پژوهش‌های جغرافیایی ـ شماره ٦١، زمستان ١٣٨٦
صص ١٧ - ٣٠

بررسی نقش مکان و مورفولوژی در کیفیت هوای شهر تهران با استفاده از GIS و داده‌های ماهواره‌ای (RS)

اصغر نظریان* - استاد گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم
پرویز ضیائیان فیروزآبادی - استادیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم
علی اکبر جنگی - کارشناس ارشد جغرافیا
دریافت مقاله ۸۴/۹/۲۸ تایید نهایی :۸۵/۹/۱

چکیده

مورفولوژی شهر چه به مفهوم فرم و شکل و چه کارکرد شهری عاملی موثر در کیفیت هوای یک شهر می‌باشد. سلسله‌مراتب، همجواری و سازگاری کاربری‌ها، شبکه حمل و نقل، بافت شبکه، کاربری اراضی، پوشش زمین و ... از عوامل مورفولوژیکی شهر هستند که بر کیفیت هوای شهر تاثیر می‌گذارند. در این مطالعه بعد از بررسی شرایط مورفولوژیکی موثّر در کیفیت هوای شهر سعی شده است با استفاده از داده‌های آماری و داده‌های سنجش از دور نحوه پراکندگی بعضی از پارامترهای کیفیّت هوای شهر تهران موردبررسی قرارگرفته و با استفاده از داده‌های سازمان محیط زیست برای یک دوره یک ساله متوسط غلظت آلاینده‌ها در ساعات مختلف شبانه‌روز استخراج و به صورت نمودار و جداول نمایش داده شود. با توجه به تأثیر ساختار شهر و مورفولوژی شهر که شرایط محیطی متفاوت از یک خیابان تا خیابان دیگر به‌وجود می‌آورد و کمبود ایستگاه‌های اندازه‌گیری در تهران جهت تهیّه نقشهٔ دقیق پراکندگی آلاینده‌ها از روشی جدید در تهیه نقشه کیفیّت هوای شهر تهران استفاده گردید. این روش که مبتنی بر داده‌های اپتیکی و حرارتی سنجش از دور می‌باشد امکان تهیه نقشه درجه حرارت سطح شهر تهران و توزیع آلاینده CO را بر روی این شهر داده است .

کلید واژه ها: مورفولوژی شهر، کیفیّت هوا، تهران، داده‌های ماهواره‌ای

مقدمه

پدیده آلودگی هوا در مناطق شهری یکی از پیامدهای انقلاب صنعتی است که از ۳۰۰ سال قبل آغاز شده و با توسعه صنعتی شدن و افزایش تعداد شهرها روز به روز بر میزان و شدّت آن افزوده می‌شود. تکیه اساسی بر منابع جدید انرژی از قبیل زغال سنگ، نفت و گاز و در نتیجه آزاد شدن مواد ناشی از احتراق این مواد، فرآورده‌های مضر و زیان‌بخش را به‌همراه می‌آورد که حیات موجودات زنده به‌ویژه انسان‌ها را تهدید می‌نماید. توسعه شهرها، افزایش ترافیک، استفاده از سوخت نامطلوب، افزایش مصرف انرژی و عدم وجود مقررات و ضوابط به منظور محدود ساختن مناطق صنعتی و رعایت مقررات زیست محیطی باعث شده است تا سلامت عمومی در شهرها به علت کاهش قابل توجه کیفیت هوای شهری به مخاطره جدّی بیفتد.

*نویسنده مسئول :۰۹۱۲۱۴۸۱۱۳۱
E-mail: na_nazarian@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

بنابراین امروزه نگرانی عمده برنامه‌ریزان شهری کنترل دقیق کیفیّت هوادر شهرهای بزرگ است. هدف آن‌ها تعدیل تمرکز آلاینده‌ها در زمان ومکان می‌باشدکه با استفاده از روش‌های کنترل کوتاه مدّت و کنترل بلند مدت کیفیت هوا این کار انجام می‌شود. ولی این روش‌ها علاوه بر محدود بودن تعداد ایستگاه اندازه‌گیری، در نظرنگرفتن جنبه‌های مورفولوژیکی و خصوصیات ساختار شهر از دقّت زیادی برخوردار نیستند. جنبه‌های مورفولوژیکی وساختار شهر از قبیل: شبکه ارتباطی، نوع کاربری، وسعت کاربری، تراکم و ... شرایط محیطی را ممکن است از یک منطقه به منطقه دیگر و حتّی از خیابان به خیابان دیگر تغییر دهد؛ بدین جهت استفاده ترکیبی از داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های ایستگاه‌های زمینی راه پیشنهادی در جهت شناخت دقیق از پراکندگی آلاینده‌هاست.

