مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای
سال چهارم، شماره شانزدهم، بهار ۱۳۹۲

انتشار آلاینده‌های جوی چالش زیست محیطی شهر اصفهان

ویکتوریا عزتیان: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، نجف‌آباد، ایران*
سادات هاشمی‌نسب:دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

دریافت: ۱۳۹۰/۴/۷ - پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۲۲، صص ۱۶۰-۱۴۵

چکیده

حوادث بحرانی سال‌های اخیر در خصوص افزایش میزان آلاینده‌های جوی، ضرورت شناخت بیشتر علل وقوع این حوادث را مطرح ساخته است. افزایش میزان آلاینده‌ها از سطوح مجاز در سطح کوتاه مدت و بلند مدت بر محیط زیست اثر گذار بوده به طوری که اثرات کوتاه مدت آلودگی هوا به صورت بروز و تشدید بیماری‌های چشمی، تنفسی، ریوی، سرطان و ... ظاهر می‌شود. اثرات بلند مدت آلودگی هوا به صورت تاثیر بر نقشه ژنیتکی بدن جانداران، میزان هوش و فیزیولوژی بدن ظاهر می‌شود. هوای آلوده، آب و خاک را آلوده ساخته و آبزیان و گیاهان را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد که این مواد با قرارگیری در زنجیره غذایی انسان از این طریق نیز آسیب رسانی می‌نمایند. در این پژوهش با استفاده از داده‌های آب و هوایی که در ایستگاه هواشناسی همدیدی اصفهان اندازه گیری می شوند و مقادیر آلاینده‌های سطح زمین که توسط ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های سازمان حفاظت محیط زیست اندازه گیری می‌شوند یک مدل آماری ارائه می شود که قادر به برآورد مقادیر قابل قبولی از اُزُن سطحی باشد. بررسی‌های صورت گرفته در این پژوهش نشان داد معادله‌ای که از دو متغیر توان دوم تابش آفتاب و توان دوم غلظت گاز منوکسیدکربن بهره‌گرفته بود توانست توجیه‌گر ۳۵٪ تغییرات غلظت اُزُن سطحی در طول روز باشد. اگر چه مدل‌های رگرسیونی چند متغیره توان قابل توجهی برای توجیه تغییرات اُزُن سطحی و پیش بینی غلظت آن دارند، اما تعدد متغیرهای ورودی آنها موجب می‌شود که این مدل‌ها از دیدگاه کاربردی چندان مفید نباشند.

واژه‌های کلیدی: آلاینده ثانویه، مدل آماری، اُزُن سطحی، پهنه‌بندی

*نویسنده مسؤول: ۰۹۱۳۳۱۵۵۳۸۷ E-mail: Victoria_ezzatian@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسأله

آلاینده‌های جوی مواد (جامد، مایع یا گاز) موجود در هوا هستند که غلظتشان در جو به حدی زیاد می‌شود که سلامتی حیوانات و گیاهان را به مخاطره اندازند، به نباتات و سازه‌ها آسیب رسانند یا محیط را مسموم نمایند. آلاینده‌های هوا از دو منشأ طبیعی و فعالیت‌های انسانی سرچشمه می‌گیرند. شماری از آلاینده‌های جو آلاینده‌های اولیه به شمار می‌روند زیرا مستقیماً از دود کش‌ها، اگزوزها و غیره وارد جو می‌شوند. دسته دیگر که آلاینده‌های ثانویه نام دارند از ترکیب و بر هم‌کنش شیمیایی یک آلاینده اولیه با بعضی از اجزا هوا از قبیل بخار آب و یا آلاینده‌های دیگر ایجاد می‌شوند (اهرنس[1]، ۱۹۹۸، ٤۹۱). از جمله آلاینده‌های اولیه می‌توان ذرات ریز گرد و غبار، دی اکسیدگوگرد، منواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن و هیدروکربن‌ها و از جمله آلاینده‌های ثانویه می‌توان پراکسی استیل نیترات و آلدئیدها (فرمالائید، آکرولیئن) و اُزُن را نام برد. اُزُن از جمله مهمترین آلاینده‌های ثانویه است که علاوه بر بهداشت عمومی، در کشاورزی نیز بسیار تاثیرگذار و مورد توجه است. اُزُن سطح زمین برحسب قسمت در میلیون[2] یا قسمت در بیلیون[3] بیان می‌شود که عبارت است تعداد مولکول‌های اُزُن در ۱ میلیون و ۱ بیلیون مولکول هوا.

اُزُن که در سال ۱۸۳۹م (۱۲۱۸) توسط شونباین[4] (به نقل از سبالد، ۲۰۰۳) دانشمند آلمانی کشف شد، از گازهای جزئی موجود در جو است که ۰/۰۰۰۰۰٦ درصد حجمی هوا را تشکیل می‌دهد (چورمن و همکاران[5]، ۲۰۰۹). پراکنش اُزُن در جو به صورت ناهمگن است، به طوری که ۱۰درصد آن در ورد سپهر و ۹۰ درصد آن در آرام سپهر وجود دارد (امیدواری، ۱۳۸۵، ۱). دلایل ایجاد اُزُن و نقش آن در هر کدام از لایه‌های جوی فوق متفاوت است، به طوری که در وردسپهر به عنوان یک آلاینده جدی و در آرام‌سپهر به عنوان سپر حیات مطرح است بنابراین، می‌توان اُزُن جو را به دو دسته اُزُن ورد سپهری و اُزُن آرام‌سپهری تقسیم بندی کرد و هر یک را جداگانه مورد بررسی قرار داد. اُزُن سطحی سومین گاز گلخانه‌ای قوی محسوب می گردد. تشکیل این آلاینده ثانویه که بر اثر واکنش‌های فتوشیمیایی انجام می پذیرد و غلظت آن در محیط، تابعی از شرایط جوی محیط است (دی می زی ری و همکار[6]، ۲۰۱۰) و عواملی از جمله دما و تابش موجب ایجاد تغییر در مقادیر آن می گردند (رهبر[7]، ۱۹۹۵). اُزُن سطحی به عنوان سمی‌ترین گاز در کشاورزی، سالانه موجب آسیب‌های کمی و کیفی فراوانی بر روی محصولات زراعی می‌گردد به طوری که ۹۰٪ سمیت‌های گازی برای گیاهان ناشی از گاز اُزُن است (اجلالی، ۱۳۸۵). اثرات سمی گاز اُزُن تا ۲۵٪ کاهش در تولید گندم زمستانه را سبب می‌شود (سولومون[8]، ۲۰۰۳). این آسیب‌ها تنها شامل گیاهان

1 -Ahrens
2 - part per million= ppm
3 -part per billion= ppb

4-Schönbein
5-Schurmann & et all
6 -demuzere & et all
7- Rahbar
8 - Solomon

Archive of SID

www.SID.ir

نیست، حیوانات و انسان‌ها نیز با قرارگیری در معرض مقادیر کمی از اُزُن دچار آسیب‌های تنفسی و نقص در سیستم بینایی می‌گردند (رائو و همکار[9]،۱۹۹٤). جذب پذیری قابل توجه این گاز از طریق روزنه‌های برگ گیاهان، موجب آسیب دیدن نواحی جنگلی وسیعی در ژاپن شده است (چیانگ[10]،۲۰۰۵).

