

مدل عددی ارزیابی پتانسیل خطر آلودگی هوای استان گلستان

مجید اونق

گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۲/۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۷/۱۸

چکیده

به منظور ارزیابی و بهینه‌بندی پتانسیل خطر آلودگی هوای استان گلستان که فاقد آمار و ایستگاه‌های ثابت و سیار دیده‌بانی انتشار و تراکم مواد آلاینده استان می‌باشد، یک مدل عددی گسترده با ۴۴ پارامتر مؤثر مرکب از سه گروه عمده: کاربری زمین، دینامیک اتمسفر و تراکم مواد آلاینده تدوین و در قالب ۱۹۸ واحد زیست محیطی هم‌توان اجرا گردید. پارامترهای مدل برحسب ماهیت و نوع اثر در فرایند آلودگی هوا به سه گروه: افزایشده، کاهشده، افزایشده-کاهشده خطر تقسیم شد که دارای وزن و نرخ اثر متفاوت هستند. وزن هر پارامتر براساس اهمیت نسبی در ایجاد پتانسیل آلودگی هوا و تجاوز از حد استاندارد هوای پاک در مقیاس (۳- تا +۳) و نرخ طبقات آن (۲ تا ۵ طبقه) با رابطه خطی بر مبنای دامنه تغییرات مقادیر و حد مجاز استاندارد، در مقیاس ۱ تا ۵ تعیین گردید. عدد شاخص خطر آلودگی هوا در هر واحد زیست‌محیطی از حاصل ضرب وزن در نرخ پارامتر و جمع جبری اعداد مثبت و منفی پارامترها محاسبه و با دامنه مساوی به ۵ کلاس تقسیم شد. با اجرای مدل از منابع اطلاعاتی متفاوت در سطح نیمه تفصیلی، نقشه کروپلت پتانسیل خطر آلودگی استان گلستان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه گردید. براساس نتایج حاصله، دامنه عدد شاخص خطر آلودگی در استان به دلیل تنوع شرایط مؤثر، نسبتاً زیاد است و تفاوت تعداد و مساحت پولیگون بین کلاس‌های خطر در سطح ۱ درصد ($p < 0.01$) معنی‌دار می‌باشد. علاوه بر این، انطباق کلاس‌های خطر بالا با مناطق پرجمعیت شهری - صنعتی نوار کوهپایه‌ای و کلاس‌های خطر پایین با مناطق کم جمعیت و روستایی شمال شرقی، نماینده قدرت تفکیک فضایی و موضوعی این مدل منطقه‌ای در حد پهنه‌ها و پارامترهای مناسب برای برنامه‌ریزی و مدیریت و کنترل کیفیت هواست. اعتباریابی و واسنجی این مدل منطقه‌ای از طریق دیده‌بانی و نظارت سیستماتیک مستمر بر تراکم مواد آلاینده در قسمت مختلف‌های مختلف استان به‌ویژه در نقاط بحرانی آن در آینده باز است.

واژه‌های کلیدی: استاندارد هوای پاک، آلودگی هوا، مدل عددی، وزن، نرخ، نقشه پتانسیل خطر، گلستان

مقدمه

پتانسیل آلودگی هوا از نظر ریاضی یک تابع زمانی و مکانی است و در آن ده‌ها فرآیند فیزیکی و میکانیکی زمینی و اتمسفر با ترکیب و اثر سینرژیکی متفاوت مشارکت دارند (عطری و عدالتی، ۱۳۷۹). پتانسیل خطر

آلوده شدن هوا یک شاخص کلیدی از موازنه پویای بین ظرفیت خود پالایشگری محیط و سرعت انتشار و تراکم موند آلاینده در یک «هواخیز» است. در سلول‌ها به بسته‌های سه بعدی جریان هوا بدون ایستگاه و آمار



توسعه یافته است (براندت و همکاران^۲، ۱۹۹۹، ۱۹۹۸، ۱۹۹۶؛ زلاتو^۳، ۱۹۹۵؛ زلاتو و همکاران^۴، ۱۹۹۶).
در سابقه ادبیات علمی این موضوع می‌تواند به ارزیابی عددی اثرات بر محیط‌زیست در آب‌خیزها و مناطق اکولوژیکی کشور (مخدوم، ۱۳۶۱ و ۱۳۷۲)، نقشه‌بندی حساسیت محیط‌زیست (اونق، ۱۳۷۵)، تعیین ضوابط و استانداردهای خروجی از منابع آلوده‌کننده هوا در شهر تبریز (احمدی‌پور، ۱۳۷۹) و استان گیلان (اونق و همکاران، ۱۳۸۰)، بررسی وضعیت منابع عمده آلاینده هوا در استان تهران (پورفرهادی، ۱۳۷۹) بررسی پتانسیل آلودگی هوا وابسته به اینورژن در کشور (عطری و عدالتی، ۱۳۷۹)، تحلیل رژیم باد در آلودگی شهر اصفهان (کاویانی، ۱۳۶۴)، ارزیابی اثرات توسعه و آسیب احتمالی بر هوای استان گلستان (اونق و میرکریمی، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۲)، تحلیل آلودگی هوای استان گلستان براساس نوع و میزان سوخت‌های فسیلی و فاکتور انتشار (بیرویدیان، ۱۳۷۹)، بررسی کیفیت محیط‌زیست شهر تهران با ابداع مدل وزنی عددی گسترده ۵ کلاس حاوی ۱۲۳ پارامتر و شاخص‌های اصلی و فرعی (طیبیان، ۱۳۸۰)، ارزیابی احتمالی گرایانه منطقه‌ای ریسک و آسیب‌پذیری هسته‌ای با تلفیق مدل‌های ریاضی و تحلیلی GIS در شبه جزیره کولا (ریجینا و باکلانوف^۵، ۲۰۰۱)، مبنای نظری و عملی هواشناسی آلودگی هوا (هولزورث^۶، ۱۹۸۷)، ارزیابی کیفیت هوا (هاروپ^۷، ۱۹۹۹) و کنترل و برنامه‌ریزی آلودگی هوا در مقیاس محلی و ناحیه‌ای (ژسف و سالواتو^۸، ۱۹۷۲؛ چری میسینوف^۹، ۱۹۸۹) اشاره نمود.
هدف اصلی این مقاله که از نتایج طرح تحقیقاتی تعیین ضوابط و استاندارد خروجی از منابع آلوده‌کننده هوای استان گلستان (۱۳۸۰) استخراج شده، ارزیابی و

