

آلودگی هوا

- دکتر هادی زارعی محمودآبادی
استادیار گروه مهندسی محیط زیست
- مهندس فریده دهقان طرزجانی
کارشناس ارشد آموزش محیط زیست



ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد



سرشناسه	: زارعی محمودآبادی، هادی، ۱۳۴۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: آلودگی هوا/ هادی زارعی محمودآبادی، فریده دهقان طرزجانی.
مشخصات نشر	: میبد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میبد، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۰ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰۱۴-۷۱-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: هوا -- آلودگی
موضوع	: هوا -- آلودگی -- تاثیر بر محیط زیست
موضوع	: آلاینده ها
شناسه افزوده	: دهقان طرزجانی، فریده، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میبد
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ ۲۲۷/ز TD۸۸۳
رده بندی دیویی	: ۶۲۸/۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۷۳۲۸۶۵

نام کتاب	: آلودگی هوا
گردآورنده	: دکتر هادی زارعی محمودآبادی، استادیار گروه مهندسی محیط زیست
همکار	: مهندس فریده دهقان طرزجانی، کارشناس ارشد آموزش محیط زیست
ناشر	: دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد
طراح کتاب	: سعید فلاح
ویراستار	: مهندس مهدیه یزدی
ناظرچاپ	: شهرزاد محسنی
شمارگان	: ۱۰۰۰
بها	: تومان ۱۰۰۰۰

ناشر دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد



فصل اول

مفاهیم و کلیات

- ۲۰
- ۲۱ ۱-۱- جو زمین و طبقات مختلف آن
- ۲۲ ۱-۱-۱- تروپوسفر (Troposphere)
- ۲۳ ۱-۱-۲- استراتوسفر (Stratosphere)
- ۲۴ ۱-۱-۳- مزوسفر (Mesosphere)
- ۲۴ ۱-۱-۴- ترموسفر یا یونسفر (Thermosphere or Ionosphere)
- ۲۴ ۱-۱-۵- اگزوسفر
- ۲۶ ۱-۲- ترکیب اتمسفر یا جو
- ۳۲ ۱-۳- تغییرات دمای اتمسفر
- ۳۴ ۱-۴- تاریخچه آلودگی هوا
- ۳۸ ۱-۵- آلودگی هوا
- ۴۰ ۱-۶- واژه‌ها و اصطلاحات مهم در آلودگی هوا
- ۴۵ ۱-۷- منابع تولید آلاینده‌های هوا
- ۴۵ ۱-۷-۱- منابع ایجاد آلودگی از نقطه نظر عوامل ایجاد آن
- ۵۱ ۱-۷-۲- تقسیم بندی منابع ایجاد آلودگی بر اساس روش آزاد سازی آنها در اتمسفر
- ۵۲ ۱-۸- پارامترها و عوامل مؤثر بر آلودگی هوا
- ۵۲ ۱-۸-۱- پارامترها و خصوصیات هواشناسی
- ۵۴ ۱-۸-۲- شکل توپوگرافی
- ۵۴ ۱-۸-۳- خصوصیات آلاینده‌ها
- ۵۴ ۱-۸-۴- روش آزادسازی آلاینده‌ها
- ۵۵ ۱-۸-۵- پارامترهای ترافیکی

۵۵	۶-۸-۱- سوختهای مصرفی
۵۶	۷-۸-۱- ضرایب انتشار
۵۶	۸-۸-۱- مدل سازی غلظت آلودگی هوا
۵۷	۹-۱- عوامل مؤثر بر شدت آلودگی هوا
۵۷	۱-۹-۱- غلظت آلاینده‌ها
۵۷	۲-۹-۱- نوع آلاینده‌های دریافتی
۵۷	۳-۹-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آلاینده‌ها
۵۸	۴-۹-۱- مدت زمان حضور آلاینده‌ها در اتمسفر یا زمان تماس
۵۸	۱۰-۱- شاخصها و استانداردهای حفظ کیفیت هوا
۵۹	۱-۱۰-۱- استانداردهای حفظ کیفیت هوا
۶۲	۱-۱-۱-۱- مقایسه استانداردهای کیفیت هوای محیط کشورهای آسیایی
۶۷	۲-۱۰-۱- شاخص‌های آلودگی هوا
۶۷	۱-۲-۱۰-۱- شاخص استاندارد آلاینده‌ها (PSI)
۷۱	۲-۲-۱۰-۱- شاخص‌های کیفی هوا (AQI)
۷۴	۱۱-۱- مراحل مختلف آلودگی هوا
۷۵	۱۲-۱- آلودگی هوای داخلی و کانون آن
۸۱	۱۳-۱- رابطه بین عوامل جوی (هواشناسی) و آلودگی هوا
۸۱	۱-۱۳-۱- آدیاباتیک
۸۱	۲-۱۳-۱- سوپرآدیاباتیک
۸۲	۳-۱۲-۱- وارونگی هوا یا اینورژن (Inversion)
۸۵	۱-۳-۱۳-۱- وارونگی فروکشی Subsidence Inversion
۸۶	۲-۳-۱۳-۱- وارونگی تابشی

