استفاده از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مدیریت آلودگی هوای شهر تبریز

نویسندگان:

مهندس ابوالفضل رنجبر — کارشناس ارشد سیستم اطلاعات جغرافیایی و عضو هیات علمی دانشگاه تبریز
abranjbar@tabrizu.ac.ir

مهندس مسعود شاکری — کارشناس ارشد اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی
shakeri2m@yahoo.com

چکیده

نخستین گام برای دست‌یابی به اهداف توسعه صنعتی و غیر صنعتی سالم و پایدار، شناسایی پیامدهای گوناگون فعالیت‌های صنعتی و غیر صنعتی نظیر آلودگی هوا است. هر چند اشکال مختلف آلودگی محیط زیست وابسته و قابل تبدیل به یکدیگرند. اما آنچه اهمیت آلودگی هوا را بیشتر می سازد، نقش هوا به‌عنوان حیاتی ترین ماده برای ادامه زندگی انسان و آثار گوناگون و اغلب جبران ناپذیر آلاینده‌ها بر سلامت انسان و محدود بودن توانایی بشر برای کاهش و کنترل آلودگی های هوا است. به‌طور کلی آلودگی هوا بر انسان به‌طورعمده بر چشم ها و دستگاه تنفسی تاثیر می گذارد. هنگامی که گازهای آلاینده هوا، بخارها، دودهای غلیظ و ... در هوا منتشر می شوند و در تماس با اعضای بدن قرار می گیرند، در تراکم معینی سبب سوزش، تحریک چشم، بینی، گلو و شش ها می گردند و در غلظت‌های بالاتر ممکن است اثرات شدیدتری از قبیل تشدید بیماری های قلبی - عروقی و تنفسی بر انسان بگذارند و در نهایت حتی موجب خفگی و مرگ شوند.

دنیای امروز دنیای اطلاعات و مدیریت بهینه آنهاست. پیشرفت‌های روز افزون در دهه‌های اخیر در زمینه‌های فن آوری جمع آوری و ذخیره اطلاعات باعث شده که کاربران و برنامه‌ریزان با حجم بسیار زیادی از اطلاعات مواجه گردند. اطلاعات وقتی ارزشمند هستند که به شکل صحیح و در زمان مناسب ارائه شوند. بنابراین سیستمی نیرومند و کارآمد مورد نیاز است تا بتواند داده‌های مختلف را به شکل مناسب جمع آوری، پردازش، ذخیره و بازیابی نماید. سیستم اطلاعات مکانی یک ابزار توانمند است و قادر است فن آوری کار آمدی را برای طراحی و ایجاد پایگاه اطلاعات آلودگی هوا به منظور جمع آوری، ذخیره، بازیابی و تجزیه و تحلیل اطلاعات آلودگی هوا در اختیار مسئولان بگذارد.

کلمات کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی، پایگاه داده، آلودگی هوا، پلی گون‌های Thiessen، شاخص آلودگی هوا (PSI)، پایگاه داده زمانمند، آلاینده‌های هوا.

۱. مقدمه

ناپایداری توسعه شهری و صنعتی کشور در گذشته، میراث ناخوشایندی است که در ابعاد و گستره وسیعی، محیط اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست شهری کشور را به‌ویژه در شهرهای بزرگ متأثر نموده است. ابعاد این آثار در زمینه محیط زیست شهری به حدی است که حتی برنامه‌های کلان کشور نیز به‌طور محسوسی از این نابهنجاریها متأثر شده‌اند. اصل بر این است که ضمن برنامه ریزی برای پایداری توسعه‌های آتی، نسبت به رفع غبار آلودگی به‌ویژه آلودگی هوا از چهره کلان شهرهای کشور به‌عنوان یک اصل بنیادی پرداخته شود[۷]. در حقیقت شهر تبریز یکی از هفت شهر آلوده کشور است. در این تحقیق آلودگی هوای شهر به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی بررسی می‌شود. منابع عمده آلاینده هوا را در شهر تبریز می‌توان به‌صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

الف) حمل و نقل شهری: رشد جمعیت، عدم ساماندهی سیستم حمل و نقل و ترافیک شهری و ...

ب) منابع صنعتی: وجود صنایع عمده و بزرگ از قبیل پالایشگاه، نیروگاه، مجتمع پتروشیمی، تراکتورسازی و ...

