۱۸۹	۵-۳- ترکیب شیمیایی ریزگردها

۱۹۰	۴-۵- ریزگردهای آلی
۱۹۲	۵-۴-۱- کربن اولیه- کربن آلی اولیه
۱۹۳	۵-۴-۲- شکل گیری مواد آلی ثانویه (کربن آلی ثانویه)
۱۹۳	۵-۵- دینامیک مواد ذره‌ای اتمسفری
۱۹۳	۵-۵-۱- تشکیل ذره جدید
۱۹۴	۵-۵-۱-۱- تئوری هسته‌ای شدن- روش جنبشی
۱۹۷	۵-۵-۲- محاسبه سرعت هسته‌ای شدن
۲۰۰	۵-۵-۳- هسته‌ای شدن ناهمگن
۲۰۱	۵-۵-۲- میعان و تبخیر
۲۰۴	۵-۵-۳- انعقاد
۲۰۵	۵-۶- ریزدانه‌های زیستی-تعریف
۲۰۷	مسائل

فصل ششم: انتشار اتمسفری: الگوهای (گوسی) نرمال

۲۰۹	چکیده
۲۰۹	۶-۱- نظریه‌های انتشار اتمسفری
۲۱۰	۶-۲- تشریح اویلری
۲۱۱	۶-۳- تشریح لاگرانژی
۲۱۲	۶-۴- معادلات بیان کننده غلظت آلاینده‌ها در شرایط تلاطمی
۲۱۲	۶-۴-۱- معادله پخش و انتشار در تشریح اویلری
۲۱۳	۶-۴-۲- معادله انتشار در تشریح لاگرانژی
۲۱۴	۶-۴-۳- حل معادله انتشار برای یک منبع پیوسته با روش اویلری
۲۱۵	۶-۵- الگوی گوسی
۲۱۶	۶-۵-۱- محدودیت‌های الگو یا مدل نرمال
۲۱۶	۶-۵-۱-۱- شرایط ناپایداری شدید
۲۱۶	۶-۵-۲- انتشار نزدیک به سطح
۲۱۷	۶-۵-۲- محاسبه ضرایب σ_y و σ_z متودولوژی پایداری
۲۱۹	۶-۵-۳- صعود دود
۲۲۳	۶-۵-۳-۱- صعود دود ناشی از تکانه اولیه تحت پایداری خنثی یا ناپایدار در اتمسفر
۲۲۳	۶-۵-۳-۲- صعود حرارتی تحت شرایط پایداری خنثی یا پایدار در اتمسفر
۲۲۳	۶-۵-۳-۳- شرایط پایدار

۲۲۳	۴-۳-۵-۶- صعود دود ناشی از تکانه تحت شرایط پایدار
۲۲۳	۵-۳-۵-۶- صعود حرارتی تحت شرایط اتمسفری پایدار
۲۲۴	۴-۵-۶- پایداری اتمسفری- کاربرد الگوهای گوسی
۲۲۵	۶-۶- راه حل های تحلیلی معادله انتشار اتمسفری
۲۲۹	۷-۶- منبع خطی پیوسته مستقل از زمان، دو بُعدی با مقادیر متغیر سرعت و ضریب انتشار
۲۳۰	۸-۶- ویژگی های پخش دود- شرایط پایداری
۲۳۳	۹-۶- مثال ها و کاربردها
۲۳۷	مسائل
۲۳۹	۱۰-۶- پیوست ۱-۶ معادله پیوستگی