فصل دوم

۸۸	آلاینده‌های هوا و اثرات زیست محیطی آنها
۸۸	۱-۲- آلاینده‌های هوا
۸۸	۱-۱-۲- تعریف آلاینده
۸۸	۱-۲-۲- طبقه بندی آلاینده‌های هوا
۸۹	۱-۲-۱-۲- تقسیم بندی آلاینده‌ها از نظر نحوه تشکیل و ورود به هوا
۹۰	۱-۲-۲-۲- تقسیم بندی آلاینده‌ها از نظر ترکیب شیمیایی
۹۰	۱-۲-۳-۲- تقسیم بندی آلاینده‌ها از نظر شکل فیزیکی
۹۱	۱-۲-۴-۲- تقسیم بندی آلاینده‌ها از نظر نقطه نظر بولوژیکی
۹۲	۱-۲-۳- اثرات زیست محیطی آلاینده‌های هوا
۹۳	۱-۲-۳-۱- اثر بر منابع دیداری
۹۳	۱-۲-۳-۲- اثر بر گیاهان
۹۵	۱-۲-۳-۳- اثر بر منابع آب و خاک
۹۶	۱-۲-۳-۴- اثر بر روی مواد
۹۶	۱-۲-۳-۵- اثر بر انسان
۹۹	۱-۲-۳-۶- اثرات آلودگی هوا بر اقلیم
۹۹	۲-۲- آلاینده‌های اولیه هوا
۱۰۰	۱-۲-۲- ترکیبات کربن‌دار
۱۰۰	۱-۲-۲-۱- منواکسید کربن (CO)
۱۰۴	۱-۲-۲-۱-۱- اثرات منواکسید کربن بر مواد و گیاهان
۱۰۵	۱-۲-۲-۱-۲- اثرات منواکسید کربن بر سلامتی
۱۰۹	۱-۲-۲-۲- دی اکسید کربن (CO_2)

فصل سوم

۱۷۶	آلودگی هوا در سطح جهانی
۱۷۶	۱-۳- مقدمه
۱۷۷	۲-۳- آلودگی هوا در سطح جهانی
۱۷۷	۱-۲-۳- گرمایش جهانی
۱۷۹	۱-۱-۲-۳- اثر گلخانه‌ای
۱۸۲	۲-۱-۲-۳- گازهای گلخانه‌ای
۱۸۵	۱-۲-۱-۲-۳- دی اکسید کربن
۱۸۶	۲-۲-۱-۲-۳- بخار آب (H_2O)
۱۸۶	۳-۲-۱-۲-۳- متان (CH_4)
۱۸۷	۴-۲-۱-۲-۳- کلروفلوروکربنها (CFC)
۱۸۷	۵-۲-۱-۲-۳- ازن
۱۸۸	۶-۲-۱-۲-۳- دی اکسید نیتروژن
۱۸۸	۷-۲-۱-۲-۳- گازهای سرد کننده
۱۹۰	۳-۱-۲-۳- منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای
۱۹۱	۴-۱-۲-۳- ماهیت و نحوه عمل گازهای گلخانه‌ای
۱۹۲	۵-۱-۲-۳- اثر گلخانه‌ای افزوده
۱۹۳	۲-۲-۳- تخریب لایه ازن
۱۹۳	۱-۲-۲-۳- لایه ازن
۱۹۶	۲-۲-۲-۳- عوامل تخریب لایه ازن
۱۹۷	۱-۲-۲-۲-۳- هالون ها
۱۹۸	۲-۲-۲-۲-۳- کلروفلوروکربنها (CFC)