پارامترهای استاتیکی و دینامیکی اتمسفر و تراکم مواد آلاینده شاخص، ارزیابی پتانسیل خطر با مدل‌های عددی تجربی پایه اطلاعاتی با ارزشی برای تدوین استانداردهای منطقه‌ای و برنامه مدیریت و کنترل کیفیت هوا فراهم می‌نماید (احمدی‌پور، ۱۳۷۹). در حال حاضر با دانش و تجهیزات موجود، تحصیل داده‌ها از طریق دیده‌بانی متراکم و مستمر بلندمدت و بسیار پرهزینه برای مقایسه با استانداردهای نوعی، زمانی و مکانی آلاینده‌ها و تعیین سطح تراکم و خطر مواد و خطر آلودگی هوا به جز در شهرها و مناطق صنعتی بزرگ و گرفتار آلودگی حاد هوا برای سایر نقاط کشور ممکن نیست. افزون بر این، خطای ناشی از اندازه‌گیری نقطه‌ای مستمر و پرهزینه پارامترها و تراکم مواد آلاینده در ایستگاه‌های زمینی و تعمیم هندسی و گرافیکی مقادیر آنها با یک رابطه خطی ساده به پهنه‌های وسیع مجاور، ممکن است در مقایسه با کمی دقت برآورده مدل و سهولت انجام آن در نقاط و زمان مورد نظر، قابل موازنه باشد (پورفرهادی، ۱۳۷۹).

در مقیاس جهانی برای برآورد خطر آلودگی هوا از طریق شبیه‌سازی فرآیندهای عامل و مدل‌های ریاضی و عددی چند عامله متنوع از دهه ۱۹۸۰ تمایل گسترده‌ای نشان داده شده است. مظهر این چالش علمی، برنامه مشترک اروپایی مطالعه انتشار و تراکم و رسوب مواد آلاینده شاخص هوا (مانند SO_2 , O_3) با مدل عددی موسوم به DEM^۱ است، این مدل با ورود همه فرآیندهای فیزیکی و همه مواد آلاینده شاخص و با محاسبه و حل میلیون‌ها معادله اجرا گردیده است. در مدل ابتدا از ۸ پارامتر کلیدی هواشناسی، ۵ پارامتر انتشار مواد آلاینده به‌عنوان ورودی و ۱۰ پارامتر تراکم و رسوب آلاینده‌ها به صورت خارجی استفاده و نتایج کار یا سطح تراکم آلاینده‌ها با ۵ کلاس (درصد تراکم نسبت به سطح استاندارد و مجاز) در قالب نقشه سلولی کروپلت نمایش داده شده است. این مدل با افزودن چندین زیر فرمول جدیدتر مانند REMAPE، DREAM، EUROAIR



2- Brrandt et al
3- Zlatev
4- Zlatev et al
5- Rigina & Baklanov
6- Holzworth
7- Harop
8- Goseph & salvato
9- Chermisionoff

1- Danish Eulerian Model

۱- ساختار مدل: این مدل عددی به دلیل پیچیدگی و پویایی فرآیند آلودگی هوا و تنوع شرایط فیزیکی و اقتصادی - اجتماعی استان دارای ساختار گسترده و اجزای متنوع شامل گروه پارامتری، پارامتر، زیرپارامتر، وزن پارامتر، نرخ طبقات پارامتر و شاخص های خطر جزئی و کلی است.

گروه پارامتری: براساس عوامل تأثیرگذار بر فرآیند و پتانسیل خطر آلودگی هوا، از سه گروه پارامتری: کاربری (فیزیک) زمین (۱۳ پارامتر)، دینامیک اتمسفر (۹ پارامتر) و انتشار و تراکم مواد آلاینده معیار (۶۹ پارامتر) استفاده شده است. ارزش عددی هر گروه پارامتری مبنایی برای محاسبه شاخص های جزئی خطر آلودگی خواهد بود.

پارامتر: مدل دارای ۲۸ پارامتر اثرگذار بر پتانسیل خطر آلودگی هوا از سه گروه پارامتری کاربری زمین، دینامیک اتمسفر و تراکم مواد آلاینده است. پارامترها برحسب ماهیت عمل و تأثیر در فرآیند آلودگی هوا به دو دسته افزایشده و کاهشده تقسیم شده اند که از طریق وزن مثبت و منفی در محاسبه شاخص خطر آلودگی هوا دخالت دارند. زیرپارامتر: ده پارامتر مدل از دو گروه کاربردی زمین و دینامیک اتمسفر به دلیل تنوع حالت و اثر متباین نسبت به یک آستانه، دارای ۲ تا ۴ زیر پارامتر با وزن مثبت و یا وزن های مثبت و منفی است که در محاسبه شاخص خطر آلودگی هوا به کار می رود. در مجموع مدل های ۴۴ پارامتر (۴۴=۲۶ زیر پارامتر + (کسر پارامتر ۱۰-۲۸ پارامتر) ارزیابی است.