۱-۲- اهمیت و ضرورت

در سال ۱۹۳٤ میلادی (۱۳۱۳) با اندازه‌گیری مقدار اُزُن جو بالا به وسیله بالن (اُزُن سوند) مشخص شد که بیشینه این مقدار در ارتفاع حدود ۲۰ کیلومتری قرار دارد که این محدوده را لایه اُزُن نامیدند. این لایه خیلی نازک از اُزُن کافی است که اهالی زمین را از مقادیر مضر تابش فرابنفش خورشید حفظ کند. تابش فرابنفش با طول موج کمتر از ۰/۳ میکرومتر انرژی کافی برای ایجاد سرطان پوست در انسان را دارد. همچنین تابش فرابنفش در ۰/۲٦ میکرومتر می‌تواند اسیدهای نوکلوئیک در DNA را تخریب کند که ماده‌ای است که نقشه ژنتیکی را از نسلی به نسلی منتقل می‌کند. اگر غلظت اُزُن آرام سپهری کاهش یابد مسائل زیر قابل انتظار است (اهرنس،۱۹۹۸،۳۳٦). افزایش در سرطان پوست، افزایش شدید در صدمات چشم از جمله تخریب عدسی چشم و ایجاد نابینایی تدریجی کاتاراکس، اختلال در سیستم ایمنی بدن، تاثیر گذاری منفی در گیاهان، کاهش در رشد فیتوپلانکتون‌های دریایی، خنک شدن آرام سپهر که می‌تواند موجب تغییر در الگوی بادهای آرام‌سپهری گردد. با توجه به اهمیت فوق العاده اُزُن و سمیت آن بویژه در کشاورزی، اندازه‌گیری این گاز در پایش کمی و کیفی محصولات زراعی باغی و سلامت دام و طیور حائز اهمیت است. به طور کلی، تهدید توسعه پایدار توسط آلاینده‌ها، تهدید سلامت محیط زیست توسط آلاینده‌ها و ایجاد اختلال در فعالیت‌های روزمره بشر به دلیل تجاوز آلاینده از سطوح مجاز از جمله ضرورت‌هایی است که لزوم این گونه مطالعات را ایجاب می‌کند.

۱-۳- هدف پژوهش

با توجه به نقش عوامل جوی در تشکیل، انتقال و ترکیب اُزُن با آلاینده‌های جو (بوگوکا[11]،۲۰۰۸)، تعیین مدلی که در آن بتوان با استفاده از فراسنج‌های جوی که در ایستگاه‌های هواشناسی کشاورزی مستقیماً در داخل مزارع کشور اندازه گیری می شوند و یا احیانا سایر اطلاعات کمکی موجود به برآورد مقادیر اُزُن سطحی پرداخت می‌تواند بسیار سودمند باشد. بنابراین، هدف از این پژوهش ارائه یک مدل آماری است که بتواند با استفاده از فراسنج‌های جوی به برآورد قابل قبولی از مقادیر اُزُن سطحی بپردازد.

۱-۴- پیشینه پژوهش

امروزه تحقیقات نشان داده‌اند تنها بخشی از اُزُن وردسپهری از آرام‌سپهر تامین می‌گردد و چشمه اصلی تشکیل مولکول‌های اُزُن واکنش‌های فتو شیمیایی آن تحت تاثیر سازوگار مه‌دود[12] است (عبدالوهاب، ۲۰۰۵). در پروژه رهبر و همکاران (۱۳۷۹) رابطه بین مقادیر اُزُن سطحی و دمای بیشینه روزانه در فرانسه بررسی شد. مدل‌های رگرسیونی هم‌بستگی معنی‌داری

9 -Rao
10 - Jiang
11- Bogucka
12- Smog

Archive of SID

www.SID.ir

بین این دو فراسنج نشان دادند. رهبر با استفاده از آمار طولانی مدت نشان داد که چرخه تغییرات اُزُن سطحی در محیط طبیعی و پاک با چرخه‌های ۲۶ ماهه جو هماهنگ است. تامپسون[13] و همکاران (۱۹۹۹) یک بررسی آماری پیرامون تغییرات اُزُن سطحی در واشنگتن انجام دادند و از بیشتر روش‌های آماری مرسوم استفاده نمودند و آنها را با هم مقایسه کردند. لین (۲۰۰۸) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به بررسی تغییرات اُزُن سطحی در دو فضای زمانی و مکانی در حاشیه مناطق صنعتی کشور چک پرداخت. سپس با استفاده از تحلیل عاملی تفاوت‌های تشکیل اُزُن در زمستان و تابستان را مورد مطالعه قرار دادند. به عقیده آنها محتوی بخار آب جو، بهتر از رطوبت نسبی می تواند در توجیه مقادیر اُزُن نقش داشته باشد. با بررسی مقادیر اُزُن سطحی در دوره آماری (۱۸۸٤-۱۹۰۰) با روش شونبین نوئل[14] و همکاران (۱۹۹٦) در مدیترانه مرکزی به کمک فراسنج‌های اقلیمی موجود (دما، رطوبت نسبی و سرعت باد) به توجیه تناوب‌های فصلی اُزُن در این مدت پرداختند. جیانگ[15] و همکاران (۲۰۰۵) تأثیرات عوامل هواشناسی را در فصل زمستان بر غلظت اکسیدهای نیتروژن[16] (به عنوان عامل اولیه تشکیل اُزُن) در اوکلند بررسی کردند و اظهار داشتند که تاثیر شرایط هواشناسی برای غلظت‌های منواکسید نیتروژن ثابت ولی بطور مشخصی برای مقادیر مختلف دی اکسید نیتروژن متفاوت است و احتمالاً عوامل دیگری نیز در تشکیل این گاز مؤثرند. دباجه و کاکاده[17] (۲۰۰٦) در هندوستان به بررسی ارتباط مقادیر اُزُن سطحی با اکسیدهای نیتروژن و ترکیبات آلی فرار[18] و چند فراسنج جوی در مناطق روستایی پرداختند و رابطه غیر خطی پیچیده‌ای را ارائه دادند به عقیده آنان غلظت اُزُن در زمستان و در زمان وقوع مونسون به حداکثر خود می‌رسد. الکساندرف[19] و همکاران (۲۰۰۵) در بلغارستان با استفاده از روش شبکه عصبی رابطه‌ای غیر خطی بین مقادیر اُزُن سطحی و متغیرهای هواشناسی پیشگو با فاصله زمانی یک ساعته ارائه نمود.. چورمن[20] و همکاران (۲۰۰۹) در مقاله‌ای با عنوان « مدل سازی مکانی و تاثیرات سینوپتیک در تراکم اُزُن در پیچیدگی مکان نگاری در جنوب ایتالیا » با استفاده از بادهایی در مقیاس محلی طی ٤ دوره ۵ تا ۷ روزه به عنوان نماینده هر فصل به بررسی غلظت اُزُن اقدام نموده اند و مشخص شد هنگامی که باد دریا- کوه به خوبی در منطقه توسعه یابد در مقدار تراکم اُزُن موثر است. دیمی زی ری[21] و همکاران (۲۰۱۰) در مقاله‌ای با عنوان «یک روش جدید برای تخمین سطح کیفیت هوا با استفاده رگرسیون و سینوپتیک» طی دوره آماری ۲۰۰٦-۲۰۰۱ به این نتایج دست یافتند که M_8 و O_3 وابسته به تغییرات فصلی می‌باشند و مدل ECMWF عملکرد ضعیف‌تری نسبت به مدل‌های M_8 , O_3، PM_{10} و سری زمانی اطلاعات هواشناسی دارد.

۱-۵- سئوال‌ها و فرضیه‌های پژوهش

13. Thompson
14 . Nolle
15 . Jiang
16 . No , No2, Nox

17 . Debaje
18. VOC
19 . Alexandrov
20 . Schu¨rmann.et
21 . Demuzere.et

Archive of SID

www.SID.ir

سئوال اصلی در انجام پژوهش آن است که:

آیا با استفاده از یک مدل آماری می توان به برآورد مناسبی از مقادیر اُزُن سطحی دست یافت؟

در این پژوهش فرض شده است که فراسنج‌های آب و هوایی سطح زمین به مقدار زیادی در تشکیل اُزُن سطحی سهم دارند.