فصل هفتم: الگوهای اتمسفری: انتشار آلاینده ها

۲۴۱	چکیده
۲۴۱	۱-۷- مقدمه
۲۴۳	۲-۷- معادلات پراکندگی انتقال آلاینده در سیستم مختصات اولیری و لاگرانژی
۲۴۳	۱-۲-۷- الگوهای تک حجمی با سیستم اولیری
۲۴۵	۲-۲-۷- الگوهای سه بُعدی آلاینده اتمسفری
۲۴۶	۳-۷- ارزیابی آماری الگوهای اتمسفری
۲۴۷	۴-۷- انتشار و خروج آلاینده های اتمسفری
۲۵۱	۵-۷- خروجی ها و انتشارات زیست کره
۲۵۱	۱-۵-۷- انتشار ترکیبات آلی فرار از پوشش های گیاهی
۲۵۳	۲-۵-۷- محاسبه خروجی ها و انتشارات بیوژنی
۲۵۵	۳-۵-۷- انتشار نمک دریا
۲۵۵	۴-۵-۷- انتشار آلاینده های اتمسفری از سطح زمین
۲۵۶	۵-۵-۷- انتشار آلاینده های ناشی از آتش سوزی های جنگل
۲۵۸	۶-۷- مثال ها و کاربردها
۲۶۲	مسائل

فصل هشتم: آلودگی هوا در محیط های بسته

۲۶۳	چکیده
۲۶۴	۱-۸- مقدمه ای بر کیفیت هوا در محیط های بسته
۲۷۳	۲-۸- آزون
۲۷۴	۳-۸- اکسیدهای نیتروژن

۲۷۷	۴-۸- ترکیبات آلی فرار
۲۸۲	۵-۸- شیمی ترکیبات آلی درون ساختمان‌ها
۲۸۵	۶-۸- رادون
۲۸۷	۶-۸-۱- تجزیه و واپاشی رادیواکتیوی ایزوتوپ‌های رادون
۲۸۹	۶-۸-۲- پرتوگیری از دز رادیوم در محیط‌های بسته
۲۹۱	۶-۸-۳- مثال‌ها
۲۹۲	۷-۸- مونو اکسید کربن
۲۹۴	۸-۸- ازیست‌ها
۲۹۵	۹-۸- فلزات سنگین
۲۹۷	۸-۱۰- فورم آلدئید
۳۰۰	۸-۱۱- آفت‌کش‌ها
۳۰۱	۸-۱۲- هیدرو کربن‌های آروماتیک چند حلقوی
۳۰۲	۸-۱۳- بی‌فنیل‌های پلی‌کلریک (PCBs)
۳۰۳	۸-۱۴- دود دخانیات
۳۰۶	۸-۱۵- زیست هواویزها
۳۰۷	۸-۱۶- الگوهای ریزمحیطی
۳۱۰	۸-۱۷- سرعت تبادل هوا از طریق نفوذ
۳۱۱	۸-۱۸- الگوهای انتشار
۳۱۲	۸-۱۹- الگوهای ته‌نشست
۳۱۳	۸-۱۹-۱- مثال‌ها
۳۱۵	مسائل
۳۱۷	واژه نامه (اضافه شده توسط مترجمین)
۳۳۵	منابع

پیشگفتار مترجمین

گسترش علوم و صنایع در چند سده اخیر موجب ایجاد فرصت‌ها و در عین حال چالش‌های متعددی در جهات گردیده است. به عنوان مثال، گسترش و بهبود کیفیت بهداشت و رفاه اجتماعی از جمله فواید گسترش علوم و صنایع بوده است. این در حالی است که گسترش صنایع و عدم مدیریت بهینه آن، موجب ایجاد مشکلاتی نیز شده است که بیشترین این مشکلات در زمینه محیط زیست بوده است. مشکلاتی از قبیل تغییر اقلیم، بر هم زدن تعادل اکوسیستم‌ها و از همه مهم‌تر ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی شامل آلودگی آب دریاها، دریاچه‌ها، آلودگی خاک و آلودگی هوا از این جمله‌اند. اتمسفر (نیوار) به عنوان مأمی برای حیات موجودات مطرح است و وجود آلودگی در آن لطمات جبران ناپذیری بر موجودات موجود در آن خواهد گذاشت.