۲- منطق محاسباتی: این مدل عددی برای هر پارامتر (و زیرپارامتر) دارای وزن (W) و نرخ (R) که از طریق حاصل ضرب آنها در یکدیگر، عدد شاخص جزئی (N=W.R) و از جمع جبری آنها در هر واحد زیست محیطی هم می توان عدد شاخص کلی خطر (N=N⁺-N⁻) محاسبه می شود.

وزن (W): هر پارامتر (و زیرپارامتر) بسته به ماهیت، اهمیت نسبی و تباین اثر نسبت به یک آستانه در فرآیند و

پهنه بندی پتانسیل خطر آلودگی هوا با تدوین و اجرای یک مدل عددی گسترده (با تعدادی زیر مدل)، وضع استاندارد منطقه ای و مدیریت و کنترل کیفیت هوا در راستای برنامه های ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست و جبران قسمتی از خلاء ایستگاه سنجش و آمار تراکم مواد آلاینده و پارامترهای دینامیکی جو بالا در استان است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه: استان گلستان با مساحت ۲۲۰۰۰ کیلومترمربع (۱/۳۴ درصد از کشور) بین ۴۴-۵۳ تا ۳۰-۵۶ طول شرقی و ۳۳-۶۳ تا ۰۸-۳۸ عرض شمالی واقع شده و مشتمل بر دو واحد بزرگ و متمایز توپوگرافی به صورت دامنه های شمالی دیوار کوهستانی البرز شرقی و دشت وسیع و هموار گرگان- گنبد در جنوب شرقی دریای خزر است. این پهنه وسیع با گردایش و مجاورت کم نظیری از اکوسیستم های خرد و کلان خشکی و آبی، جنگل و بیابان و چشم اندازهای متنوع فرهنگی به صورت موزائیک پیچیده ای از قابلیت ها و محدودیت های توسعه در آمده و در مقیاس کوچکتر، ماکتی از جغرافیای ایران را به طور یکجا عرضه می دارد. در حال حاضر با وجود حفاظت قانونی بیش از ۱۴ درصد سطح استان در قالب مناطق زیستی چهارگونه (اونق و میرکریمی، ۱۳۷۶) به دلایل توسعه نامتوازن، تخریب منابع طبیعی، تغییر شدید و غیراصولی کاربری زمین و کشت مکانیزه بیش از ۷۰ نوع محصول زراعی در ۴۰ سال اخیر به همراه مساعدت شرایط محیط ناحیه ای و فرامنطقه ای، به احتمال زیاد تنها منطقه مستعد آسیب لایه حیاتی اوزون (O3) در کشور است. این تباین نادر مستلزم مطالعات گسترده کاربردی آلودگی محیط زیست، تدوین استانداردهای منطقه ای و اجرای برنامه های اضطراری مدیریت و کنترل کیفیت هوا است.

مواد و روش کار این تحقیق در قالب ساختار، اجزا و مراحل طراحی یک مدل عددی با ترکیب زیر تشریح شده است:



لایه اختلاط هوا که تنها براساس داده‌های ایستگاه‌های جو بالا قابل محاسبه است و بدون آنها تحلی دینامیکی آلودگی هوا ممکن نمی‌باشد در قیاس با آمار شهرهای اصفهان، تهر و مشهد و براساس نمودار تفسی‌گرام ایستگاه‌های سینوپتیک استان (حالت پروفیل ایزوثرمال) برآورد گردید.

داده‌های گروه پارامتری تراکم مواد آلاینده به دلیل فقدان آمار ایستگاه‌های ثابت و متحرک سنجش آلودگی هوا در استان، تراکم ۶ ماده شاخص آلاینده هوا براساس میزان مصرف انواع سوخت‌های فسیلی (سال ۱۳۷۸) و فاکتور انتشار^۲ استانداردهای AQCC^۳ و JICA^۴ (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۷۴) در قالب ۹ شهرستان برآورد گردید (اوتق و میرکریمی، ۱۳۸۰).

۴- **شاخص خطر آلودگی:** در این تحقیق با دید آمایشی و جامعیت واحدهای زیست‌محیطی برای ارزیابی منابع و خطرات طبیعی و مدیریت محیط (مخدوم، ۱۳۶۱ و ۱۳۷۸ و اوتق ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰) واحدهای کاری ارزیابی پتانسیل خطر آلودگی هوا بر واحدهای زیست‌محیطی هم‌توان استوار شده است. بنابراین، مقادیر پارامترهای دینامیک اتمسفر از محدوده اثر ایستگاه‌های سینوپتیک و مقادیر پارامترهای تراکم مواد آلاینده هوا از محدوده شهرستان‌ها به ازای واحدهای زیست‌محیطی هم‌توان قرائت و از نظر فضایی تعمیم داده شده است. در حالت هم‌پوشی فضایی هر واحد زیست‌محیطی هم‌توان با هر یک از واحدهای هواشناسی و شهرستانی، میانگین وزنی مقادیر براساس مساحت واحد (پولیگون نقشه) محاسبه گردیده است. پس از داده‌سازی پارامترها یک ماتریس گسترده (۴۴۱۹۸) تهیه و مطابق مدل با اعمال وزن و نرخ پارامترها و منطق محاسباتی در هر واحد زیست‌محیطی شاخص خطر آلودگی محاسبه و با طبقه‌بندی در ۵ کلاس به نقشه کروپلت خطر تبدیل شده است.