ج) عملیات ساختمانی و راهسازی

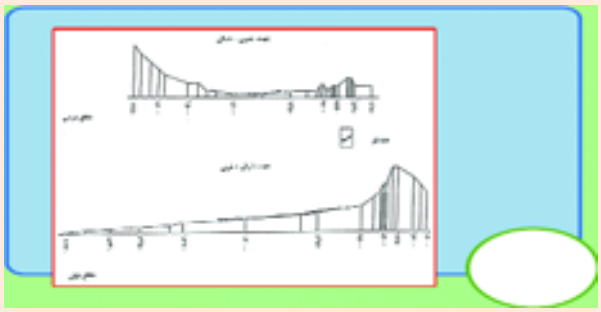
د) منابع متفرقه از قبیل فعالیت‌های خانگی، تجاری و آتش سوزی زباله ها و ... [۵]

عمده پارامترهای آلاینده هوا که به طور عام در مطالعه و تحقیق وضعیت کیفیت هوای شهرها، ملاک عمل قرار می گیرد. عبارتند از: ذرات معلق هوا (pm-10)، منوکسید کربن (Co)، دی اکسید گوگرد (So_2) ، دی اکسید نیتروژن (No_2) و ازون (O_3) در این تحقیق به مطالعه پارامترهای مذکور، در بازه زمانی نیم سال اول سال ۸۴ پرداخته می شود.

۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر تبریز، مرکز استان آذربایجان شرقی در حال حاضر یکی از مراکز صنعتی ایران محسوب می گردد و مراکز صنعتی مهمی نظیر نیروگاه حرارتی، مجتمع پتروشیمی، پالایشگاه، ماشین سازی و تراکتورسازی و ... را در خود جای داده است. در نتیجه یکی از پرجمعیت ترین و آلوده ترین شهرهای ایران نیز به شمار می رود. شهر تبریز با ارتفاع ۱۴۰۰m در ´۱۷ °۴۶ طول شرقی و ´۸ °۳۸ عرض شمالی واقع شده است. شهر تبریز از سمت شمال با ارتفاعات کوه‌های سرخ فام عون بن علی، از سمت جنوب با پیشکوه‌های سهند، از غرب با دشت تبریز (استقرار کمربند صنایع) و از شرق با کوه‌های ساری داغ و بیلانکوه محصور شده است. شکل شماره ۱ توپوگرافی اطراف شهر تبریز و شکل شماره ۲ ناهمواری‌های اطراف شهر را در جهت‌های شمالی- جنوبی و شرقی- غربی نشان می دهد. با توجه به دو شکل یاد شده می توان گفت که شهر تبریز مثل یک گودال در سه جهت شمال، شرق و جنوب با ارتفاعات و از سمت غرب با دشت تبریز محدود می شود. میزان بارش سالیانه و میانگین دمای سالیانه شهر تبریز طی دورهٔ ۵۰ ساله (۲۰۰۰-۱۹۵۰) به ترتیب معادل ۳۰۰mm،°C۱۲/۳ است. براساس طبقه‌بندی دومارتن که براساس متوسط درجه حرارت سالیانه و میانگین بارندگی سالیانه انجام می گیرد، شهر تبریز در ماه‌های ژوئیه، اوت و سپتامبر دارای شرایط بیابانی، در ماه ژوئن دارای شرایط خشک، در ماه اکتبر شرایط نیمه خشک، ماه‌های فوریه، دسامبر، نوامبر و می دارای شرایط نیمه مرطوب و ماه‌های آوریل، مارس و ژانویه دارای شرایط مرطوب است.[۵]

شکل ۱. توپوگرافی اطراف شهر تبریز



شکل ۲. برش ارتفاعی شهر تبریز در جهت های شمالی- جنوبی و شرقی- غربی

۳. اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان

اثرات مضر آلودگی هوا بر سلامت انسان، حیوان و گیاهان و همچنین تخریب مواد و آثار فرهنگی موضوع بررسی و مطالعات زیادی بوده است. طی چند دهه اخیر مساله باران های اسیدی، لایه ازون و گرمایش زمین و پیامدهای آن بر اکوسیستم و در نهایت انسان مورد مطالعه و بحث دانشمندان بوده است. از آنجا که عوامل زیادی در ارتباط بین آلودگی هوا و سلامت انسان موثرند، اثبات اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان آسان نیست. با این حال اطلاعات زیادی وجود دارد که می توان به آنها استناد کرد. به طور کلی، اثرات آلودگی هوا را از نظر فیزیولوژیکی به ۵ گروه عمده تقسیم می کنند که عبارتند از:

۱. خفه کننده‌ها شامل خفه کننده‌های ساده مانند Co، متان و

سایر گازهای خنثی که با رقیق کردن اکسیژن محیط (محیط بسته) باعث خفگی می شوند و خفه کننده های ترکیبی که به علت ترکیب با آنزیم ها و ارگان های بدن ایجاد خفگی می کنند مانند Co.