در این میان تهران به‌عنوان بزرگترین شهر ایران باجمعیتی حدود۷ میلیون‌نفر(مرکز آمار۱۳۷۵) یکی از کلان‌شهرهای دنیا است. عوامل طبیعی، فرم ساخت شهری وجود ۷۸۰ هزار خودرو فعال(شهرداری تهران ۱۳۷۴) و ۳۰۰ هزار موتور سیکلت، ۵۰۰۰ واحد صنعتی(۲۵٪ ازکل صنایع کشور) با مصرف حدود ۲۰ درصد کل انرژی، این شهر را به یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان تبدیل کرده است (سازمان محیط زیست ۱۳۷۶). مسئلهٔ پیچیدهٔ آلودگی هوای تهران که بر اثر عوامل ذکر شده در طی چند دههٔ اخیر به شکل حاضر در آمده است، نیازمند شناختی دقیق و مؤثر از منابع و عواملی است که موجب انتشار و توزیع آلاینده‌ها در سطح این شهر گردیده است.

سوال اصلی در این مقاله این است که در ارتباط با عوامل آلاینده با توجه به ویژگی‌های خاص عوامل طبیعی، مورفولوزیکی و ساختاری شهر تهران، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ایستگاه‌های زمینی چگونه می‌توان کانون‌های آلودگی را تشخیص داد. این عمل با فرض اینکه مورفولوژی شهر تهران و نوع کاربری‌ها، اقلیم و میزان آلودگی رابطه مستقیم با هم دارند استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه توزیع آلاینده و مکان‌های آلوده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

- بافت، موفولوژی و بستر جغرافیایی شهر تهران

در یک مقطع شمالی- جنوبی از پهنهٔ شهر تهران از نظرمورفولوژی زمین، سه منظر قابل تشخیص است:

۱- دیوار حد شمالی ارتفاعات البرز ۲- دامنه با تپه ماهوری‌ها (تهران شمالی) ۳- مقرّ اصلی تهران دشت‌های جنوبی

تهران در یک دوره ۲۰۰ ساله از یک مجموعه مسکونی متراکم و فشرده در درون برج و بارو به یک کلان‌شهر با مساحت ۷۰۰ کیلومترمربع تبدیل شده است. در جریان یک دوره انتقال از جامعه روستایی به جامعه شهری که از ویژگی‌های کشورهای در حال توسعه است؛ این شهر ضمن توسعه خارق‌العاده در مقر شهری، در مدت کمتری شعاع گسترش فضائی خود را به خارج از محدود و مقر طبیعی به اراضی دور و نزدیک و جوامع انسانی وابسته به این مکان شهری رسانده و به جای یک نقطه شهری با ویژگی‌های خاص شهرهای ایرانی یک فضا یا منطقه‌ای و نهایتاً مجموعهٔ شهری تهران بزرگ را به‌وجود آورده است. در این روند از شهر کوچک ۱۵ هزارنفری دوره آقامحمدخان قاجار در سالهای (۱۷۸۵-۱۲۰۴) و ۲۱۰ هزار نفری دهه آغازین قرن بیستم (۱۹۲۲) شهر غول پیکر و متروپل بزرگ امروزی باجمعیت تقریبی۷/۵میلیون نفری درمناطق ۲۲گانه تهران به‌وجود آورده است (نظریان ۱۳۸۰).

در جریان چنین تحولات و توسعه سریع و گسترش فضایی ویژگی‌های موفولوژیکی دگرگونی‌های زیادی حاصل شده است. با اینکه منابع آماری مطالعات فعلی به علت فقدان اطلاعات به سالهای ۱۳۶۵ برمی‌گردد ولی شواهد از تحولات دگرگونی‌های کاربری‌های مختلف دارد. (همان ۱۳۸۰)

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی سطوح، سرانه و درصد کاربری‌هایی مهم از جمله مسکونی، تجاری، صنعتی و حمل و نقل مناطق ۲۲ گانه تهران نشان می‌دهد که بیشتر تراکم مسکونی مربوط به مناطق ۲۰-۱۹-۱۶-۸-۱۰و ۹ می‌باشد که مناطق با بافت قدیمی هستند که در آن اندازه سکونت‌گاه‌های کوچک ونزدیک به یکدیگر هستند. بیشتر سرانه‌های کاربری صنعتی نیز مربوط به منطقه ۲۱ و ۲۲ می‌باشد. همچنین بیشترین سرانه حمل و نقل نیز مربوط به مناطق یاد شده با۱۰۲/۲۷ متر برای منطقه ۲۲ و۵۴/۹۱ برای منطقه ۲۱ بوده است. محدودیت شبکه‌های معابر در درون شهر در مناطق داخلی از ویژگی‌های عمده کاربری اراضی شهری تهران است. شبکه معابر و تجهیزات مربوط به آن یکی از ارکان مدیریت در راهبرد نحوه تردد در شهرهاست. عدم تناسب توسعه معابر و تجهیزات مربوط به آن به توسعه شهری از یک طرف و رشد ناهمگون کاربری‌های تجاری؛اداری و مسکونی از طرف دیگر موجبات افزایش تراکم وسایل نقلیه را در طول معابر شهر تهران فراهم آورده است.