۱۹۹	CFC ترکیبات مختلف
۲۰۱	واکنش‌های شیمیایی ازن در استراتوسفر
۲۰۴	جابجایی ازن در استراتوسفر
۲۰۵	اختلال در ازن استراتوسفری
۲۰۸	شیمی ازن تروپوسفری
۲۰۹	عوامل و منابع تخریب لایه ازن
۲۱۲	جایگزینی ترکیبات تخریب‌کننده لایه ازن
۲۱۴	باران اسیدی
۲۱۶	اسیدهای موجود در باران اسیدی
۲۱۶	محدوده تحت تاثیر باران اسیدی
۲۱۷	روند تشکیل باران اسیدی
۲۱۹	فرآیندهای جوی
۲۲۰	عوامل موثر در اسیدیته باران
۲۲۱	اثرات و پیامدهای جهانی آلودگی هوا
۲۲۱	اثرات گازهای گلخانه‌ای
۲۲۵	افزایش درجه حرارت کره زمین
۲۲۶	افزایش میزان بارندگی
۲۲۶	افزایش سطح آبهای جهان
۲۲۶	افزایش بارندگی در عرض‌های شمالی
۲۲۶	خشکیهای قاره ای
۲۲۶	تغییرات ناحیه‌ای پوشش گیاهی
۲۲۷	افزایش طوفانهای حاره‌ای
۲۲۸	تاثیر گازهای گلخانه ای بر انسان

- شکل ۱-۱: ساختار و ویژگیهای اتمسفر زمین ۲۵
- شکل ۲-۱: طبقات مختلف زمین و تغییرات دمایی آنها ۳۳
- شکل ۳-۱: رابطه فرایندهای آلودگی هوا ۳۹
- شکل ۴-۱: نمایی از پدیده مه در جنگل ۴۱
- شکل ۵-۱: تصویری از یک منبع نقطه کانون ۴۷
- شکل ۶-۱: نمایی از آلودگی ایجاد شده توسط وسایل نقلیه موتوری بعنوان منابع متحرک ۴۸
- شکل ۷-۱: منابع انتشار آلایندههای هوا از نقطه نظر عوامل ایجاد آن ۵۰
- شکل ۸-۱: نمایی از یک منبع بی کانون ایجاد آلودگی (مناطق شهری) ۵۱
- شکل ۹-۱: روند ایجاد آلایندههای داخلی ناشی از احتراق و انرژی ۷۷
- شکل ۱۰-۱: شمایکی از وارونگی هوا ۸۲
- شکل ۱۱-۱: رابطه درجه حرارت و ارتفاع در شرایط عادی و در حالت وارونگی دما ۸۴
- شکل ۱-۲: سهم آلایندههای اولیه در آلودگی هوا و منابع تولید آنها ۱۰۰
- شکل ۲-۲: استانداردهای یک ساعته گاز من اکسید کربن در کشورهای آسیایی در مقایسه ۱۰۲
- شکل ۳-۲: اثرات منواکسید کربن در غلظت های مختلف ۱۰۶
- شکل ۴-۲: منابع انتشار دی اکسید کربن ۱۰۹
- شکل ۵-۲: الف) ضخامت کربن سیاه ب) غلظت کربن سیاه سطحی ۱۱۱
- شکل ۶-۲: مسیر انتقال شیمیایی NOx از اتمسفر ۱۱۲
- شکل ۷-۲: روند افزایش غلظت ترکیبات نیتروژن دار ناشی از فعالیتهای انسانی در سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ ۱۱۸
- شکل ۸-۲: توزیع شهرهای آسیایی در رابطه با غلظت NO_x در سال ۲۰۰۸ ۱۱۹
- شکل ۹-۲: غلظت سالیانه دی اکسید نیتروژن در ۲۳۴ شهر آسیا ۱۲۰
- شکل ۱۰-۲: منابع ایجاد اکسیدهای گوگرد اتمسفری ۱۲۲
- شکل ۱۱-۲: منابع انتشار دی اکسید گوگرد ۱۲۴
- شکل ۱۲-۲: استانداردهای ۲۴ ساعته SO_۲ در کشورهای آسیایی در مقایسه با ۱۲۶
- شکل ۱۳-۲: استانداردهای سالیانه SO_۲ در کشورهای آسیایی در مقایسه با ۱۲۶
- شکل ۱۴-۲: غلظت سالیانه دی اکسید گوگرد (SO_۲) در ۲۱۳ شهر آسیایی ۱۳۱
- شکل ۱۵-۲: توزیع غلظت دی اکسید گوگرد (SO_۲) در شهرهای آسیایی - سال ۲۰۰۸ ۱۳۲
- شکل ۱۶-۲: روند تشکیل ائروسول ۱۳۵
- شکل ۱۷-۲: استانداردهای سالیانه ذرات معلق (PM_{۱۰}) در کشورهای آسیایی در مقایسه با ۱۳۸
- شکل ۱۸-۲: استانداردهای ۲۴ ساعته ذرات معلق (PM_{۱۰}) در کشورهای آسیایی در مقایسه با ۱۳۹
- شکل ۱۹-۲: میزان انتشار ذرات در جهان ۱۴۵
- شکل ۲۰-۲: غلظت سالیانه ذرات معلق (PM_{۱۰}) در ۲۳۰ شهر آسیا ۱۴۶
- شکل ۲۱-۲: توزیع کشورهای آسیایی بر اساس غلظت PM_{۱۰} در سال ۲۰۰۸ ۱۴۷
- شکل ۲۲-۲: متوسط سالیانه غلظت ذرات معلق در آسیا (۲۰۰۶) ۱۴۸