۱-۶- روش پژوهش

در این پژوهش از روش‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای اکسل و SPSS استفاده شده است (مقدم و همکاران،۱۳۷۳). در پهنه بندی میزان آلاینده‌ها از نرم افزارArcmap استفاده شده است.

۱-۷- معرفی متغیرها و شاخص‌ها

داده‌ها و فراسنج‌های مورد استفاده در پژوهش:

ابتدا آمار مورد نیاز ورودی مدل از ایستگاه هواشناسی اصفهان اخذ گردید. این آمار عبارتند از:

الف) داده‌های جوی شامل: دمای هوا، رطوبت جوی، تابش خورشید، سرعت باد، فشار هوا و بارش.

ب) اطلاعات آلاینده‌های سطح زمین از ایستگاه سازمان حفاظت محیط زیست اخذ گردید که شامل: اُزُن سطحی، دی اکسیدگوگرد، اکسیدهای نیتروژن بودند. سپس با استفاده از این داده‌ها و استفاده از مدل معین، رابطه‌ای برای برآورد غلظت اُزُن سطحی جستجو گردید.

۱-۸- محدوده و قلمرو پژوهش

این پژوهش در محدوده شهر اصفهان صورت گرفته است. اطلاعات آب و هوایی از مرکز شیمی جو، اُزُن و آلودگی هوا و اطلاعات آلاینده‌های جوی از ایستگاه‌ها سنجش کیفیت هوا در پنج نقطه شهر اصفهان (میدان لاله، میدان بزرگ‌مهر، میدان آزادی، میدان احمد آباد و میدان امام حسین) اخذ شده است.

۲- مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

اکسیدهای نیتروژن گازهایی هستند که زمانی که مقادیری از نیتروژن جو با اکسیژن در طی فرایند گرمازای احتراق بنزین تولید می‌شود به وجود می‌آید. اکسیدهای نیتروژن گازهایی بسیار فعال هستند که نقش بسیار کلیدی در تولید اُزُن و سایر اجزای مه‌دود فتوشیمیایی دارند. مه دود ترکیبی از دو کلمه مه و دود است. امروزه این کلمه به نوع خاصی از مه‌دود که در شهرهای بزرگ از قبیل لس آنجلس تشکیل می‌شود اطلاق می‌گردد، زیرا این نوع مه‌دود از واکنش‌های شیمیایی که در مقابل نور خورشید انجام می‌شود تشکیل می‌گردد که به مه‌دود فتوشیمیایی یا مه دود نوع لس آنجلسی مشهور است. زمانی که مه‌دود از دودهای سولفوردار و هوای مه آلود تشکیل می‌شود معمولاً مه‌دود لندنی نامیده می‌شود (اهرنس، ۲۰۰۷- ٤٩٨). مولفه اصلی مه‌دود فتوشیمیایی گاز اُزُن است. اُزُن یک اکسیدان درجه یک و یکی از گازهای گلخانه‌ای است و افزایش اُزُن وردسپهری در کنار کاهش اُزُن آرام‌سپهر به عنوان یکی از دلایل تغییر اقلیم شناخته می‌شود (لین[۲۲]، ۲۰۰۸). همچنین انتظار می‌رود روند تغییر اقلیم در ۵۰ سال آینده خود موجب افزایش غلظت اُزُن سطحی گردد (چورمن و همکاران[۲۳]، ۲۰۰۷). همان‌طور که مشاهده شد تشکیل اُزُن علاوه بر مواد شیمیایی، نیازمند حضورگرما و نور است. در بعضی از روزها به هنگام بروز توفان‌های

22 . Lin
23 . Schurmann &et all

Archive of SID

www.SID.ir

تندری (رعد و برق) شدید به دلیل وجود انرژی کافی در محیط شرایط تشکیل اُزُن در سطح زمین وجود دارد به صورتی که بوی اُزُن تشکیل شده در لحظه رعد و برق به خوبی قابل استشمام است (رهبر، ۱۹۸۹- ۵۳٤:۵۳۲).

گفته شد که اتومبیل‌ها عمده ترین منبع برای مه دود فتوشیمیائی هستند و وابستگی شدید به اتومبیل برای حمل و نقل و مسافرت‌های درون شهری در شهرهای بزرگ باعث انتشار مقادیر عظیمی از هیدروکربن‌های سوخته نشده و اکسیدهای نیتروژن شده است. این مسئله به همراه شرایط جوی مانند وارونگی بلند مدت دمای هوا که از انتشار قائم آلودگی جلوگیری می‌کند و شدت کافی نور خورشید شرایط را برای تشکیل مه‌دود فتوشیمیائی به خوبی فراهم می‌کند. مه‌دود فتوشیمیائی آثار مخرب زیادی بر دستگاه تنفس انسان دارد که از آن جمله سرفه‌های شدید، تنفس‌های کوتاه و بریده بریده، انقباض مجاری هوا، سردرد، تنگی نفس، التهاب چشم‌ها، بینی و حلق را میتوان نام برد. همچنین مه دود در کاهش توانایی‌های ورزشی و قوای جسمانی فرد نیز نقش دارد. اُزُن به تنهایی باعث بروز مشکلات تنفسی مانند تنگی نفس و درد قفسه سینه می شود، علاوه بر این پوشش‌های گیاهی و مصنوعات کائوچو نیز به وسیله اُزُن تحت تاثیر قرار می‌گیرند. این گازها به همراه سایر مواد آلاینده موجود در مه‌دود فتوشیمیایی از قبیل فرمالدئید، پراکسی بنزل نیترات (PBZN)، پراکسی استیل نیترات (PAN) و اکرولین باعث تحریک چشم‌ها می‌گردد (اهرنس،۲۰۰۷، ۳۱٤). میزان خسارت اُزُن بستگی به غلظت اُزُن، مدت زمانی که گیاه در معرض اُزُن قرار دارد و حساسیت گیاه به اُزُن دارد. اُزُن یک اکسید کننده قوی است که به شکل گازی منتقل می شود و از طریق روزنه‌های گیاه وارد برگ شده و باعث تشکیل رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون اسیدهای چرب تشکیل دهنده غشاء سلولی می‌شود. اُزُن باعث بروز خساراتی در برگ درختان و کاهش سرعت رشد گیاهان حساس می‌گردد. همچنین اُزُن باعث کاهش عملکرد محصولات کشاورزی مانند ذرت،گندم، سویا و بادام زمینی شده است. مطالعات در این زمینه نشان داده که اُزُن به تنهائی عامل ۹۰٪ خسارات ناشی از آلودگی هوا بر محصولات کشاورزی است. این مسئله از نظر اقتصادی در حدود ٦ تا ۷ درصد کل تولیدات کشاورزی ایالات متحده را از بین می‌برد (نقل از امیدواری، ۱۳۸۵). غلظت اُزُن در حومه شهرها و نواحی روستایی بیش از مرکز شهر است، زیرا اُزُن شهری با منواکسید نیتروژن واکنش داده و غلظت آن کاهش می یابد. میانگین جهانی اُزُن در حدود۳۰۰ دابسون[24] است و از۲۳۰ تا ۵۰۰ دابسون متغیر است (عزتیان، ۱۳۸٦).