۲. تحریک کننده ها، شامل تحریک کننده های مجاری فوقانی تنفسی (So_2) و مجاری تحتانی تنفسی (No_2) می شوند.

۳. سموم سیستمیک که با حمله به ارگان ها باعث بیماری عضوی از بدن می گردند مثل ترکیبات جیوه، سرب، هیدروکربن های آروماتیک

۴. ترکیبات مخدر و بیهوش کننده که روی اعصاب اثر می گذارند مثل هیدروکربنهای الیناتیک کلره

۵. مواد سرطان زا مثل بنزاپیرن، بنزن، هیدروکربن های آلوماتیک چند حلقه ای

در خصوص اثرات ذرات معلق بر انسان، دو گروه از ذرات دارای اهمیت خاصی هستند: ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون (Pm-10) که به قسمت های تحتانی ریه وارد می شوند و ذرات کوچکتر از ۲/۵ میکرون که در آلوئول ها رسوب می دهند یا از جدار ریه وارد جریان خون می شوند. در مورد اثرات ذرات بر بدن انسان بررسی های زیادی انجام گرفته و نتایج تحقیق نشان می دهد که بین عفونت دستگاه های فوقانی و تحتانی ریه با افزایش غلظت آلودگی هوا با ذرات معلق و (So_2)، رابطه معنی داری وجود دارد. به طور کلی ۳۵ میکروگرم در متر مکعب ذرات Pm-10، عامل ۵۵ مورد مرگ در هر ۱۰۰ هزار نفر بوده است.

۴. شاخص آلودگی هوا

یکی از استانداردهای کیفیت هوا است که توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا EPA توسعه یافته است و گزارش روزانه آلودگی هوا را براساس سطوح پاک، سالم، ناسالم، خیلی ناسالم و خطرناک بیان می کند(جداول ۱و۲) و به طور متداول نیز مورد استفاده قرار می گیرد. PSI هر پارامتر، بسته به نوع و بازه زمانی پارامتر آلاینده از رابطه زیر محاسبه می گردد [۸]:

$$I_P = \frac{I_{Hi} - I_{lo}}{BP_{Hi} - BP_{lo}} (C_P - BP_{lo}) + I_{lo}$$

I_{Hi} : PSI متناظر BP_{Hi}

BP_{Hi}: حد بالای غلظت آلاینده

I_{lo}: PSI متناظر BP_{lo}

BP_{lo}: حد پایین غلظت آلاینده

PSI	concentration				
	CO(ppm) 8 HOURS	O3(ppb) 1 HOUR	NO2(ppb) 1 HOUR	SO2(ppb) 24 HOURS	PM-10(micro gr/m3) 24 HOURS
0	0	0	0	0	0
50	4.5	60	150	30	75
100	9	120	300	140	150
200	15	200	400	300	375
300	30	400	1200	600	625
400	40	500	1600	800	875
500	50	600	2000	1000	1000

جدول ۱. شاخص آلودگی هوا

PSI	وضعیت
0-50	پاک
50-100	سالم
100-200	ناسالم
200-300	بسیار ناسالم
>300	خطرناک

جدول ۲. آلودگی هوا بر اساس وضعیت نوع آلاینده

۵. پایگاه اطلاعات[۲]

به مجموعه ای از داده های جمع آوری شده پایگاه اطلاعات گفته می شود که ارتباط منطقی با هم داشته و مرتبط با یک واقعیت و یا هدف مشخص باشند. هر پایگاه اطلاعاتی داده هایی مکانی نظیر موقعیت ها، شکل پدیده ها (شامل نقاط، خطوط، محدوده ها، پیکسل ها، گریدها و TINها) و اطلاعات توصیفی دیگری نظیر اطلاعاتی از قبیل اعداد و ارقام، نوشته ها و تصاویر را به صورت منطقی در جداول ویژه ای نگهداری می کند[۳].