پتانسیل ایجاد آلودگی خطر هوا دارای وزن مثبت و منفی با مقیاس ۳ (بدون صفر) است. وزن در واقع نماینده ماهیت و اهمیت اثر پارامتر در خطر آلودگی هواست. اعمالی وزن مثبت و منفی در مدل‌های پارامتریک زیست‌محیطی، اگرچه سبب دشواری محاسبات و تحلیل‌ها می‌شود ولی یک برتری بر جسته نسبت به مدل‌های مکانیکی دارای تنها وزن مثبت به شمار می‌رود (اوتق، ۱۳۷۵). از نظر وزن پارامترها به گروه‌های: افزایشنده، کاهشنده و افزایشنده-کاهشنده تقسیم شده است.

نرخ (R): هر پارامتر (و زیرپارامتر) برحسب دامنه تغییرات مقادیر کمی و کیفی دارای ۲ تا ۵ طبقه است که نماینده مقادیر و شدت اثر پارامتر در فرآیند و پتانسیل ایجاد خطر آلودگی می‌باشد. طبقات با مقیاس ۱ تا ۵ ارزش‌گذاری شده که در محاسبه شاخص خطر جزئی در وزن ضرب می‌گردد.

کلاس خطر: براساس دامنه تغییرات عدد شاخص خطر، مدل دارای ۵ کلاس (I بدون تا V خیلی زیاد) است.

۳- **داده‌های ورودی مدل:** گروه‌های پارامتر مدل بسته به ماهیت، منابع اطلاعاتی و واحدهای کاری متفاوتی دارند. داده‌های گروه پارامتری کاربردی زمین از تلفیق، تطویل و به هنگام سازی منابع اطلاعاتی جدولی و نقشه‌ای (با مقیاس و واحدهای کاری متفاوت) موجود (از چندین سازمان اجرائی به شرح مندرج در فهرست منابع) و به ازای ۱۹۸ واحد زیست‌محیطی هم‌توان و پایه آمایش سرزمین (نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰) حاصل از فازهای ۱ و ۲ طرح تحقیقاتی ارزیابی اثرات توسعه بر محیط‌زیست استان، اوتق و میرکریمی، ۱۳۷۵ و ۱۳۷۹) با مساحت میانگین حدود ۱۱۱ کیلومترمربع (معادل شبکه سلولی ۱۰×۱۰ کیلومتر) استخراج شده است.

داده‌های گروه پارامتری دینامیک اتمسفر براساس آمار ۵ ساله (۹۷-۱۹۹۳) سه ایستگاه سینوپتیک گرگان- گنبد و مراوه‌تپه محاسبه شده است. دو پارامتر کلیدی تعداد روزهای وارونگی دما و پایداری و هوا و عمق (ارتفاع)

۸



2- Emission factor

3- Air Quality Control Company

4- Japanese International Co-operation Agency

1- Rate

نتایج

با عملیات محاسباتی گام به گام، یک مدل عددی گسترده با ۴۴ پارامتر، مقیاس وزنی ۳ نرخ طبقات ۱ تا ۵ و با ۵ کلاس خطر طراحی و در قالب ۱۹۸ واحد زیست محیطی هم توان استان گلستان اجرا گردید. به دلیل گستردگی مراحل و حجم مطالب، بدنه اصلی مدل شامل وزن دهی و نرخ دهی پارامترها در ۴ صفحه و ماتریس ۴۴×۱۹۸ مقادیر کمی و ارزش عددی پارامترها در ۱۰ صفحه گسترده حذف و ساختار آن در یک جدول مرکب خلاصه شده است (جدول ۱). نتیجه اصلی یا خروجی این مدل، نقشه کروپست شامل ۵ کلاس خطر و ۲۴ پولیگون متمایز است (شکل ۱). توزیع فراروانی تعداد، مساحت و موقعیت فضایی کلاس های خطر (به تفکیک واحدهای زیست محیطی) و علت های اصلی بروز وضعیت خطر آلودگی هوا در جدول ۲ ارائه شده است.

قدرت تفکیک مدل

۱- قدرت تفکیک فضایی: به دلیل تفاوت تفاوت واحد کاری داده سازی سه گروه پارامتری کاربری زمین (۱۹۸ واحد زیست محیطی)، شرایط دینامیک آتمسفری (۳ واحد محدوده اثر ایستگاه های سینوپتیک)، تراکم مواد آلاینده هوا (۹ شهرستان) و ارزیابی خطر در قالب ۱۹۸ واحد زیست محیطی، قدرت تفکیک فضایی واقعی داده های مدل براساس میانگین وزنی تعداد واحدها و پارامترهای وابسته، تراز شده است که شامل حدود ۹۵ واحد با مساحت میانگین ۲۳۲ کیلومتر مربع (معادل شبکه سلولی ۱۵۱۵ کیلومتر) می باشد.