۳- تحلیل یافته‌ها

متوسط داده‌های روزانه دما در طول دوره آماری ۱٦/۷ درجه سانتیگراد است (جدول ۵). میانه، واریانس و انحراف معیار آنها به ترتیب برابر با ۱۷/۹، ۹۵/۲ و ۹/۸ هستند. حداقل و حداکثر دما ٦/٦- و ۳۳/٤ درجه سانتیگراد هستند. توزیع فراوانی داده‌های

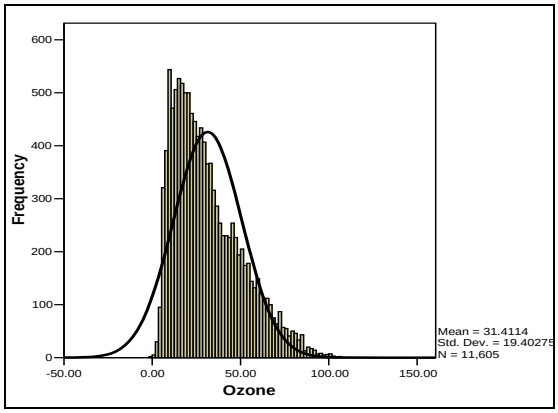
24 . Dobson

Archive of SID

www.SID.ir

روزانه دما، با توجه به آزمون چولگی و آزمون کولموگروف اسمیرونف، نرمال است.

متوسط دمای نقطه شبنم در دوره مورد مطالعه (۱/۹-) درجه سانتیگراد است. این فراسنج نیز مانند دما تا حدودی از شکلی مشابه با منحنی نرمال برخوردار است (شکل ٤)، اما آزمون کولموگروف اسمیرنوف عکس این موضوع را نشان می دهد. دامنه تغییرات دمای نقطه شبنم بین ۲۵/۹- تا ١٤/٢ درجه سانتیگراد است. انحراف معیار آن نیز ۵/۷ درجه سانتیگراد است که از انحراف معیار دما، ۱۰/۹، پایین تر می باشد. متوسط دمای نقطه شبنم ۲- و میانه آن ١/٤- و انحراف معیار آن ۵/۲ درجه سانتیگراد است. هر دو آزمون چولگی و آزمون کولموگروف اسمیرونف، نرمال بودن توزیع فراوانی را تایید می کنند(جدول ۵). میانگین غلظت داده‌های ساعتی اُزُن ppb ۳۱/٤ و میانه معادل ppb ۲۷ است. نمای این نمونه آماری که نشان دهنده‌ی داده‌ای است که بیشترین فراوانی را دارد، ppb ۱۰/۱ است. عدم تساوی سه آماره فوق نشان دهنده غیر نرمال بودن منحنی توزیع فراوانی ساعتی غلظت اُزُن است. از طرفی با توجه به اینکهMod<Med<Mean، انتظار می‌رود که نمودار چوله به راست باشد. انحراف معیار داده‌ها بالا و معادل ١٩/٤ppb است که این انحراف معیار بالای اُزُن نشان دهنده پراکندگی مشاهدات در اطراف میانگین است (شکل ۱).



شکل ۱- توزیع فراوانی داده‌های ساعتی اُزُن سطحی در ایستگاه هواشناسی شهر اصفهان

ضریب تغییرات[25] که معیاری از تغییرپذیری نسبی است، در مورد اُزُن نسبتا بالا و معادل ٦١/٧٪ است. از آنجایی که ضریب تغییرات بالای ۳۵٪ بر اساس طبقه بندی ویلدینگ و درس در گروه متغیرهایی با ضریب تغییرات حداکثر طبقه‌بندی می‌شوند (محمدی،١٣٨٤)، بالا بودن ضریب تغییرات نشان می‌دهد که تغییرات غلظت اُزُن بیش از آنکه قائم به ذات باشد تحت تاثیر عوامل بیرونی است. ضریب چولگی که معیاری برای عدم تقارن در تابع توزیع فراوانی است۰/۸۹۰ بوده و در محدوده اعتبار آماری ۹۵ درصد معنی‌دار (چولگی به راست) است. کشیدگی که معیاری از میزان تیزی منحنی توزیع فراوانی در نقطه حداکثر آن است نیز معنی دار و برابر۰/٢٤۵ است. این حالت لپتوکرتیک[26] نامیده می‌شود که چنین توزیع‌هایی ترکیبی از دو جامعه نرمال با واریانس متفاوت ولی میانگین مشابه است. چولگی و کشیدگی در این محدوده معنی دار است. آزمون کولموگروف اسمیرونف نیز عدم نرمال بودن منحنی توزیع فراوانی را تایید می‌کند.

1. CV
2. Leptokurtic

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- آماره‌های توصیفی داده‌های ساعتی غلظت اُزُن

تعداد	میانگین	میانه	مد	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی	کمینه	بیشینه	ضریب تغییرات
۱۱۶۰۵	۳۱/۴۱	۲۷	۱۰/۱	۱۹/۴۰	۳۷۶/۴۷	۰/۸۹	۰/۲۵	۰/۸	۱۰۶/۵	۰/۶۲

بررسی دهک‌های این نمونه آماری (جدول ۲) نشان دهنده این نکته است که در مرز ده درصد ابتدایی مقـادیر اُزُن ۱۰ppb است که مبین میزان آلودگی بسیار قابل توجه در منطقه اندازه‌گیری است (جدول ۳).

جدول ۲- دهک‌های داده‌های ساعتی اُزُن

درصدها	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
اُزُن	۱۰/۱	۱۴/۱	۱۸/۲	۲۲/۴	۲۷/۰	۳۲/۳	۳۹/۰	۴۷/۸	۶۰/۰

جدول ۳- استانداردهای سازمان جهانی بهداشت

میانگین زمانی	میانگین ppm	میانگین وزنی (Mg/m3)	نوع آلاینده
۱ ساعته	۰/۱۴	۳۵۰	SO2
۲۴ ساعته	۰/۰۴-۰/۰۶	۱۰۰-۱۵۰	
یک ساله	۰/۰۱۵-۰/۰۲۳	۴۰-۶۰	
۱ ساعته	۲۶	۳۰	CO
۸ ساعته	۹	۱۰	
۱ ساعته	۰/۲۱	۴۰۰	No2
۲۴ ساعته	۰/۰۸	۱۵۰	
۱ ساعته	۰/۰۸-۰/۱	۱۵۰-۲۰۰	O3
۸ ساعته	۰/۰۵-۰/۰۶	۱۰۰-۱۲۰	

ماخذ: عزتیان،۱۳۸۱: ۲۵ (تبدیل به PPM در 0C ۲۵ و ATM ۱)

چنانچه اشاره شد کوتاه‌ترین بازه زمانی موجود که در آن داده‌هـای هواشناسـی ایسـتگاه همدیـدی قابـل دسترسـی اسـت فواصـل ۳ سـاعته اسـت. بنـابراین، اطلاعات اندازه‌گیری شده گاز اُزُن در این سـاعات در کنار داده‌های فراسنج‌های جوی قرار گرفت. مجموعـه داده‌های سه ساعتی اُزُن در این حالت به ۳۸۸۳ رکورد کاهش مـی‌یابـد امـا میـانگین آن تفـاوت چنـدانی بـا داده‌های ساعتی ندارد. این حالـت خصوصـا در مـورد میانه، انحراف معیار و چولگی داده‌ها و تا حد زیـادی در مورد نما و واریـانس نیـز صـادق اسـت. کمینـه و بیشینه نیز تغییری ننموده‌اند. ضمناً ضرایب چـولگی و معنی داری آنها نیز دارای تشـابه اسـت. بـا توجـه بـه شباهت مشخصـه‌هـای توزیـع فراوانـی در دو جامعـه سـاعتی و سـه سـاعتی اُزُن و همگـونی آنهـا، امکـان جایگزینی جامعه ساعتی با جامعه سـه سـاعتی وجـود داشت. علا وه بر بررسی سـاعتی و سـه سـاعتی اُزُن، داده‌های روزانه آن نیز مورد بررسی قرار گرفت کـه از طریق میانگین گیری داده‌های سـاعتی در هـر روز بـه دست آمدند. در این مورد تعداد داده‌ها بـه ۴۷۰ مـورد کاهش پیدا کردند. میانگین روزانه داده‌های اُزُن در این