- شکل ۲-۲۳: مسیرهای انتقال سرب از محیط به انسان
- شکل ۲-۲۴: استانداردهای سالیانه سرب در کشورهای آسیایی در مقایسه با
- شکل ۲-۲۵: غلظت SO_2 ، NO_x و PM_{10} در کشورهای آسیایی در مقایسه
- شکل ۲-۲۶: استانداردهای ۸ ساعته آزن در کشورهای آسیایی در مقایسه
- شکل ۲-۲۷: استانداردهای یک ساعته آزن در کشورهای آسیایی در مقایسه با
- شکل ۲-۲۸: ساختار مولکولی آزن
- شکل ۲-۲۹: نحوه تشکیل مه دود فتو شیمیایی لندن، مه دود گوگردی یا هوای خاکستری
- شکل ۲-۳۰: نحوه تشکیل مه دود فتو شیمیایی از نوع لوس آنجلس یا قهوه ای
- شکل ۲-۳۱: منابع انتشار آلاینده‌های اولیه در مه دود فتوشیمیایی لس آنجلس
- شکل ۳-۱: توزیع نور خورشید در اتمسفر زمین
- شکل ۳-۲: اثر گلخانه‌ای (نحوه پراکنش امواج در اتمسفر)
- شکل ۳-۳: سهم جهانی در انتشار گازهای گلخانه‌ای
- شکل ۳-۴: سهم کشورهای آسیایی در انتشار گازهای گلخانه‌ای
- شکل ۳-۵: شمایی از چرخه کربن
- شکل ۳-۶: سهم گازهای مهم گلخانه‌ای در گرم شدن زمین
- شکل ۳-۷: شماتیکی از اثر گلخانه‌ای (مقایسه‌ای بین محیط گلخانه و جو زمین)
- شکل ۳-۸: حفره ایجاد شده در لایه ازن
- شکل ۳-۹: میزان تخریب لایه ازن بر حسب ارتفاع
- شکل ۳-۱۰: فرایند تشکیل باران اسیدی
- شکل ۳-۱۱: تاثیر باران اسیدی بر پناها و آثار سنگی
- شکل ۳-۱۲: تاثیر تخریب لایه ازن و افزایش اتمه هاورا، بنفش بر حیات