مطالعات طرح جامع نشان می‌دهد، که بالغ بر ۱۴ منطقه از ۲۲ منطقه با کمبود وسعت معابر مواجه می‌باشند (شهرداری تهران۱۳۷۱). مطالعات طرح جامع حمل و نقل و ترافیک تهران در سال ۱۳۷۵ نشان می‌دهد که جمعیت ۷ میلیونی تهران روزانه نزدیک به ۱۲/۵ میلیون سفر درون شهری انجام داده‌اند که بیشتر آنها در منطقه ۳ شهرداری و کمترین آنها مربوط به منطقه ۱۸ بوده است. نرخ سفر سواره کل ساکنین تهران در شبانه روز ۱,۵ سفر برای هر نفر است(شهرداری تهران۱۳۷۵) وسعت و دامنه این سفرها و تردد وسایل نقلیه به همراه سایر آلاینده‌ها مانند صنایع، سوخت‌های خانگی و عوامل دیگر در ترکیب عوامل توپوگرافی، جهت جریان، میکرو اقلیم، مورفولوژی شهر همچون کاربری‌ها،شبکه حمل و نقل، بافت شهر و شکل ساختمان، پدیدهٔ پیچیدهٔ کیفیّت هوای شهر را بازگو می‌کنند. که در این مطالعه قابلیت تطبیق و اثرگذاری و اثرپذیری عناصر مختلف با استفاده از فن‌آوری‌های جدید مطالعاتی GIS و RS مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهد گرفت.

یافته‌های تحقیق

هدف از پایش کیفیّت هوا به‌دست آوردن برآورد از میزان آلاینده‌ا در زمان و مکان است. برای به‌ت آوردن نقشه پراکندگی آلاینده‌ا از مدل‌های جابجایی آن‌ها و فرایند تبدیل آن‌ها استفاده می‌کنند. این مدل‌ها با توجه با مقیاس فرایندهای اتمسفری رده بندی می‌شوند. مقیاس‌های فضایی این مدل‌ها و دامنهٔ آن ممکن است آن از مقیاس محلی (برای مثال سطح یک خیابان یا یک دودکش) تا مقیاس جهانی بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر را در بر گیرد و مقیاس زمانی از یک دقیقه(زمان اوج) تا یک روز را شامل شود. مدل‌های مذکور می‌تواند در تشخیص معادلات جابجایی کاربرد داشته باشد. برای ارزیابی جمعیت مواجه با آلاینده‌ها در مقیاس متوسط (مقیاس شهری). مدل‌های متفاوتی با توجه به ساختار، محدودهٔ مورد محاسبه، خصوصیات پارامترها ، پایه روش، و شرایط محدوده وجود دارد. چنین مدل‌هایی که به شبیه‌سازی عددی می‌پردازند اغلب مورد بحث هستند و با محدودیت در زمینهٔ داده‌ها با منبع کافی و دقیق مواجه هستند. دیگر روش‌ها، نوسازی علائم مدل با استفاده از برون‌یابی و درون‌یابی داده‌ها اندازه‌گیری شده است. مشکل این روش‌ها در نوسازی آلاینده‌ها در درون یک ناحیه جغرافیایی و محدودیت ارزشهاست(Anthony UNG May 2001). در این زمینه برخی از دانشمندان از روش کرجینگ(Frangi 1996) و برخی دیگر از روش صفحات نازک میان‌یابی استفاده کرده‌اند؛ که صحت نقشه تولید شده می‌تواند با مقایسه پیش‌بینی‌ها و اندازه واقعی مشخص شود. اما اعتبار و دقت چنین روش‌ها بستگی به تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری‌ها دارد. نتیجه آنکه یافته‌های توزیع فضایی آلاینده‌ها بر روی شهر که اخیراً به‌دست آمده دقیق نیستند، آلودگی هوا در شهر پدیده پیچیده‌ای شامل توپوگرافی محل، جهت باد محلی و خرده اقلیم است. برای درک بهتر مطالعه فضایی - زمانی پراکندگی آلاینده‌های شهر باید متغیرها شامل داده‌ها متفاوتی در ارتباط با مورفولوژی شهر و ویژگی‌های محیطی مورد مطالعه قرار گیرد. داده‌های ماهواره‌ای امروزه در زمینه تشخیص تغییرات شهری، نقشه کردن راه‌ها و خیابان‌ها، به نقشه درآوردن ویژگی‌های فیزیکی و همچنین تهیه نقشه‌های توزیع دما کاربرد وسیع دارند. از این تصاویر می‌توان با استفاده از داده‌های آن و داده‌های زمینی در جهت تهیه نقشه آلودگی نیز استفاده کرد (Anthony UNG September2001).

Baleynoud و Wald(1999) در جهت یافتن ارتباط بین اندازه‌گیری ذرّات معلق و درجه حرارت تحقیق کرده، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که می‌توان رابطه بین اندازه‌گیری ذرّات و درجه حرارت برقرار کرد. این فرایند را به‌این صورت توجیه کرده‌اند که تشکیل لایهٔ آلودگی (بیشتر جذب و انتشار) منجر به کاهش فاکتور انتقال می‌شود؛ بنابراین لایهٔ آلودگی به خوبی تشعشع صادره را جذب می‌کند و باعث تقلیل تشعشع به سمت بالا می‌شود. اما محقیقین از محدویت این روش آگاهی داشتند؛ نقشه کردن ذرّات سیاه با استفاده از باند حرارتی ممکن است؛ اما همبستگی مثبت هنوز ثابت نشده است.