Archive of SID

www.SID.ir

حالت، به مقدار ppb ۳۱/۲٦، نیز تفاوت چندانی با داده‌های ساعتی و سه ساعتی ندارد. اما میانه آن، ppb ۳۱/۰٤، بالاتر از داده‌های ساعتی و سه ساعتی است. حداقل و حداکثر غلظت اُزُن در این حالت به ترتیب ۱۰/۱۵ و۵۷/۵٤ قسمت در بیلیون هستند. واریانس و انحراف معیار آن نیز مقادیر پایین تری نسبت به دو حالت قبل دارند. آزمون چولگی نشان دهنده وجود چولگی در منحنی است اما آزمون کولموگروف اسمیرونف بر نرمال بودن توزیع فراوانی آن دلالت دارد.

در بررسی همبستگی داده‌های روزانه به روش پیرسون بیشترین همبستگی بین اُزُن و فراسنج‌های جوی، در فشار سطح دریا معادل ۰/۱۳۵- و ارتفاع تراز۸۵۰ میلی باری، ۰/۱۳٤- و ابرناکی معادل ۰/۱۱۷ دیده می‌شود. از آنجایی که ارتفاع تراز ۸۵۰ میلی باری مستقیماً از روی فشار سطح دریا محاسبه می گردد همبستگی بالای آن با اُزُن قابل توجیه است. توجیه وجود رابطه مثبت بین اُزُن و ابرناکی از لحاظ فیزیکی کمی دشوار به نظر می‌رسد. در این مرحله هیچ کدام از فراسنج‌های دمایی- رطوبتی و فراسنج‌هایی از قبیل ساعت آفتابی و تابش هم‌بستگی مشخصی با اُزُن نشان ندادند.

برای یافتن رابطه‌ای قویتر، از تعدادی فراسنج‌های جوی که بصورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت می‌گردند استفاده شد. داده‌های سه ساعته و اُزُن نیز به صورت روزانه میانگین‌گیری شدند و در مجموع ۱۸ فراسنج جوی به عنوان متغیر به دست آمد. در بررسی همبستگی داده‌های روزانه بیشترین هم‌بستگی ما بین اُزُن و فراسنج‌های جوی، در فشار سطح دریا و ارتفاع تراز۸۵۰ میلی باری به صورت منفی و ابرناکی به صورت مثبت دیده می شود. در مورد فشار سطح ایستگاه و فشار سطح دریا در قسمت سه ساعته بحث گردید و از آنجایی که ارتفاع تراز۸۵۰ میلی باری مستقیما از روی این فشار محاسبه می‌گردد هم‌بستگی بالای آن با اُزُن قابل توجیه است. توجیه وجود رابطه مثبت بین اُزُن و ابرناکی از لحاظ فیزیکی دشوارتر به نظر می‌رسد. در این مرحله هیچ کدام از فراسنج‌های دمایی، رطوبتی و فراسنج‌هایی از قبیل ساعت آفتابی و تابش هم‌بستگی مشخصی با اُزُن نشان ندادند. اما در رگرسیون چند متغیره، دما و ساعت آفتابی نقش خود را در کنار فشار نشان دادند. با این حال قدرت پیش‌گویی مدل به عنوان مدلی کاربردی همچنان پایین است. عمل مجذور کردن و لگاریتم‌گیری طبیعی از متغیرها انجام شد که اگرچه موجب بروز هم‌بستگی بین پاره‌ای از متغیرها و اُزُن می‌گردد و در معادلات رگرسیونی چند متغیره تا حد نسبتا زیادی قدرت پیش‌گویی مدل را بالا می‌برد اما طولانی شدن بیش از حد معادلات از قابلیت کابردی بودن آنها می‌کاهد.

- نتایج مدل‌های رگرسیونی در بررسی داده‌های روزانه

در مرحله اول از میان سه معادله به دست آمده از روش گام به گام بهترین معادله با ضریب هم‌بستگی و ضریب تبیین ۰/۲۱٦ و ۰/۰٤۷به شکل رابطه ۱ به دست آمده است که همه ضرایب آن معنی دارند:

رابطه(۱)

$$T\ H_{850}\text{-}0.245\ 0.048.T\text{- Solar-}5.849\ O_3 = 104.399\text{+}0.001$$

Archive of SID

www.SID.ir

در گام بعدی با بکارگیری روش پس رو از میان ۱۳ معادله پیشنهادی بهترین و کوتاه ترین معادله، رابطه ۲ با ضریب هم‌بستگی و ضریب تبیین ۰/۲٤٤ و ۰/۰٦ است.

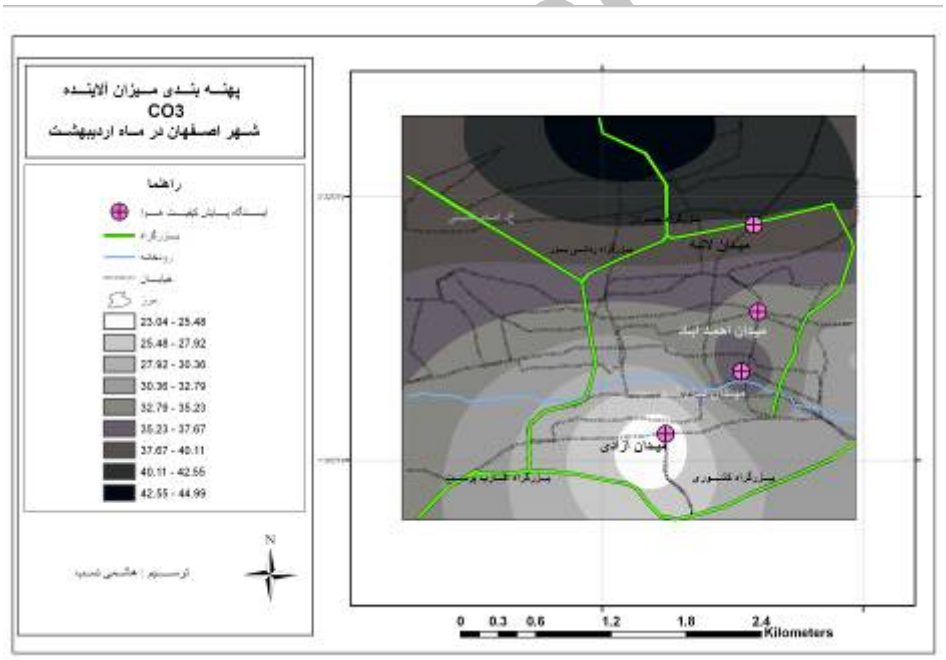
رابطه(۲)

$$QFF\ O_3 = 358.729 + 0.001_{Solar} - 0.48T_D + 0.207RH - 0.37$$

روابط ۱ و ۲ حاکی از آن است که استفاده از داده‌های روزانه نمی‌تواند بخش زیادی از مقادیر غلظت گاز اُزُن در سطح زمین را توجیه نماید. این مساله می‌تواند از دو دیدگاه، تاثیرپذیری اُزُن از سایر عوامل و احتمال وجود رابطه غیر خطی بین اُزُن و سایر فراسنج‌های جوی مورد بررسی قرار گیرد.