اهمیت پایگاه های اطلاعاتی از این واقعیت ناشی می شود که داده های موجود در پایگاه اطلاعات، به صورت کاملا مرتبط به هم

طراحی می‌شوند و دارای ساختاری منسجم برای تلفیق و بازیابی انواع اطلاعات هستند. هر پایگاه اطلاعاتی معمولا دارای معماری ویژه‌ای است که به منظور کاربرد خاصی طراحی شده است. باتوجه به اینکه داده‌های آلودگی هوا مربوط به مکان و زمان با اطلاعات توصیفی جداگانه است، باید پایگاه داده مورد استفاده به صورت زمانمند تعریف گردد، تا بتواند به میزان آلودگی در مکان و زمان مشخص پاسخ گو باشد[۶].

۶. بعد زمانی اطلاعات توصیفی

در محیط GIS، بعد زمانی عبارت از اندازه‌گیری ویژگی‌ها و حالات متفاوت یک شی به ازای زمان است. این بعد به محققان امکان می‌دهد تا داده‌های جمع آوری شده در یک زمان مشخص را با سایر داده‌ها برای مقاطع زمانی دیگر مقایسه نمایند. این مقایسه باعث تشخیص تغییرات کمی و کیفی ایجاد شده در عوارض جغرافیایی در طول زمان می‌شود. مشاهده چندین متغیر در مقاطع زمانی متفاوت، امکان خلق مدل‌های پیچیده را میسر می‌سازد. به تازگی با تلفیق برنامه‌های آماری با نرم افزارهای GIS امکان تحلیل توام ابعاد زمانی به همراه پدیده‌های مکانی فراهم شده است. بنابراین خیلی از جغرافی‌دانان به همراه استفاده از برنامه‌های معمول GIS به موارد زیر نیز عنایت خاص نشان می‌دهند[۳]:

- تشخیص میزان تغییرات[۳] در یک شی به ازای زمان در یک منطقه جغرافیایی
- برآورد همبستگی‌های احتمالی بین پدیده‌ها
- شناسایی تأثیرات یک شی به روی شی یا پدیده دیگر با در نظر گرفتن عامل زمان

با توجه به اینکه اطلاعات آلودگی هوا باید در زمان و مکان مشخص ارائه شود، در نتیجه نیاز به پایگاه داده زمانمند[۴] داریم.

حال اگر گسترش آلودگی هوای شهر تبریز را از نظر نوع آلودگی هوا بررسی کنیم، می‌توانیم به نقشه تغییرات آلودگی شهر تبریز در بازه زمانی معین برسیم. اگر بخواهیم تغییرات Co را در سطح شهر روزانه بررسی کنیم، کافی است دو نقشه مذکور را تهیه و بر هم منطبق کنیم تا به نتایج تغییرات آلودگی مورد نظر در هر شبانه روز برسیم.

۷. سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)[۵]

سیستم اطلاعات مکانی در واقع علم و فن اطلاعات مکان مرجع است که مدیران، تصمیم گیران و متخصصان را قادر به ذخیره سازی، پردازش، بهنگام سازی و بازیافت اطلاعات مختلف در فرمت‌های متنوع متنی، گرافیکی و رقومی در مقیاس‌های متناسب می‌نماید. امروزه سیستم اطلاعات مکانی به راحتی جای خود را در بین سایر علوم کاربردی باز کرده است و توانسته در کنار سایر برنامه‌های تخصصی ایجاد پایگاه اطلاعاتی به‌عنوان یک وسیله توانمند و فن آوری کارآمد در فرآیند تشکیل بانک اطلاعاتی به‌شمار آید. در حقیقت GIS نوعی فن آوری است که با استفاده از آن امکان مدیریت و سازماندهی داده‌های مکانی و توصیفی روی زمین با هدف تصمیم گیری بهینه میسر می‌گردد[۳]. به عبارت دیگر GIS یک سیستم کامپیوتری است که چهار قابلیت اساسی را در رابطه با داده‌های زمین مرجع[۶] فراهم می‌آورد:

الف: ورودی داده‌ها[۷]

ب: مدیریت داده‌ها که عبارت است از ذخیره و بازیابی داده‌ها[۸]