فنزی و لچی(Finzi & Lechi 1991) در سال ۱۹۹۱ اندازه گیری دی اکسید سولفور را برای شهر میلان مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با استفاده از دو تصاویر لندست برای روز آلوده ۸۴٪ و برای روز غیر آلوده ضریب همبستگی بسیار پایین ۴۸٪ به‌دست آورند؛ حتی همبستگی ضعیف‌تر برای So2 توسط بری ویو و دیگران (Brivio 1995) در سال ۱۹۹۵ برای میلان مشاهده شد. پالی و دیگران (Poli 1994) در سال ۱۹۹۴ همبستگی ضعیف برای شهر روم پیدا کردند.

یانگ و همکاران در سال ۲۰۰۱ اطلاعات چند زمانه‌ای را مورد استفاده قرار دادند. آن‌ها با استفاده از باندهای تصویر TM ارتباط قوی بین داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های زمینی برای شهر استراسبورگ به‌دست آورند. آن‌ها تأکید داشتند که عدم موفقیت در یافتن ارتباط بین داده‌های زمینی و داده‌های سنجش از دور به علت کاهش تعداد ارزش‌هاست و استفاده ار دادهای چند زمانه و باندهای متفاوت تصویر را پیشنهاد می دهند.

روش بررسی کیفیّت هوا با استفاده از داده‌های سنجش از دور :

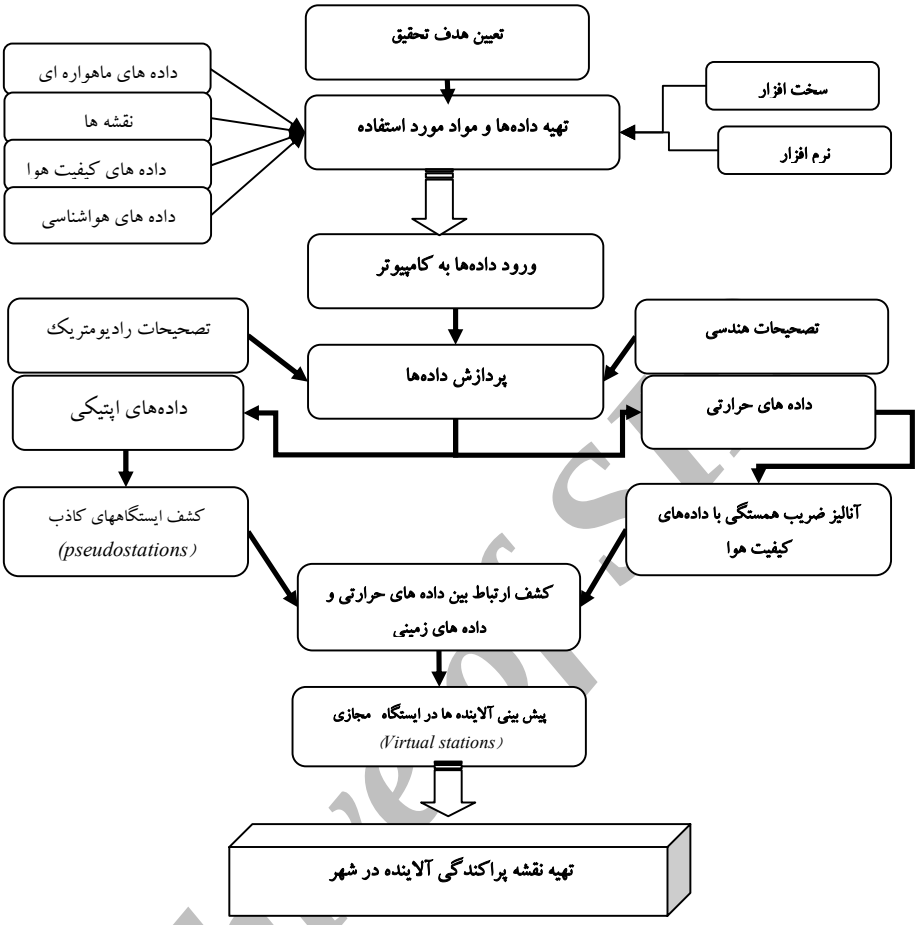
- پیش پردازش تصویر

از داده‌های ماهواره لندست ۷ (ETM[1]) دارای ردیف / گذر ۱۶۵/۳۵ اخذشده در تاریخ‌های ۲۰۰۰/۷/۱۸ , ۲۰۰۱/۷/۳ , ۲۰۰۲/۸/۹ و داده‌های ماهواره (IRS (PAN دارای ردیف/گذر ۶۸/۰۴۵ اخذشده در تاریخ ۲۰۰۳/۳/۸ مربوط به شهر تهران در این تحقیق استفاده شده است. تصیحات هندسی تصاویر با استفاده از نقشه‌های ۱:۸۰۰۰ توپوگرافی و سیستم تصویری جهانی مرکاتور با میزان خطای ۰/۵ پیکسل انجام گرفته است. تصاویر با استفاده از تابع درجه اول و الگوریتم دوباره‌سازی نزدیک‌ترین همسایه بااندازه پیکسل ۲۸/۵ در۲۸/۵برای همه باندها و ۶۰ متر برای باندهای حرارتی با میزان RMS کمتر از ۵/ پیکسل تصحیح شدند تصحیحات رادیومتریک تصاویرنیز با استفاده از نرم افزار PCI Geomatica انجام گرفت(شکل شماره ۱).