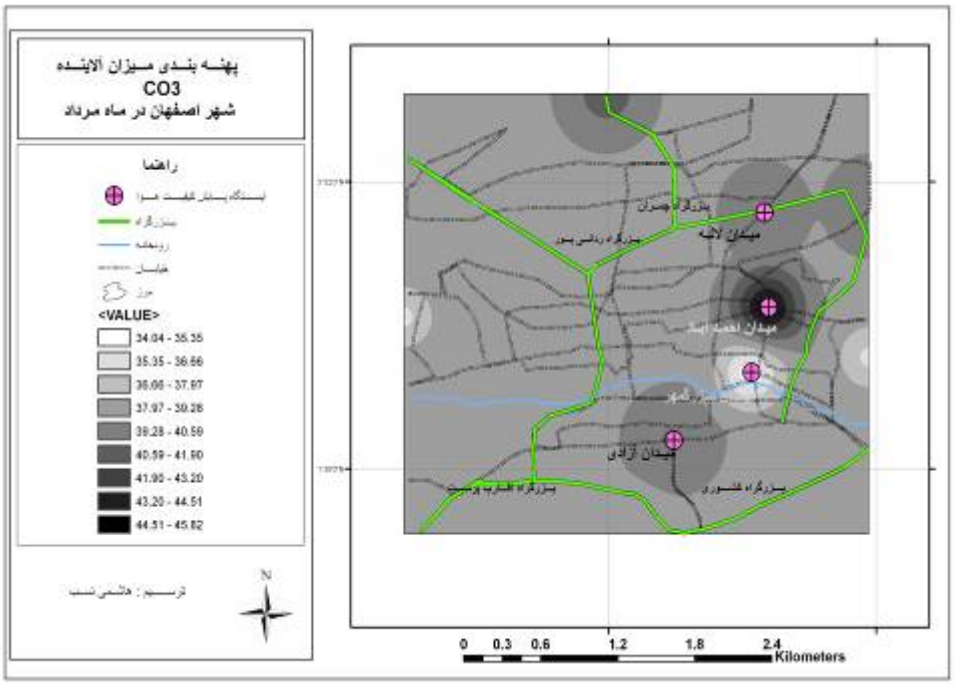
۳-۲- پهنه‌بندی مقادیر اُزُن سطحی در شهر اصفهان

در بخش‌های قبلی ذکر شد که اندازه گیری منظم آلاینده‌ها در ٤ ایستگاه شهر اصفهان طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ صورت گرفته است. در شکل دیده می‌شود که در اردیبهشت ماه طی دوره آماری سه ساله حداکثر مقادیر اُزُن سطحی در شمال اصفهان روی داده است. میدان آزادی کمترین میزان اُزُن سطحی را در طی این دوره تجربه نموده است. در میدان بزرگمهر مقادیر اُزُن سطحی ۳۵ – ۳۳ قسمت در بیلیون بوده است.

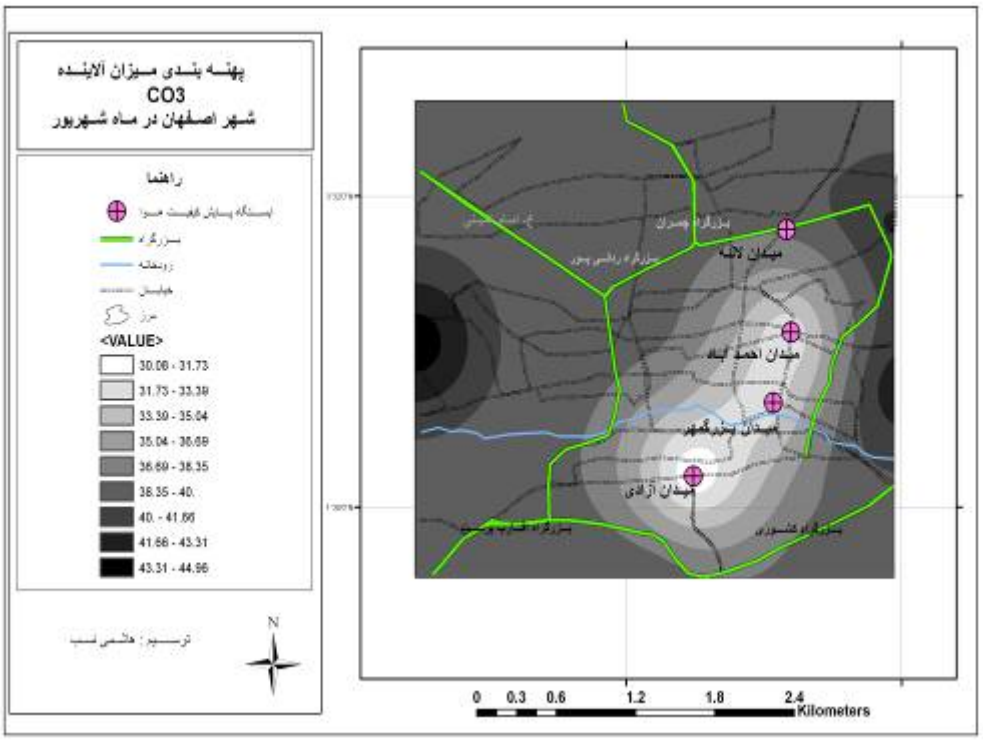


شکل ۲- پهنه‌بندی اُزُن سطحی شهر اصفهان در اردیبهشت ماه (دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۸۷)

www.SID.ir



شکل ۳- پهنه‌بندی اُزُن سطحی شهر اصفهان در مرداد ماه (دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۸۷)

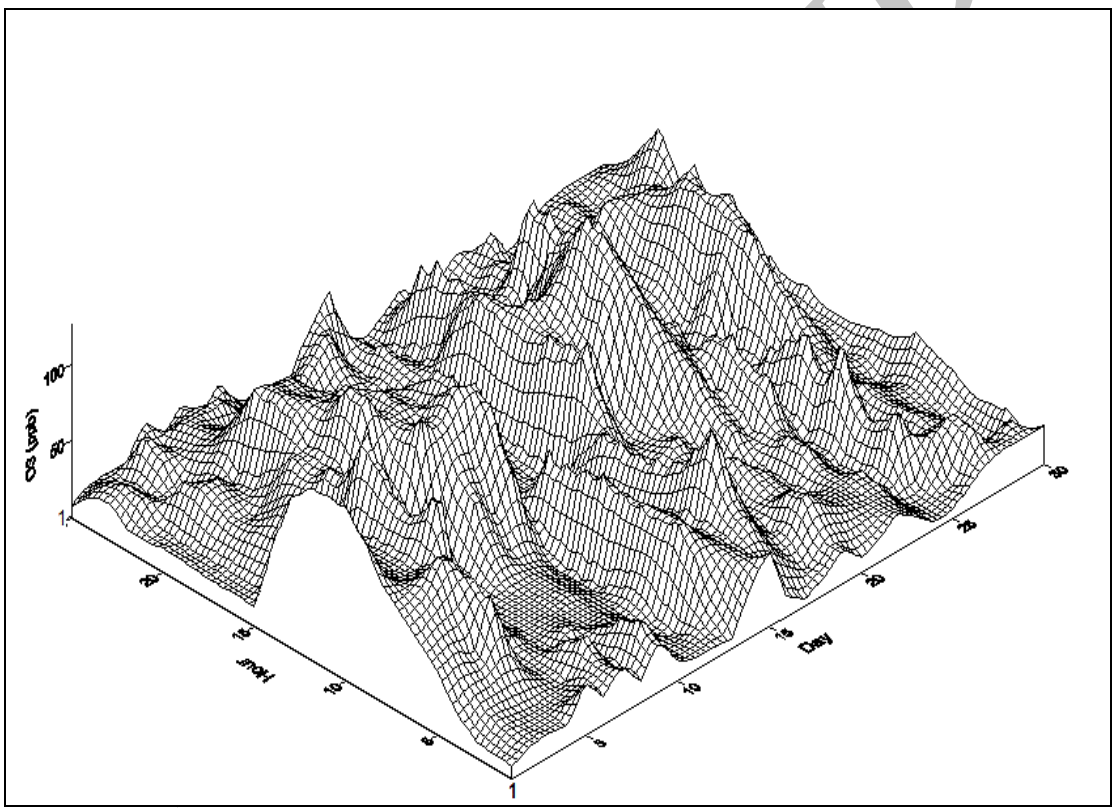


شکل ۴-پهنه‌بندی اُزُن سطحی شهر اصفهان درآذر ماه (دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۸۷)