۲- قدرت تفکیک موضوعی (نوعی): مدل حاوی داده های ۴۴ پارامتر (وزیر پارامتر)، ۶ مقیاس وزن پارامتر و ۲ تا ۵ مقیاس نرخ طبقه پارامتر است. بنابراین قدرت تفکیک موضوعی اسمی آن بین حداکثر ۱۳۲۰ (۱۳۲۰=۴۴×۶۵) و حداقل ۵۲۸ (۵۲۸=۴۴×۱۲) آرایه متفاوت در بین ۱۹۸ واحد زیست محیطی هم توان استان

در تغییر می باشد. این رقم برای گروه پارامتری کاربری زمین بین ۷۵۰ تا ۴۵۰، گروه پارامتری شرایط دینامیک اتمسفر بین ۳۹۰ تا ۱۵۶ تراکم مواد آلاینده در شرایط مساوی برای هر دو حالت (به علت تساوی طبقات نرخ) تنها ۹۰ است.

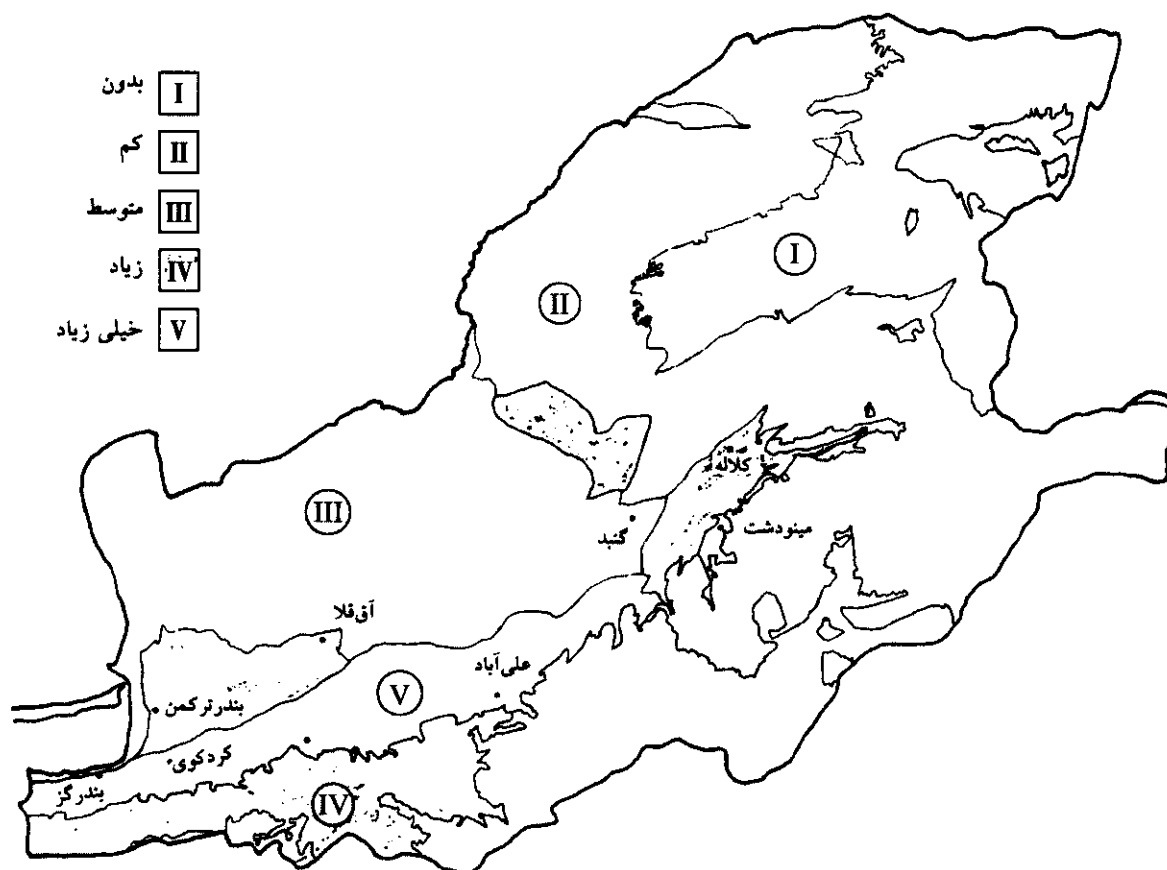
در مجموع قدرت تفکیک فضایی و موضوعی این مدل با توجه به اهمیت عمل و مقیاس فضایی و زمانی فرآیند خطر آلودگی هوا و دیدگاه ناحیه ای و چند منظوره مدیریت کنترل کیفیت و تعیین استانداردهای هوای پاک در شرایط نا همگن استان گلستان، کاملاً مناسب و کاربری است.

بحث و نتیجه گیری

گستردگی دامنه تغییرات عدد شاخص خطر آلودگی برای تحقق هر ۵ کلاس خطر مدل در استان گلستان، نماینده تناسب بین تعداد، وزن، نرخ و منطق محاسباتی مدل با شرایط فیزیکی و اقتصادی- اجتماعی و یا محیط زیست محیط استان و قابل مقایسه با نایج مفهومی و نقشه مدل عددی و پروژه اروپایی DEM است (زلاتو و همکاران، ۱۹۹۶).