مقدمه

انسان در طول هزاران سال زندگی پر فراز و نشیب خود بر پهنه گیتی همواره در حال تعادل و توازن با سایر موجودات زنده و منابع طبیعی بوده و برای سلامت اکوسیستم و محیط زیست خود خطری نداشته است. افزایش روز افزون جمعیت همراه با پیشرفت سریع صنعت و تکنولوژی، توسعه اقتصادی و ...، مسائل و مشکلات بزرگی نظیر تخریب و کاهش منابع طبیعی، افزایش آلودگی‌ها، تخریب لایه ازن، اثر گلخانه‌ای، جنگل زدایی، افزایش سطح آب دریاها، شیوع بیماری‌های ناشناخته مثل ایدز، وابستگی بیش از حد به وسایل ماشینی، آلودگی هوا در شهرهای بزرگ و ... را برای سکنه زمین بوجود آورده است. با وجود چنین مسائلی، از یک سو شناخت، کشف و مشاهده اثرات و پیامدهای ناشی از این تغییرات از سوی دیگر، موجب شده است تا مسئله تخریب محیط زیست و اثرات ناشی از آن، مورد توجه روز افزون محافل و جوامع بین المللی، دانشمندان و اقشار مختلف جوامع در سرتاسر جهان قرار گیرد.

در حال حاضر دنیا، نگران مسائل زیست محیطی ناشی از فعالیتهای امروز جوامع و تأثیر آن بر آیندگان، است. یکی از مهمترین چالشها و مسائل زیست محیطی روز دنیا، مسئله آلودگی هوا با توجه به اهمیت هوا بعنوان یکی از عناصر اساسی برای بقا و موجودات می باشد. آلودگی هوا، تنها یک مسئله محلی نیست، بلکه یک مشکل جهانی بوده که اکوسیستم های جهان و سلامت انسان ها و جانوران را مورد تهدید قرار داده و موجب بر هم خوردن تعادل، گسسته شدن زنجیره واکنش های طبیعی و بروز خطرات جدی و پیش بینی نشده ای می شود، که بحران های فاجعه انگیزی را به دنبال خواهند داشت. بنابراین اثرات نامطلوب آلودگی هوا، آنچنان است که طیف گسترده ای از موجودات، اشیاء، عناصر و مسائل موجود در زندگی نظیر آب، خاک، غذا، مسکن، کنترل اراضی، ارتباطات، قوانین اجتماعی و غیره را تحت تأثیر قرار می دهد. از این رو نیاز امروزی جوامع به شناخت و افزایش آگاهی های زیست محیطی در جهت کاهش، کنترل و پیشگیری از اثرات و پیامدهای مسائل زیست محیطی، می طلبد که تا حد امکان، در زمینه محیط زیست و مسائل مرتبط با آن و اثرات و پیامدهای آنها، تحقیقات، مطالعات و پژوهش های گسترده ای، به انجام رسیده و نتایج آنها به صورت مقالات و کتب علمی به چاپ برسد، تا گامی موثر در این جهت و دستیابی به توسعه پایدار زیست محیطی باشد. در این راستا این کتاب (کتاب آلودگی هوا)، با هدف افزایش شناخت و آگاهی دانشجویان، دانش پژوهان عزیز و همچنین اقشار مختلف جامعه در خصوص مسئله آلودگی هوا نگاشته شده است. این کتاب مشتمل بر سه بخش

بوده که در بخش اول به بیان تعاریف و مطالب پایه در بحث هوا و آلودگی آن پرداخته شده است. سپس در بخش دوم با توجه به آشنایی خوانندگان عزیز نسبت به مسئله آلودگی هوا، منابع ایجاد آن، استانداردهای تدوین شده برای آن، انواع آلاینده های هوا و اثرات و پیامدهای زیست محیطی ناشی از آنها و ... بررسی شده است. در نهایت در بخش سوم این کتاب، مسائل جهانی آلودگی هوا نظیر پدیده گرم شدن جهانی زمین، باران اسیدی و تخریب لایه ازن و ... و اثرات ناشی از آنها و همچنین اقدامات جهانی نظیر کنوانسیون ها و پروتکل های تصویب شده در خصوص آلودگی هوا و ...، تشریح شده است.

دکتر هادی زارعی محمود آبادی

استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد میبد

مهندس فریده دهقان طرزجانی

کارشناس ارشد آموزش محیط زیست

۱۳۹۱