www.SID.ir

از آنجایی که اُزُن سطحی یک آلاینده ثانویه است که معمولاً از ترکیب آلاینده‌های مختلف به ویژه دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن در حضور نور خورشید حاصل می‌شود در مرداد ماه میدان احمد آباد بیشترین مقادیر اُزُن سطحی یعنی مقادیر ٤٥/٨ تا ٤٤/٥ قسمت در بیلیون را تجربه نموده است. در شمال اصفهان این مقادیر بین ٤٣/٢ تا ٤٤/٥ قسمت در بیلیون در نوسان است.

پهنه‌بندی مقادیر اُزُن سطحی در شهر اصفهان در طی دوره آماری الگوی خاصی به خود گرفته به طوری که میادین آزادی و بزرگمهر و احمدآباد کمترین مقادی اُزُن سطحی را تجربه می‌کنند. به ویژه در میدان آزادی کمترین مقادیر اُزُن سطحی اندازه‌گیری شده است. در شرق و غرب شهر اصفهان دو کانون اُزُن زیاد با مقادیر ٤٤/٩ تا ٤١ قسمت در بیلیون ثبت شده است.



شکل ۵- پهنه‌بندی اُزُن سطحی شهر اصفهان درفروردین ماه (دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۸۷)

در شکل انتشار اُزُن سطحی به صورت ساعتی بررسی شده است. این شکل دارای سه بعد طول، عرض و ارتفاع است. که محور افقی روزهای ماه، محور دیگر ساعت‌های شبانه روز و محور عمودی مقدار اُزُن سطحی بر حسب قسمت در بیلیون را نشان می‌دهد. در شکل دیده می شود که در روز ۲۷ فروردین ماه در ساعات ۱۵ تا ۲۰ حداکثر میزان از ن سطحی ثبت شده است.

۴- نتیجه‌گیری

بررسی‌های صورت گرفته در پژوهش نشان داد که از میان هشت فراسنج جوی مورد استفاده در مقیاس سه ساعتی بیشترین هم‌بستگی مربوط به

www.SID.ir

فراسنج دما و دمای تر است که نشان دهنده تاثیر مثبت دما و رطوبت در تشکیل اُزُن است. از طرف دیگر مقادیر فشار سطح ایستگاه نشان دهنده هم‌بستگی منفی با اُزُن هستند. وجود هم‌بستگی منفی بین اُزُن و فراسنج‌های فشار اگر چه غیر قابل انتظار است، زیرا این رابطه بطور ضمنی نشان دهنده افزایش غلظت اُزُن در شرایط ناپایداری جو (حضور سامانه‌های کم فشار) است. با این حال، از آن جا که افزایش دما در ساعات روز موجب رشد کم فشار حرارتی می شود، می توان نتیجه گرفت که نقش مستقیم و مثبت دما در افزایش اُزُن سطحی بارزتر از نقشی است که به طور غیر مستقیم و با کاهش فشار سطحی در کاهش غلظت اُزُن بازی می کند. به خصوص این که منحنی تغییرات فشار در شبانه روز دقیقا عکس منحنی تغییرات شبانه روزی اُزُن است. ضمناً نتایج به دست آمده در مورد نحوه بروز فشار سطح دریا در مدل نشان می‌دهد که این متغیر جوی در تحلیل‌های نقطه‌ای مدل نمی‌تواند نقشی داشته باشد و ورود آن به مجموعه متغیرهای جوی کمکی به بهبود معادلات نمی‌کند. همه داده‌های فوق بعنوان متغیرهای مستقل در تشکیل رابطه رگرسیونی برای برآورد اُزُن سطحی بکار برده شدند. در تشکیل تمامی روابط رگرسیونی چند متغیره در این پژوهش از دو روش "گام به گام" و "پس رو" استفاده شد و نتیجه هر دو روش بررسی گردید. در مرحله اول که داده‌های سه ساعته در مقابل اُزُن قرار گرفتند بهترین رابطه به دست آمده از هر دو روش یکسان است و مدل‌های به دست آمده که از پنج متغیر جوی استفاه نموده است بخش نسبتا اندکی از تغییرات اُزُن سطحی را توجیه می نماید. مجموع بررسی‌های فوق نشان می دهد که معادلات رگرسیونی که از فراسنج‌های جوی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های هم‌دیدی استفاده می کنند نمی‌توانند به تنهایی تخمین مناسبی از غلظت اُزُن به دست دهند و تنها بخش کوچکی از تغییرات اُزُن را توجیه می‌کنند. از آنجایی که در ایستگاه مورد مطالعه در کنار داده‌های اُزُن پنج گاز آلاینده دیگر نیز اندازه‌گیری شده بودند، در مرحله بعد این داده‌ها نیز در دو مقیاس سه ساعته و روزانه در کنار فراسنج‌های جوی به عنوان متغیرهای پیشگوی اُزُن مورد بررسی قرار گرفتند. وجود هم‌بستگی‌های معنی دار ما بین اُزُن و اکسیدهای مختلف نیتروژن نشان داد که افزایش غلظت ترکیبات اکسیژن‌دار نیتروژن تولید اُزُن را افزایش می‌دهد. از آنجایی که در هوای شهر اصفهان با مقادیر بالای این نوع ترکیبات مواجه هستیم تولید اُزُن سطحی ناشی از ترکیب این آلاینده در حضور نور خورشید از نکات قابل توجه می باشد. در این مرحله هم‌بستگی معنی داری بین اُزُن و گاز منوکسیدکربن مشاهده نگردید اما در مراحل بعدی و خصوصا در مقیاس روزانه هم‌بستگی قابل‌توجهی بین آنها دیده شد. چون گاز منوکسیدکربن آلاینده غالب در شهر اصفهان است بنابراین، تأثیر مستقیم این آلاینده بر تولید اُزُن سطحی نیز نکته قابل توجه می باشد. در پایان معادله‌ای که از دو متغیر توان دوم تابش آفتاب و توان دوم غلظت گاز منوکسیدکربن بهره گرفته بود توانست توجیه‌گر ۳۵٪ تغییرات غلظت اُزُن در روز باشد. به نظر می‌رسد گرچه مدل‌های رگرسیونی و مدل‌های توابع متعامد پیچیده کارایی نسبتا بالایی برای توجیه تغییرات اُزُن سطحی و پیش بینی غلظت اُزُن دارند، ولی تعداد بسیار زیاد متغیرهای ورودی آنها موجب می شود که این مدل‌ها از دیدگاه کاربردی چندان مفید نباشند.

Archive of SID

www.SID.ir

۵- پیشنهادها

از آنجایی که تعداد ایستگاه‌های موجود در شهر اصفهان برای پایش منظم و دقیق آلاینده‌ها کافی به نظر نمی رسد بنابراین، برای تکمیل و بهینه سازی بانک اطلاعات آلاینده‌های هوای شهر اصفهان نکات زیر پیشنهاد می گردد:

- ایجاد شبکه‌های پایش آلاینده‌ها؛
- تشکیل بانک اطلاعات جامع آلاینده‌ها؛
- تدوین استانداردهای ملی برای سطوح مجاز آلاینده‌ها؛
- اطلاع رسانی به عموم در خصوص عوامل انسانی تولید آلاینده‌ها.