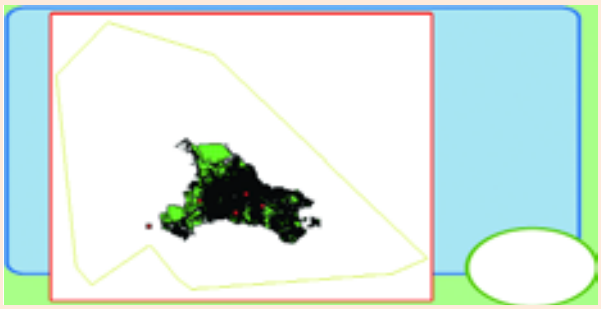
ج: پردازش، تجزیه و تحلیل داده‌ها[۹]

د: خروجی داده‌ها[۱۰] [۴]

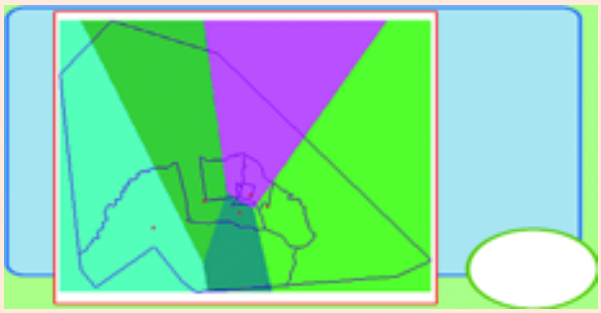
۸. پلی‌گون‌های Thiessen(Voronoi)

پلی‌گون‌های Thiessen(Voronoi) برای پیش بینی مقادیر در نقاط اطراف یک نقطه مشاهده، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل در واقع روشی است برای توسعه دادن به اطلاعات نقاط، با فرض اینکه بهترین اطلاعات برای مکان‌هایی که در آن‌ها مشاهداتی وجود ندارد، مقدار نزدیک‌ترین نقطه دارای مشاهده به آن نقطه است. در اطراف، یک سری از نقاط پلیگون‌های THIESSEN بدین طریق ساخته می‌شوند که هر نقطه در داخل یک پلیگون به

نقطه مرکزی آن پلیگون نزدیکتر است تا به نقطه دیگری. در این روش، تقسیم بندی که کاملا وابسته به موقعیت نقاط مشاهده است ربطی به چگونگی توزیع طبیعی پدیده مورد مطالعه ندارد. مقدار نسبت داده شده به یک پلی گون فقط با استفاده از یک نمونه (محل مشاهده) تخمین زده می شود. پلی گون های Thiessen معمولا در تجزیه و تحلیل داده‌های هواشناسی و آلودگی هوا استفاده می شوند، یعنی زمانی که فقدان مشاهدات در یک مکان مطرح باشد. در حقیقت پلی گون های Thiessen طوری ایجاد می شوند که هر نقطه در داخل آنها به نقطه مرکزی آن پلی گون نزدیکتر است. به عنوان مثال می توان از این پلی گون ها برای بررسی آلودگی هوای شهر تبریز استفاده نمود و آلودگی مناطقی را که داخل هر کدام از پلی گونهای Thiessen قرار می گیرند، متناظر با آلودگی ایستگاه سنجش مورد نظر در نظر گرفت. موقعیت ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای شهر تبریز در شکل ۳ آورده شده است. سپس در اطراف این ایستگاه‌ها پلی گون های Thiessen ایجاد می شود که بیانگر مناطق یکسان با مقدار آلودگی هوای برابر با ایستگاه سنجش مورد نظر است.(شکل ۴)[۴] البته با توجه به شکل شماره ۴ می توان نتیجه گرفت که در این روش امکان پیدا کردن همه مکانهای آلوده با توجه به محدودیت تعداد ایستگاههای سنجش آلودگی هوا وجود ندارد.



شکل ۳. موقعیت ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای شهر تبریز به همراه حوزه استحفاظی شهر تبریز



شکل ۴. پلی گون های Thiessen که بیانگر مناطق یکسان با مقدار آلودگی هوای برابر با ایستگاه سنجش هستند.