1 - Enhanced Themtic Mapper Plus (ETM+)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ مراحل استخراج نقشه پراکندگی آلاینده‌ها ار تصاویر ماهواره‌ای

- تهیه نقشه پراکندگی CO

روش تهیه نقشه آلودگی شهر بااستفاده از داده‌های ماهواره‌ای در سه مرحله زیر انجام می گیرد:

- شناخت ویژگی‌های نقاط اندازه گیری و ایستگاه‌های کاذب [۱]
- تعریف ایستگاه‌های مجازی در سطح شهر
- تهیه نقشه آلودگی در سطح شهر با استفاده از ایستگاه‌های مجازی[۲]

۱ - شناخت ویژگی‌های نقاط اندازه‌گیری و ایستگاه‌های کاذب

در این مرحله از ایستگاه‌های اندازه‌گیری و دیگر داده‌های مکانی شهر که دارای ویژگی‌های یکسان محیطی، مورفولوژیکی و ویژگی‌های آلودگی یکسانی نسبت به ایستگاه‌های واقعی دارند، استفاده شد. چنین مکان‌هایی به‌عنوان ایستگاه‌های کاذب تعریف

1 -pseudostations
2 -Virtual stations

Archive of SID

www.SID.ir

شدند. ایستگاه کاذب مکانی است که می‌تواند به‌عنوان کارت هویت هر سلول تعریف شود. در واقع ویژگی‌های هر سلول به وسیله لیستی از پارامترها (کارت هویت) تعریف می‌شوند که کارت هویت آن‌ها شبیه کارت هویت مکان واقعی است. داده‌های سنجش از دور تعریف چنین سلول‌هایی را به وسیله پیکسل‌های تصویر ماهواره‌ای و داده‌های دیجیتالی کسب شده از ماهواره را امکان پذیر می‌کند(Baleynoud 1999 و Wald).

۲ – برآورد آلاینده‌ها و ایستگاه‌های مجازی

ایستگاه‌های کاذب مکان‌هایی هستند در شهر که ایستگاه‌های اندازه‌گیری ثابت در صورت توسعه شبکه اندازه‌گیری باید در آن‌جا مستقر شوند. استفاده از ایستگاه‌های کاذب برای تهیه نقشه آلاینده‌ها در حقیقت ایجاد ارتباطی بین داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های زمینی است. هدف از این ارتباط پیش بینی تمرکز آلاینده‌ها در محل ایستگاه‌های کاذب است که یانگ و دیگران(۲۰۰۱) آن‌ها را به‌عنوان ایستگاه‌های مجازی[1] تعریف می کنند. ایستگاه‌های مجازی ایستگاه‌هایی هستند که به اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت هوا در صورت کمبود ایستگاه کمک می کند که از ارتباط بین ایستگاه‌های واقعی و داده‌های ماهواره‌ای میزان آلاینده‌ها در آن پیش‌بینی می‌شود.

۳ – تهیه نقشه پراکندگی آلاینده‌ها به‌وسیله میان‌یابی و تخمین بین ایستگاه‌های مجازی

تهیه نقشه با استفاده از روش‌های میان‌یابی و تخمین بین ایستگاه‌های مجازی به‌دست آمده عملی می‌شود برای تهیه این نقشه از روش‌های مختلف نظیر(Hin plate, Polynomial Linear, Hsieh –Clough- Toccher, kriging)استفاده می‌شود .

تهیّه نقشهٔ پراکندگی CO شهر تهران با استفاده داده‌های ماهواره‌ای

تعداد ایستگاه‌های کاذب به‌دست آمده از سه تصویر ماهوارهای + ETM برا ی سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ به ترتیب ۳۳۶، ۴۸۱ و ۳۰۶ ایستگاه در سطح شهر تهران بوده است. این ایستگاه‌ها از چهار باند تصویر + ETM شامل باندهای یک و دو و سه و چهار استخراج شده‌اند. مشخصات ایستگاه‌های واقعی و ایستگاه‌های کاذب در جدول شماره(۱) آورده شده است.

جدول ۱ تعداد ایستگاه‌های کاذب و واقعی در سالهای ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲

تاریخ	ایستگاههای واقعی	ایستگاههای کاذب	تعداد باند مورد استفاده
۲۰۰۰/۷/۱۸	۵ ایستگاه (بهمن، ویلا، پردیسان، قلهک، تجریش)	۵۴۵	۱و۲و۳
۲۰۰۱/۷/۳	۴ ایستگاه (بهمن، ویلا، پردیسان، تجریش)	۱۹۶	۱و۲و۳و۴
۲۰۰۲/۸/۹	۴ایستگاه (بهمن، ویلا، پردیسان، آزادی)	۱۱۶	۱و۲و۳و۴