تفاوت تعداد واحدهای زیست محیطی و مساحت پولیگون ها بین کلاس های خطر (آزمون ناپارامتریک کای اسکویر) در سطح ۱ درصد ($P < 0.01$) معنی دار است. اختلاف درصد تعداد واحد و درصد مساحت واحدها در هر کلاس، متفاوت می باشد. این ارقام در کلاس I به ترتیب ۲۸/۷۹ و ۱۲/۵، در کلاس II ۲۳/۲۳ و ۳۱/۸۴، در کلاس III ۳۴/۸۵ و ۳۷/۲۹، در کلاس IV ۱۲/۱۲ و ۱۱/۵۷ و در کلاس V ۱/۰۱ و ۶/۸ است. نسبت به میانگین مساحت واحدها، کلاس های I و III در واحدهای کوچکتر، کلاس IV در واحدهای متوسط و کلاس V در واحدهای بزرگتر قرار دارند.





شکل ۱- نقشه پتانسیل خطر آلودگی هوای استان گلستان.

جدول ۲- توزیع فراوانی کلاس‌های پتانسیل خطر آلودگی هوای استان گلستان.

علت اصلی وضعیت موجود	درصد	مساحت واحد هکتار	درصد	تعداد واحد	فراوانی کلاس
پوشش گیاهی جنگل تنک و مرتع تهویه بالا، فقدان مراکز شهری، کمی تراکم صنایع و جاده، یکنواختی کاربری	۱۲/۵۰	۲۷۴۷۵۵	۲۸/۷۹	۵۷	I بدون
پوشش گیاهی مرتع و جنگلی تنک، حفاظت، کمی مراکز روستایی و شهری، تهویه بالا تا متوسط، تراکم متوسط تا کم، صنایع و جاده	۳۱/۸۴	۷۰۰۱۰۹	۲۳/۲۳	۴۶	II کم
پوشش گیاهی مرتعی تنک و جنگل نیمه‌انبوه، تارکم جاده و روستا، تنوع کاربری، تراکم متوسط صنایع، شهرک) وجود مرکز شهری، درجه سه، تهویه متوسط تا ضعیف	۳۷/۲۹	۸۱۹۹۴۳	۳۴/۸۵	۶۹	III متوسط
جنگل و زراعت، تراکم روستاها و شهرهای درجه دو، جاده، تهویه متوسط، تراکم متوسط صنایع	۱۱/۵۸	۲۵۴۴۳۱	۱۲/۱۲	۲۴	IV زیاد
زراعت آبی و دیم، تنوع شدید شهرهای درجه ۱ و ۲، روستا، صنایع (شهرک) و جاده، تهویه ضعیف	۶/۸۰	۱۴۹۳۶۲	۱/۰۱	۲	V خیلی زیاد
	۱۰۰	۲۱۹۸۶۰۰	۱۰۰	۱۹۸	



در نوار کوهپایه‌ای و حاشیه جنوبی دشت حد فاصل گلوگاه تا مینودشت (با کلاس خطر V) و پارامترهای کاهنده شامل کاربری جنگل و مرتع و تهویه بالای هوا (به موازات کمی مراکز جمعیتی و صنعتی و تأسیسات زیربنایی) در نواحی تپه ماهوری شمال شرقی استان (با کلاس خطر I) در بروز وضعیت موجود آلودگی هوا کاملاً محسوس است (جدول‌های چاپ نشده وزن و نرخ مدل و ماتریس عدد شاخص خط پارامترها).

فراوانی مساحت سه کلاس خطر بدون، کم و متوسط که در بیش از ۷۲ درصد استان در نیمه شرقی، دشت‌های کرانه شمالی گرگانرود و قسمتی از مناطق کوهستانی جنوب شرقی گسترش دارند، فرصتی برای تدوین ضوابط، استاندارد برنامه کنترل کیفیت هوا و محیط‌زیست مبتنی بر ایتراتی پیشگیری است.

نتایج این مدل ضمن ضرورت اعتبار سنجی با توجه به دیدگاه منطقه‌ای در تدوین برنامه‌های راهبردی مدیریت و استاندارد کیفیت هوا می‌تواند نسبت به اندازه‌گیری مستمر و بلند مدت و شبکه‌ای تراکم مواد آلاینده هوا از طریق ایستگاه‌های ثابت و سیار آلودگی و پارامترهای دینامیکی آتمسفر از طریق ایستگاه جو بالا، به صرفه بوده و برای اجرای برنامه‌های آمایش سرزمین و توسعه پایدار استان در وضع موجود یک راهنمای کاربردی باشد.

سپاسگزاری

از مساعدت‌های مالی و فنی اداره کل حفاظت محیط استان گلستان و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و همچنین از زحمات و همکاری آقایان مهندس سید حامد میرکریمی و مهندس حمیدرضا رضایی از اعضای هیأت علمی دانشگاه در انجام این طرح تحقیقاتی، صمیمانه قدردانی می‌شود. آقای مهندس حسن آذرمدل دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی نیز در تهیه نقشه مقاله با نرم افزار GIS شایان تقدیر است.

مساحت واحدهای کاری ارزیابی این مدل با میانگین حدود ۱۱۱ کیلومتر مربع (معادل شبکه سلولی ۱۰۱۰ کیلومتر) از ابعاد شبکه سلولی فازهای ۱ و ۲ مدل اروپایی DEM (به ترتیب ۱۵۰۱۵۰ و ۵۰۵۰ کیلومتر) به مراتب خیلی کوچکتر و قدرت تفکیک فضایی بالاتری دارد (زلاتو، ۱۹۹۵؛ زلاتو و همکاران، ۱۹۹۶).