۹. نحوه اخذ و جمع‌آوری اطلاعات و مقایسه با استاندارد

داده های پارامترهای پنجگانه آلاینده‌های هوا از ایستگاه‌های Online پایش آلودگی هوا (مدل Horiba,Envirutech) واقع در آبرسان، فرمانداری، حکیم نظامی، راه‌آهن، صنایع غرب (حومه شهر) در طول نیمه اول سال ۸۴ اخذ و بعد از حذف داده‌های مشکوک و غیر قابل اعتماد از نظر آماری، بسته به نوع پارامتر، ماکزیمم های ۲۴ ساعته، ۸ ساعته و ۱ساعته، در طول هر ماه محاسبه گردید. براساس شاخص آلودگی هوا (PSI)، وضعیت کیفیت هوا در طول هر ماه به دست آمد و از توانمندی های سیستم GIS در بسط و نمایش آلودگی هوا در سطح شهر تبریز استفاده شد. داده های هر ایستگاه بر حسب نوع آلاینده و با توجه به جدول شاخص آلودگی هوا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج در اشکال شماره ۵ الی ۹ ارائه شده است. همچنین در اشکال شماره ۱۰ الی ۱۵ نقشه پراکندگی آلودگی Co در شش ماهه اول سال ۸۴ بررسی و ارائه شده است. با توجه به این اشکال می‌توان وضعیت پراکندگی آلودگی Co در شهر تبریز را به صورت مکانی مشاهده نمود.

توتال استیشن TCRA1205 لایکا
قهرمانی احسان حدادی را
با رکورد ۶۳/۷۹ متر ثبت و اعلام کرد .

احسان حدادی بعنوان اولین ورزشکار ایرانی که در سال ۲۰۰۴با پرتاب ۶۲/۱۴ متر قهرمان جوانان جهان شد ، در بازیهای آسیایی دوحه نیز با پرتاب ۶۳/۷۹ متر مدال طلای پرتاب دیسک را برای ایرانیان به ارمغان آورد !

در پانزدهمین دوره بازیهای آسیایی که در آذرماه ۱۳۸۵ در قطر برگزار گردید ، همانند ۲ دوره قبلی بازیهای المپیک جهانی در رشته دو و میدانی برای آن دسته از ورزشها که نیاز به اندازه گیری دقیق طول دارند مانند پرتاب دیسک ، وزنه ، نیزه ، پرش طول و ... ، از توتال استیشن های اتوماتیک و لیزری **لایکای سوئیس** برای اندازه گیری دقیق ، سریع و مطمئن طولها استفاده گردید .

تنها ظرف چند ثانیه پس از پرتاب ، داوران نتیجه دقیق پرتاب را به روی میز خود مشاهده نموده و این دقت و سرعت عمل موجب خوشنودی مسئولین بازیهاو نیزمیلیونها بیننده تلویزیونی گردید .

حتماً می دانید چرا حساس ترین و دقیق ترین ندازه گیریها در جهان با تجهیزات لایکا انجام می گیرد !

- when it has to be right

Leica Geosystems

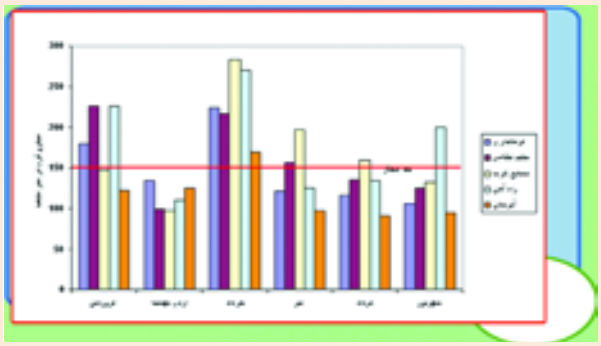
- زمانی که کار باید درست باشد

آیا می دانید چرا حساس ترین و دقیق ترین
اندازه گیریها در جهان با تجهیزات
Leica
انجام می گیرد ؟

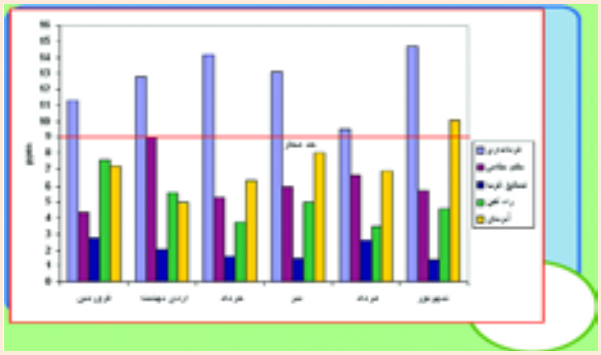
شرکت ژئوبایت
نماینده انحصاری شرکت لایکای سوئیس در ایران