1 -Virtual stations

Archive of SID

www.SID.ir

از ارتباط بین باند ETM+ 6L و ایستگاه‌های مجازی سه تصویر تهران برای آلاینده CO، روابط زیر به‌دست آمده است :

سال ۲۰۰۰	
ضریب همبستگی= -۰٫۸۶	y= -۰٫۷۶ +۰٫۱۲۵٫۷۵
سال ۲۰۰۱	
ضریب همبستگی= -۰٫۸۵	y= -۰٫۴۸x+ ۸۳٫۴۲
سال ۲۰۰۲	
ضریب همبستگی= -۰٫۷۳	y = -۰٫۶۰x +۰٫۱۰۵٫۳۸

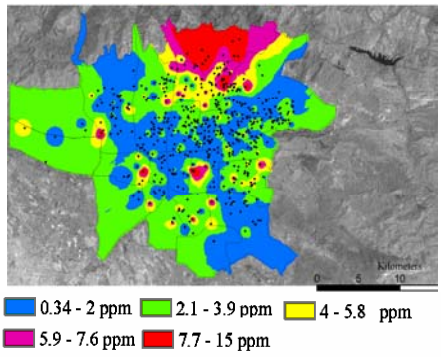
بر اساس معادلات فوق میزان آلایندها برای ایستگاه‌های مجازی پیش‌بینی شدند. بعد از مشخص کردن میزان آلاینده در هر یک از ایستگاه‌های مجازی تعریف شده جهت تهیه نقشه پراکندگی آلودگی از روش‌های میان‌یابی و درون‌یابی استفاد شد. براساس این روش‌ها میزان آلاینده در نقاط مختلف شهر تعریف گردید؛ شکل شماره ۲ نقشه‌های میزان غلظت آلاینده Co را برای سال‌های، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱و۲۰۰۲ نشان می‌دهد. برای آزمایش میزان صحت نقشهٔ پراکندگی غلظت CO که از باند ۶ لندست برای سال‌های مختلف به‌دست آمده است، میزان‌های برداشت شده توسط سازمان محیط زیست را با میزان‌های به‌دست آمده از نصویر در محل هر ایستگاه آزمایش شد؛ که میزان خطا برای هر ایستگاه به‌دست آمد.(جدول شماره ۳).

جدول ۳ مقایسه میزان CO بدست آمده از تصویر با میزان‌های واقعی(۲۰۰۲)واحد: *ppm*

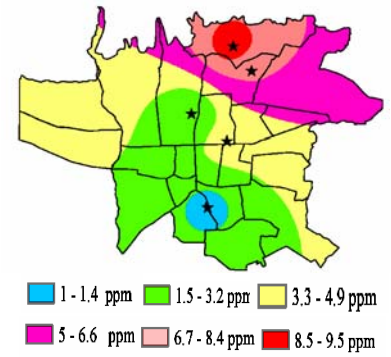
ایستگاه	میزان واقعی غلظت ۲۰۰۲/۸/۹(Co)	میزان غلظت (CO) به‌دست آمده از تصویر ۲۰۰۲/۸/۹	اختلاف (ppm)
پردیسان	۳٫۳	۳٫۸	۰٫۵
آزادی	۶٫۵	۵٫۱۷	۱٫۳۳
ویلا	۵٫۲	۴٫۲	۱
بهمن	۲٫۳	۵٫۱	۲٫۸

Archive of SID

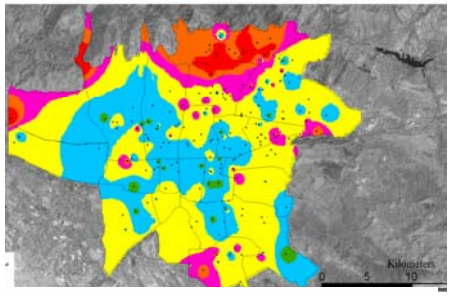
www.SID.ir



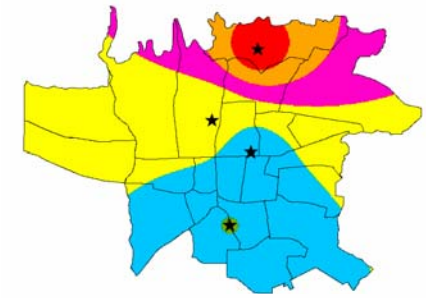
شکل۲ الف: با ایستگاه‌های مجازی سال ۲۰۰۰



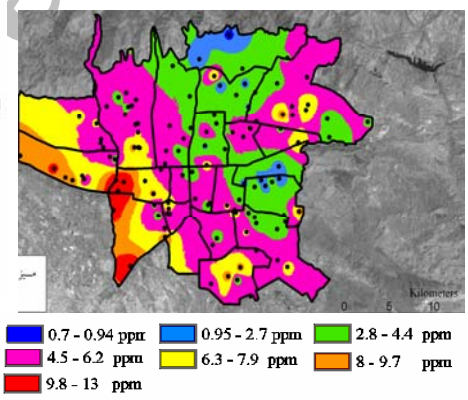
شکل ۲ ب: بدون ایستگاه‌های مجازی سال ۲۰۰۰