قدرت تفکیک عاملی (پارامترهای) این مدل با ۴۴ پارامتر (و زیرپارامتر) از سه گروه پارامتری کاربری زمین، دینامیک آتمسفر، و انتشار و تراکم مواد آلاینده، از مدل DEM حاوی ۲۳ پارامتر آتمسفری و انتشار تراکم و رسوب آلاینده‌ها (اندازه‌گیری شده) بیشتر ولی ممکن است دقت آن به علت برآورد (نه اندازه‌گیری) مقدار تراکم آلاینده‌های معیار، کمتر باشد (زلاتو، ۱۹۹۵ و همکاران، ۱۹۹۵).

پراکنش فضای کلاس‌های خطر در ۲۴ پولیگون نقشه، تفاوت بارز و یک الگوی ناحیه‌ای برجسته‌ای را نشان می‌دهد. در نگاه اول تفاوت شدت پتانسیل خطر آلودگی هوا بین نیمه غربی (بیشتر کلاس‌های III و IV و V) و نیمه شرقی (بیشتر کلاس‌های I و II) به‌ویژه نسبت به تفاوت‌های دو نیمه شمالی و جنوبی استان کاملاً محسوس است ولی وجود کلاس II در ناحیه غربی (شبه جزیره میانکاله) و کلاس‌های III و IV در نیمه شرقی (در دشت چات و منطقه کلالة و تنگراه) در مقیسه زیر ناحیه‌ای تا حدی این نظم کلان فضایی را مخدوش می‌نماید.

اندازه مساحتی و نظم فضایی پولیگون‌هتی نقشه خطر به استثنای پولیگون‌های کوچک و کم‌خطر پراکنده در ناحیه شرقی، در بقیه پهنه استان با ادغام لازم در حد ابعاد واحدهای مدیریت کیفیت هوا و تدوین استانداردهای ناحیه‌ای هواسی و می‌تواند مبنایی برای تدوین و اجرای برنامه‌های علمی و کاربردی باشد.

مشارکت پارامترهای افزایش پتانسیل خطر آلودگی هوا شامل زراعت آبی و دیم، تراکم شهرها و روستاها، صنایع و شرکت‌های صنعتی، تأسیسات زیر بنائی، تهویه ضعیف (با وجود جنگل نسبتاً متراکم در حاشیه جنوبی)



منابع

۱. احمدی پور، ع. ۱۳۷۹. تعیین ضوابط و استاندارد خروجی از منابع آلوده کننده هوا در شهر تبریز. مجموعه مقالات همایش دستاوردهای پژوهشی سازمان حفاظت محیط زیست در برنامه دوم توسعه، ۸۸-۸۰.
۲. اونق، م. ۱۳۷۵. نقشه بندی حساسیت محیط زیست: یک وسیله برنامه ریزی ناحیه ای. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد سوم، شماره ۲، تابستان، ۲۹-۹.
۳. اونق، م و س. ح. میرکریمی. ۱۳۷۹. ارزیابی اثرات توسعه و نقشه بندی آسیب احتمالی اجزای محیط زیست استان گلستان. اداره کل حفاظت محیط زیست استان، ۷۸ صفحه.
۴. اونق، م، س. ح. میرکریمی و ح. ر. رضایی. ۱۳۸۰. تعیین ضوابط و استاندارد خروجی از منابع آلوده کننده هوای استان گلستان. اداره کل حفاظت محیط زیست استان، ۱۳۰ صفحه.
۵. اونق، م و س. ح. میرکریمی. ۱۳۷۵. ارزیابی توان اکولوژیک و تهیه نقشه پایه آمایش استان گلستان. اداره کل حفاظت محیط زیست، ۷۳ صفحه.
۶. اونق، م و س. ح. میرکریمی. ۱۳۸۲. هدایت توسعه پایدار استان گلستان (آمایش بستر طبیعی)، مجموعه مقالات دومین همایش توانمندی های توسعه استان گلستان، گرگان، صفحه ۲۷۵-۲۶۵.
۷. اونق، مجید و س. ح. میرکریمی. ۱۳۸۲. مدل ارزیابی انطباق زیست محیطی کاربری های فعلی و آتی استان گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره سوم، جلد یازده، ۱۷-۳.
۸. بیرویدیان، ن. ۱۳۷۹. بررسی رابطه بین انتشار آلاینده های سوخت های فسیلی و توسعه شهری در هوای استان گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال هفتم، شماره تابستان، ۹۷-۱۵.
۹. پورفرهادی، ک. ۱۳۷۹. بررسی وضعیت منابع عمده آلاینده هوا در استان تهران. مجموعه مقالات همایش دستاوردهای پژوهشی سازمان حفاظت محیط زیست در برنامه دوم توسعه، تهران، ۱۰۵-۹۷.
۱۰. سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان. ۱۳۷۹. آمار و لیست صنایع و مجوزهای تأسیس در نواحی صنعتی، ۲۵ صفحه.
۱۱. سازمان صنایع و معادن استان گلستان. ۱۳۷۹. آمار و لیست صنایع و شهرک های صنعتی، ۴ صفحه.
۱۲. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گلستان. ۱۳۷۸. آمارنامه استان گلستان، ۵۴۵ صفحه.
۱۳. سازمان هواشناسی کشور. ۱۹۹۷. آمار (۵ ساله) ایستگاه های سینوپتیک گرگان، گنبد و مراوه تپه، ۱۵ صفحه.
۱۴. شرکت کنترل کیفیت هوای تهران. ۱۳۷۴. اصول آلودگی هوا، کارگاه آموزشی کنترل آلودگی هوا (شماره ۱ و ۳)، ۷۵ صفحه.
۱۵. شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران. ۱۳۷۸. آمار مصرف سوخت های فسیلی استان، ۳ صفحه.
۱۶. شرکت ملی گاز ایران. ۱۳۷۸. آمار مصرف گاز طبیعی استان، ۳ صفحه.
۱۷. طبیبیان، م و ش. فریادی. ۱۳۸۰. ارزیابی کیفیت محیط زیست شهر تهران. مجله شناسی، دانشگاه تهران، سال ۲۶، شماره ۲۸، صفحه ۱-۱۲.
۱۸. عطری، ح. و ا. عدالتی. ۱۳۷۹. پتانسیل آلودگی هوا در ارتباط با اینورژن. مجموعه مقالات همایش دستاوردهای پژوهشی سازمان محیط زیست در برنامه دوم توسعه، تهران، ۱۴۰-۱۳۱.
۱۹. کاویانی، م. ر. ۱۳۶۴. تحلیلی از رژیم بادهای اصفهان در ارتباط با آلودگی هوای شهر. مجموعه مقالات سمینار بین المللی جغرافیا، ایران، دانشگاه فردوسی، مشهد، جلد دو. صفحه ۹۱-۵۷.
۲۰. مخدوم، م. ۱۳۶۱. الگوی ارزیابی تغییرات محیط زیست، مجله محیط شناسی، شماره ۱۱، صفحه ۳۴-۲۵.
۲۱. مخدوم، م. ۱۳۷۲. محیط زیست و توسعه آذربایجان شرقی، مجموعه مقالات سمینار آذربایجان و توسعه، تبریز، صفحه ۵۲۱-۵۱۲.
22. Brandt, J., and R. Olesen. 1996. Regional modeling of air pollution in Europe (REMAPE) Internet web site search. 5pp.
23. Brandt, J. 1999. The Danish Rimpuff and Eulerian Accidental Release Model (DREAM). Internet web site search, 7pp.