GEOBite
Geo Based Information TEchnology

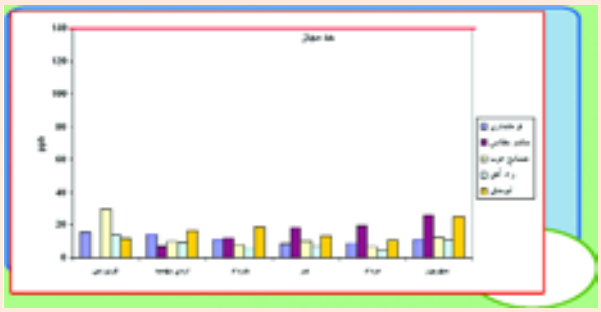
تهران - خ خرمشهر (آپادانا) - خ مرغاب - خ ایازی - پ ۵
تلفن : ۱۵ - ۸۸۷۵۵۰۱۳ و ۸۸۵۲۷۸۶۰-۹



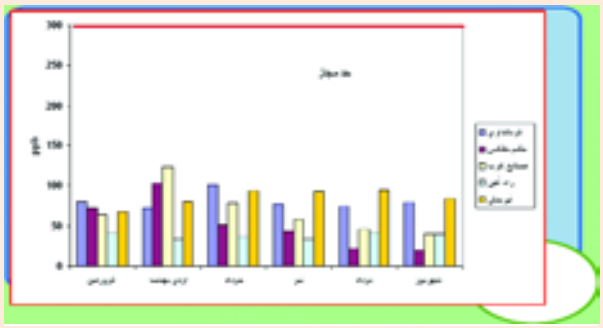
شکل ۵. نمودار تغییرات ماهانه ماکزیمم ۲۴ ساعته غلظت ذرات معلق هوا(pm10) در ایستگاه‌های شهر تبریز (نیمه اول سال ۸۴)



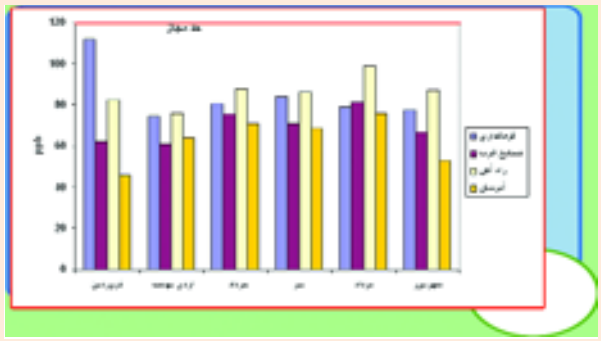
شکل ۶. نمودار تغییرات ماهانه ماکزیمم ۸ ساعته غلظت Co در ایستگاه‌های شهر تبریز(نیمه اول سال۸۴)



شکل ۷. نمودار تغییرات ماهانه ماکزیمم ۲۴ ساعته غلظت SO2 در ایستگاه‌های شهر تبریز (نیمه اول سال۸۴)



شکل ۸. نمودار تغییرات ماهانه ماکزیمم یک ساعته غلظت NO2 ر ایستگاه‌های شهر تبریز (نیمه اول سال ۸۴)



شکل ۹. نمودار تغییرات ماهانه ماکزیمم یک ساعته غلظت O3 در ایستگاه‌های مختلف شهر تبریز (نیمه اول سال ۸۴)

لازم به ذکر است که رنگهای ارائه شده برای مشخص نمودن وضعیت آلودگی در اشکال زیر، براساس جدول ارائه شده در شاخص آلودگی هوا تعیین شده‌اند.

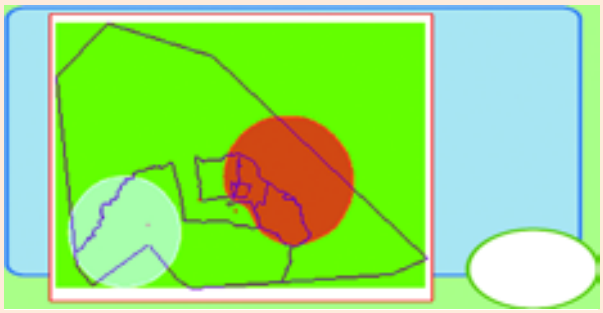
شکل ۱۰. نقشه پراکندگی Co فروردین ماه تبریز براساس ماکزیمم ۸ ساعته

شکل ۱۱. نقشه پراکندگی Co اردیبهشت ماه تبریز براساس ماکزیمم ۸ ساعته

شکل ۱۲. نقشه پراکندگی Co خرداد ماه تبریز براساس ماکزیمم ۸ ساعته

شکل ۱۳. نقشه پراکندگی Co تیر ماه تبریز براساس ماکزیمم ۸ ساعته

شکل ۱۴. نقشه پراکندگی Co مرداد ماه تبریز براساس ماکزیمم ۸ ساعته



شکل ۱۵. نقشه پراکندگی Co شهریور ماه تبریز براساس ماکزیمم ۸ ساعته

به همین ترتیب برای سایر پارامترهای آلودگی هوا نیز می توان نقشه های فوق را ایجاد نمود.