لازم به ذکر است که برنامه پایش و پیش بینی آلاینده‌ها در سه بخش تعریف می‌شود:

الف) پایش و مدیریت داده‌ها؛

ب) مدیریت پیش بینی؛

ج) پژوهش و آموزش.

از طرفی برای تأمین سلامت روحی و جسمانی شهروندان نیز این موارد پیشنهاد می‌گردد:

- فرهنگ سازی و ارتقای فرهنگ عمومی جامعه در زمینه حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی؛
- ایجاد شورای حفاظت محیط زیست و توسعه پایدار به منظور بررسی طرح‌های توسعه استان؛
- تأکید بر اجرای طرح آزمایش سرزمین و رعایت اصول آن به عنوان سند بالا دستی برای استان؛
- توجه به اقتصاد محیط زیست در امر سرمایه گذاری در بخش صنعت و لحاظ نمودن هزینه‌های زیست محیطی در مطالعات توجیهی طرح‌ها و اقتصاد تولید؛
- توسعه حریم ممنوعه شعاع ۵۰ کیلومتر اصفهان. به نظر می‌رسد که محدوده واقع در حریم منوعه شعاع ۵۰ کیلومتر اصفهان از نظر حضور و استقرار صنعت، کارگاه‌ها و واحدهای تولیدی اشباع شده است و دیگر این حریم جوابگو نیست. بنابراین، پیشنهاد می‌شود حداقل محدوده این حریم از ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتر از میدان امام جمعه توسعه یابد.
- اجتناب از هر گونه بارگذاری نامتوازن بر منابع محدود استان با تأکید بر ممنوعیت استقرار واحدهای تولیدی در حریم ممنوعه شهر اصفهان؛
- عدم توسعه ی صنایع موجود در منطقه ی مرکزی اصفهان و انتقال تدریجی صنایع آلاینده و فرسوده به مکان مناسب؛
- تأکید بر رفع منابع آلاینده آب، خاک و هوا توسط صنایع و کارگاه‌های تولیدی از طریق ایجاد تصفیه خانه برای پساب و نصب برای جلوگیری از آلودگی هوا و دفع مناسب پسماند در محل‌های مجاز؛
- فعال سازی و تقویت صندوق ملی حمایت از محیط زیست به منظور ایجاد بستری مناسب برای کاهش معضلات زیست محیطی بخش صنعت؛
- حفظ فضای سبز و زمین‌های کشاورزی منطقه اصفهان مرکزی و جلوگیری از تغییر کاربری آنها؛
- توجه ویژه دولت به بخش حمل و نقل عمومی شهری؛
- ارزیابی، باازنگری و تأکید بر اجرای طرح جامع کاهش آلودگی هوای اصفهان و اجرای آن؛
- ایجاد و گسترش نیروگاه‌های خورشیدی و بادی و استفاده از انرژی‌های نو و پاک توسط دستگاهای دولتی و بخش خصوصی به منظور کاهش آلاینده‌ها و حفظ منابع حیاتی استان؛

Archive of SID

www.SID.ir

– حمایت همه جانبه از نخبگان، اندیشمندان و محققین عرصه فناوری‌های نوین و انرژی‌های پاک در سطح استان؛

– تأکید بر مدیریت بهینه شهری و سامان دهی مراکز و کارگاه‌های آلاینده بر اساس نظم مکانی؛

– تعامل و هماهنگی دستگاه‌های ذیربط با سازمان حفاظت محیط زست استان برای ملزم ساختن صنایع آلاینده در جهت کاهش آلایندگی (شامل استانداری، دادگستری، فرمانداری‌ها، سازمان صنایع و غیره).

منابع

آمارنامه سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۸٤)، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست استان اصفهان.

اجلالی، ف، (۱۳۸۵)، آلودگی هوا، نشر آموزش کشاورزی.

امیدواری، م، (۱۳۸۵)، تغییر پذیری ازن جوی و برهم کنش آن با ورداست و آرام سپهر پایینی در اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه فیزیک دانشگاه اصفهان.

بانک اطلاعات مرکز اُزُن سنجی و اداره کل هواشناسی استان اصفهان سال‌های ۲۰۰٤– ۱۹۹۵ میلادی.

رهبر، م و زندیانپور، ا، (۱۳۷۹)، تولید اُزُن آلودگی هوا در تهران. موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

عزتیان، ویکتوریا، (۱۳۸٦)، بررسی تاثیر پارامترهای هواشناسی بر شاخص کیفیت هوا در شهر اصفهان، رساله دکتری، دانشگاه اصفهان.

مقدم، م. محمدی شوطی، ا. آقایی سربرزه، م، (۱۳۷۳)، آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات پیشتاز علم.

Abdulvahab, S.(2005). Principal component and multiple regression analysis in modeling of ground level ozone factors affecting, Environment modeling and software, 20. 1263-1271

Ahrens, D.(1998). Essentials of Meteorology, 314- 336–491

Alexandrov. A. V. et all.(2005).Quantifying nonlinearities in ground level ozone behavior at mountain – valley station at ovnarsko, Bulgharia by using neutral net work. Bulgarian Geophysical Journal, Vol. 31, 2005, 45- 58.

Bogucka, B.(2008). High ozone concentrations in selected regions of Poland and their relationship to weather patterns. EMS8 / ECAC7. Vol. 5, EMS(2008)– A - 00461

Debaje. S.B., Kakade, A.D.(2006). Measurements of Surface Ozone in Rural Site of India Aerosol and Air Quality Research, Vol. 6, No. 4, pp. 444-465, 2006

Isakson, I.(1994). Dual effect of ozone reduction. Nature 372. 322-323

Demuzere. M, Lipzig.N,.(2010). A new method to estimate air-quality levels using a synoptic-regression approach. Part I: Present-day O3 and PM10 analysis, Atmospheric Environment 44, pp 1341–1355.

Jiang. N,. (2005). Effects of meteorological conditions on concentrations of nitrogen oxides in Auckland, Weather and Climate, 24, 15-34.

Lin. W,.(2008). Contributions of pollutants from North China Plain to surface ozone at the Shangdianzi GAW station, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 8, 9139–9165.

Nolle, M. et all.(1996). A study of historical surface ozone measurements (1884-1900) on the island of Gozo in the central Mediterranean

Archive of SID

www.SID.ir

Solomon, K. et all.. , (2003), Changes in tropospheric composition and air quality due to stratospheric ozone depletion, Photochem. Photobiol. Sci, 2, 62–67.

Rao, S.T. Zur benko, I,.(1994). Detecting and tracking changes in ozone air quality. Air and waste management association, 44. 1089- 1092

Thompson. M. et all.(1999).A review of statistical methods for the meteorological adjustment of tropospheric ozone, NRCSE-TRS No. 026.

Rahbar, M.(1989). Ozone Variability at a Semirural Site in France, CNRS, Orleans, DT/1034/LPCE, 532-534.

Schu¨rmann. G.J, Algieri. A, Hedgecock. I.M., Manna.. Pirrone. G, N, Sprovieri. F,.(2009), Modelling local and synoptic scale influences on ozone concentrations in a topographically complex region of Southern Italy, Atmospheric Environment 43,pp 4424–4434

Sebald, L. et all. Spectral Analysis of Ozone Air pollutants. Atmospheric Environment, 34. 3503-3509

Archive of SID

www.SID.ir