24. Brrandt, J., R. Olesen, and Z. Zelatev. 1998. Studying environmental problems in Europe by using air pollution models, (EUROAIR), 30PP.
25. Cheremisionoff, P.N. 1989. Air pollution control and planning of air pollution studies, Gulf Publishing Company, 1066 pp.
26. Harop, D.O. 1999. Handbook of environmental impact assessment, Vol.12, chapt.12, air quality assessment, Blackwell Science, p. 252-272.
27. Holzworth, G.C. 1987. Air pollution climatology. The encyclopedia of climatology, Van Nostrand Renhold Company, Vol. XI, 27-39 p.
28. Joseph, A., and J.R. Salvato. 1972. Environmental engineering and sanitation. chapt.6. air pollution control, Second Edition, John wiley, p.449-490.
29. Rigina, O., and A. Baklanov. 2001. Regional probabilistic nuclear risk and vulnerability assessment by integration of mathematical modeling and GIS- analysis. In: proceedings of eight nordic seminar on radio ecology, Arktikum, Rovaniemi, Finland, Jan, 25-28, p1-5.
30. UNG, A., and C. Weber. 2001. Air pollution mapping over a city: virtual stations and morphological indicator. In: proceedings of 10th international symposium on transport and air pollution, sept. 17-19, Boulder, p1-8.
31. Zlatev, Z. 1995. Computer treatment of large air pollution models, kluwer Academic publish, London. 358 pp.
32. Zlatev, Z., I. Dimov, and K. Georgiev. 1996. Three dimensional version of Danish Eulerian Model (DEM). Mathematic and Mechanic, Vol.76, s4, 473-476.



A model for assessing air pollution potential hazard in Golestan Province

M. Ownegh

Dept. of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Abstract

In an airshed without stationary and mobile recording of index pollutants density and emission, air pollution potential hazard assessing with quantitative experimental models provide a valuable basic data for determination of industry allocation regulations and emission standards of air pollution in Golestan province, a widespread weighted numerical model was prepared with 44 bio-physico-chemical effective parameters and implemented in the framework of 198 equi-poteial environmental units (a 44*198 matrix). This model according to the effect of each parameter upon air pollution, contains three groups of parameters including 1-decreasing (8, indicator of environment refinery capacity), 2-increasing (31, indicator of environment pollution susceptibility), and 3-decreasing-increasing parameters (8, related to critical limits or specific stanards). Weight of each parameter was determined according to its relative importance in air pollution potential and exceeding from ambient air standard in a-3 to +3 graded scale, and also rate of parameter class (2 to 5 class) was determined on the range and allowable limit of ambient air standard in a 1 to 5 value scale. Total number or hazard index of air pollution in each environmental unit was calculated by multiplying of weight to rate of every parameter and sum of positive and negative values of all parameters, and finally divided to 5 classes. With implemenation of model with different data sources, the potential hazard of air pollution in Golestan province evaluated and mapped as choropleth on a semi-detailed level at 1:250000 scale. Results show that the province contains all of the 5 hazard classes of the model, and there are significant differences (at $P < 0.01$ level) between number (and area of the polygons of hazard classes). This numerical model has actually a necessary spatial and thematic resolution for planning of air quality management and control. So that, there are close spatial fitness between high hazard classes with densely populated and urban-industry concentrated area of foot hill belt, and low hazard classes with less populated and rural-agricultural areas of province. Therefore, it is possible to calibrate the regional model via systematic watching and monitoring of index pollutants in different part of the province especially in the critical areas.

Keywords: Numerical model; Air pollution; Potential hazard; Emission standard; Hazard map; Golestan Province.