۱۰. نتیجه گیری

با توجه به اشکال ۹ الی ۱۴ می توان نتیجه گرفت که به طور کلی عمده‌ترین مساله آلودگی هوای شهر تبریز را می‌توان به آلاینده های ذرات معلق (pm-10) و منوکسید کربن (Co) ارتباط داد. آلاینده pm-10 به‌طور عمده از کمبود سرانه فضای سبز و پارک های جنگلی، ساخت و ساز بی رویه و تخریب پوشش گیاهی حومه شهر و فعالیت یکسری واحدهای آجرپزی و آسفالت پزی اطراف شهر ناشی می شود که به هنگام وقوع طوفان بیشتر ملموس می شود. اما آلودگی Co را نیز می توان به گسترش بی رویه و سریع شهرنشینی، صنعتی شدن، رشد جمعیت، عدم ساماندهی مناسب سیستم حمل و نقل و ترافیک شهری و عدم وجود فن آوری مدرن خودروها منتسب نمود. همان‌طوری که از بررسی آمار و نتایج ایستگاه های پایش آلودگی هوا مشهود است، آلودگی هوای شهر تبریز به عنوان یکی از هفت شهر آلوده کشور باید بیش از پیش مورد توجه مسئولان محترم کشوری و استانی قرار گیرد. همچنین تجهیز و افزایش ایستگاه های سنجش آلودگی هوا به منظور تحت پوشش قرار دادن مناطق مختلف در سطح شهر می تواند راهگشا باشد. با توجه به اینکه آلودگی هوای شهر تبریز به‌طورعمده به ذرات معلق هوا و منوکسید کربن مربوط می‌شود، یک‌سری راهکارهایی که در کاهش پارامترهای مذکور می تواند موثر واقع شود، ذکر می گردد.

- الزام شهرداری نسبت به راه‌اندازی مرکز معاینه فنی خودروها
- تسریع در جایگزینی خودروهای فرسوده شهری به‌ویژه سیستم اتوبوسرانی شرکت واحد
- افزایش فضای سبز در سطح شهر و احداث پارک‌های جنگلی و پوشش گیاهی حومه شهر(کمربند سبز)
- افزایش ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا برای پوشش دادن شهر تبریز در جهت سنجش آلودگی هوای شهر تبریز

۱۱. پیشنهادات برای کارهای آینده

- بررسی روش‌های مکانیابی محل‌های مناسب برای احداث ایستگاهای سنجش آلودگی هوا
- مقایسه روش های AQI[11]، API[12]، PSI و ... .
- بررسی آلودگی هوا بر اساس میزان و جهت باد در شهر تبریز
- بررسی اثر توپوگرافی در پراکنش آلودگی هوای شهر تبریز

۱۲. پانوشت‌ها

1. Pollutant Standard Index
2. Database
3. Change Detection
4. Temporal Database
5. Geographic Information System
6. Georeferenced
7. Input
8. Data Storage and Retrieval
9. Manipulation and Analysis
10. Manipulation and Analysis
11. Air Quality Index
12. Air Pollutant Index

۱۳. مراجع

۱. اصول آلودگی هوا، بی-اس-ان راجو - ترجمه دکتر انوشیروان محسنی، محمد علی زولی، ادریس بذرافشان، ناشر: معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران

۲. کتاب بهداشت عمومی، دکتر منصور غیاث الدین

۳. کتاب تحلیلی بر فن‌آوری سیستم اطلاعات جغرافیایی، دکتر رسولی، ناشر: دانشگاه تبریز

۴. کتاب سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت سیستم اطلاعات جغرافیایی سازمان نقشه برداری کشور، ناشر: سازمان نقشه برداری کشور

۵. طرح کاهش آلودگی هوای شهر تبریز، کارفرما: سازمان حفاظت محیط زیست

www.ncc.org.ir