برای بررسی آلودگی هوا، شناخت نیوار که آلودگی در آن ایجاد شده است بسیار ضروری است. به این منظور، در سه فصل ابتدایی کتاب حاضر به ترتیب به شرحی از نیوار زمین شامل بررسی پویایی نیوار، ساختمان نیوار، ترکیبات شیمیایی نیوار و تغییر پارامترهای هواشناسی نسبت به ارتفاع، اثر تابش خورشیدی بر سطح زمین و نیوار و اثر گلخانه‌ای پرداخته می‌شود. در فصل دوم مبانی اولیه هواشناسی شامل جنبه‌های عمومی هواشناسی، ساختار عمودی دما و شرایط پایداری جو، تغییرپذیری جو، توده‌های هوا، جبهه‌ها، تلاطم، دما و رطوبت جو (نیوار) پرداخته می‌شود. در فصل سوم گردش نیوار که در برگیرنده مواردی همچون فشار، منحنی‌های هم‌فشار، نیروی گرادیان فشار، باد، گردش عمومی، ساختار عمودی سامانه‌ها و معادلات گردش عمومی نیوار می‌باشد، مورد بحث قرار خواهد گرفت. در فصل چهارم مباحث اولیه در خصوص شیمی جو مورد بررسی قرار می‌گیرد که می‌توان مواردی همچون ترکیبات شیمیایی نیوار، شیمی تروپوسفر، درات معلق، فتوشیمی در تروپوسفر آزاد، ترکیبات شیمیایی آبی در نیوار و شیمی استراتوسفر-آزون را نام برد. وجود ریزگردها در حال حاضر به عنوان مشکلی در کشور مطرح است که موجب خسارات اقتصادی و زیست محیطی زیادی گردیده است. به این منظور، در فصل پنجم ریزگردهای نیوار (آئروسول‌ها) مورد بررسی قرار گرفته است که جنبه‌های مختلفی از قبیل توزیع اندازه، ترکیبات شیمیایی، ریزگردهای آلی، دینامیک ریزگردها و ریز دانه‌های زیستی (Bio-aerosol) را در بر می‌گیرد. موضوع فصل ششم نحوه انتشار آلاینده‌ها در نیوار با استفاده از مدل‌های انتشار اویلری و لاگرانژی می‌باشد. فصل هفتم به بررسی الگوهای انتشار آلاینده‌ها در نیوار پرداخته است که به تفصیل معادلات پراکندگی انتقال آلاینده در

سیستم مختصات اوبلری و لاگرانژی، انتشار و خروج آلاینده‌های نیواری را در زیست‌کره (Biosphere) مورد بحث قرار داده است. در فصل هشتم، آلودگی هوا در محیط‌های بسته مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این فصل، ابتدا به بحث پیرامون مقدمه‌ای بر کیفیت هوا در محیط‌های بسته (Indoor) پرداخته شده و سپس تأثیر آلاینده‌هایی همچون آزون، اُکسیدهای نیتروژن، ترکیبات آلی فرار، شیمی ترکیبات آلی درون ساختمان‌ها، رادون، مونو اکسید کربن، آزبست‌ها، فلزات سنگین، قُرم آلدئیدها، آفت‌کش‌ها، هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقوی، بی‌فنیل‌ها، دود دخانیا، زیست هواویزها (ریز دانه های زیستی)، الگوهای ریزمحیطی (Micro-environment)، سرعت تبادل هوا از طریق نفوذ، الگوهای انتشار و الگوهای نشست آلودگی به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است که فصل‌انتهایی کتاب به دلیل ورود به مباحث تخصصی پزشکی و احتمال غیر کاربردی بودن آن برای خوانندگان (دانشجویان و محققین غیر پزشکی) از مبحث کتاب حذف گردید. این کتاب برای کلیه دانشجویان و دانش پژوهان در رشته‌های محیط زیست، بهداشت حرفه‌ای، پزشکی (عمومی)، منابع طبیعی و هواشناسی (گرایش آلودگی) در کلیه مقاطع تحصیلی شامل کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری توصیه می‌شود.

در انتها، مترجمین بر این باورند که ترجمه این اثر خالی از اشکال نبوده و ارائه پیشنهادات از طرف پژوهشگران و دانشجویان عزیز موجب ارتقاء محتوی کتاب در چاپ‌های بعدی خواهد شد. مترجمین اثر دریافت هرگونه اصلاحیه و پیشنهاد را از طریق پست الکترونیکی : swsabzi@basu.ac.ir با روی باز پذیرا می‌باشند.

علی اکبر سیزی پرور ، جلیل هلالی