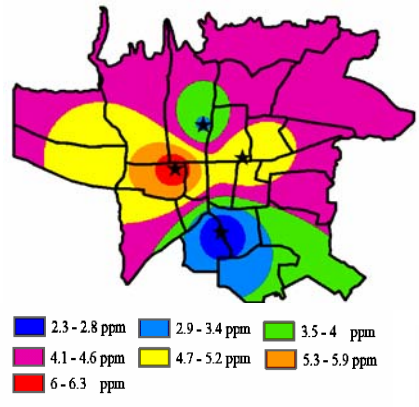
شکل۲.ج با ایستگاه‌های مجازی سال ۲۰۰۱



شکل۲.د بدون ایستگاه‌های مجازی ۲۰۰۱



شکل۲و: با ایستگاه‌های مجازی سال ۲۰۰۲



شکل۲.ذ: بدون ایستگاه‌های مجازی ۲۰۰۲

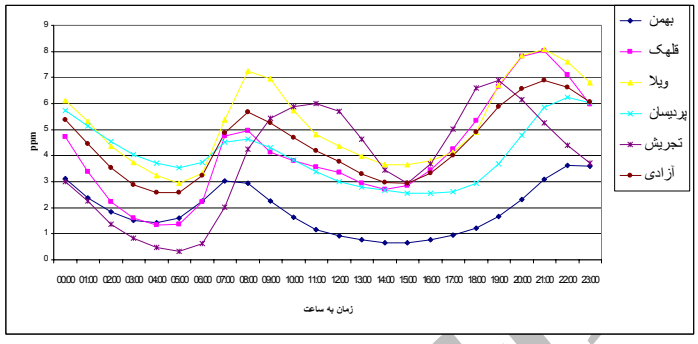
شکل۲ نقشه‌های تمرکز آلاینده Co بر سطح شهر تهران باستفاد از تصاویر ماهواره ای ETM و مقایسه آنها با روش‌های معمول تهیه نقشه تمرکز Co

تحلیل زمانی آلاینده‌ها در شهر تهران

بافت شهر به تبع شرایط طبیعی و ویژگی‌های توپوگرافی شهر به‌طور فشرده یا نافشرده با نظم خاصی نشان‌گر تراکم ساختمانی است که به‌وسیله راه‌ها از هم جدا می‌شوند. ترکیب اجتماعی محلات سکونت‌گاهی با توجه به اندازه قطعات، نظم بلوک، عرض و تراکم راه‌های ارتباطی ضمن برخورداری از کاربری‌های خاص، عملکردها و وسائط حمل و نقل و میزان تردد آن‌ها در شبانه روز در

www.SID.ir

مجموعه جزایر حرارتی خاصی به‌وجود می‌آورند که ضمن ممانعت از جریان هوا، آلودگی هوا را به دنبال می‌آورند که اصولاً از مرکز به پیرامون شدت این جریانات کاهش پیدا می کند.



شکل ۳ میانگین ساعتی غلظت آلاینده CO درطی یک سال(۲۰۰۲)

بررسی میزان آلاینده از لحاظ توزیع زمانی آن‌ها با توجه به نمودار (۲) نشان می‌دهد منحنی روند افزایش آلاینده‌های در شبانه روز منطبق با میزان تردد خودروها در خیابان است یا به‌عبارت دیگر با زمان فعّالیت در شهر در ارتباط می‌باشد. بدین‌ترتیب که در ساعات اولیه صبح میزان آن رو به افزایش می گذارد؛ در ساعات میانه روز کاهش یافته و دوباره روند افزایشی در ساعات بعد ظهر و عصر شروع شده و تا ساعات پایانی شب ادامه دارد.

تحلیل اوج و فرود منحنی‌ها را در درجه اول می‌توان ناشی از منابع آلوده کننده متحرک (خودرو ها) دانست. به‌طوری‌که از ۴۴ میلیون سفر درون شهری در کل کشور ۱۲,۵ میلیون سفر در شهر تهران انجام می گیرد (شهرداری تهران، ۱۳۷۴). تحلیل‌های انجام شده با توجه به کاربری اراضی، مراکز فعالیت و مسیر سفرها نشان می‌دهد که این مسائل ناشی از عدم رعایت سلسله مراتب شبکه حمل و نقل، کم عرض بودن معابر، دوری محل کار از منزل، عدم رعایت سلسله مراتب عملکردی شهر و توزیع نامناسب ساعات کار در شهر می باشد.

تحلیل مکانی توزیع آلاینده‌ها:

۱- برداشت‌های زمینی

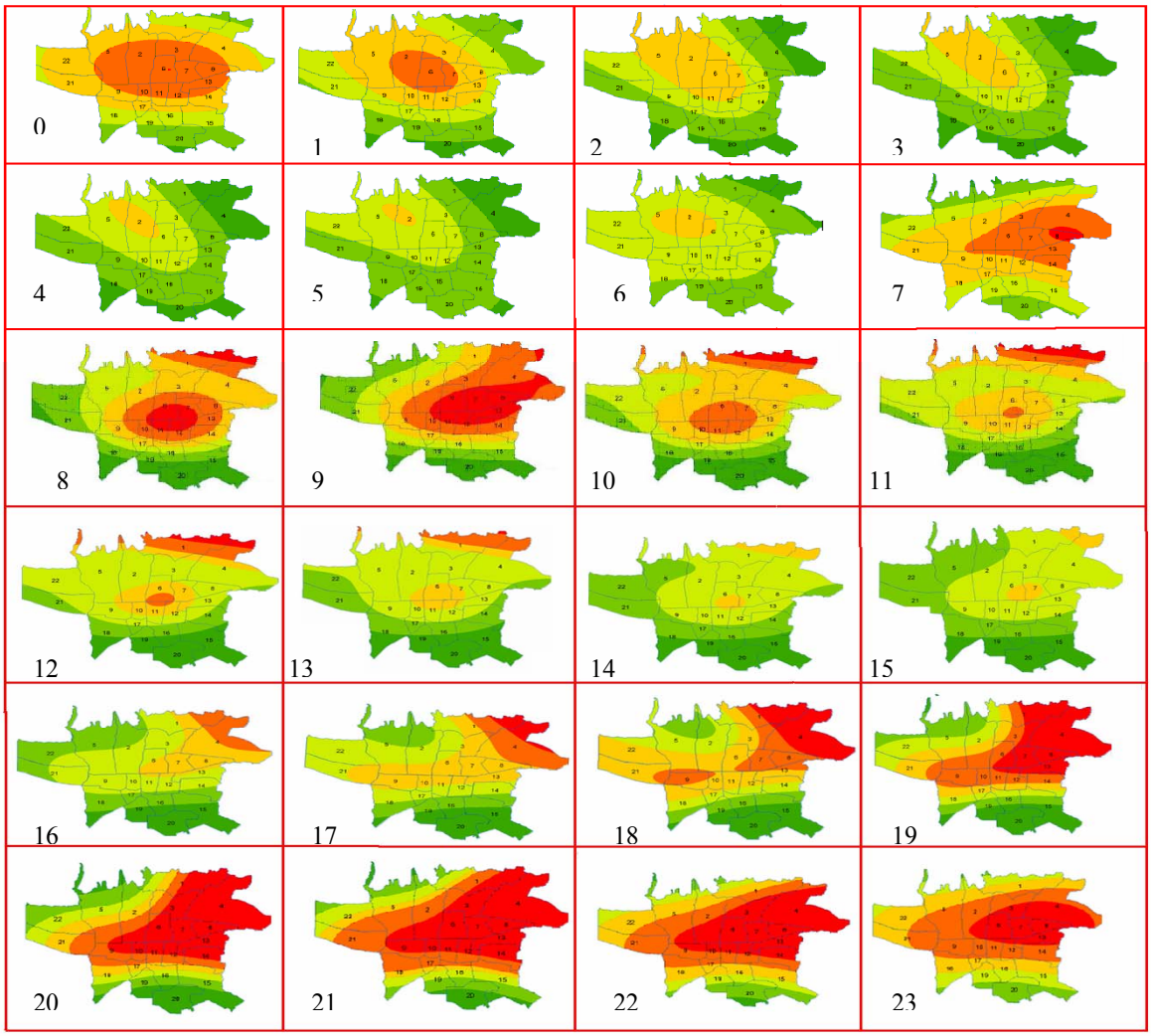
نقشه‌های تولید شده که بر اساس متوسط ساعاتی در یک سال برای ساعات بین صفر تا ۲۴ به‌دست آمده بازگو کننده روند تغییر مکانی میزان غلظت آلایندهٔ CO در سطح شهر تهران در طی شبانه روز است(شکل شماره۳). بدین ترتیب که در ساعات اولیه شبانه روز میزان آلاینده‌ها در سطح پایین قرار دارد و مرکز توده آلاینده (CO) در مرکز شهر مستقر است. این توده از ساعات صفر تا ۷ صبح با یک سری تغییرات مکانی و تغییرات جزئی در میزان آن در مرکز شهر پراکنده است. ولی با شروع ساعات کار از ساعات۸ بامداد ضمن افزایش میزان غلظت این توده زبانه آن به سمت شرق کشیده می‌شود؛ چنین روندی بانزدیک شدن به نیمروز ادامه دارد. در ساعات ۱۱ صبح میزان آلاینده ضمن آنکه کاهش پیدا می کند، دوباره مرکز تودهٔ آلاینده منطبق بر مرکز شهر می باشد. عصر با بازگشت از محل کار و افزایش ترافیک غلظت آلاینده‌های شهر افزایش یافته و منطبق بر مرکز شهر است. تمرکز آلاینده درسطح شهر تهران و بیشتر مناطق مرکزی شهر می‌تواند به دلایل زیر باشد :

- عدم تناسب بافت و کاربری‌های عمده شهری با شبکه معابر و اصول هم‌جواری.

Archive of SID

www.SID.ir

- استقرار ناموزون و توزیع نامناسب عملکردهای شهری.
- عدم رعایت سلسله مراتب شبکه عبور و مرور.
- تعداد سفرهای شهری به علت توزیع نامناسب فعالیت‌ها.
- قرارگیری بیش از ۵۰ درصد واحدهای صنعتی تهران در مناطق مرکزی شهر (۶،۷،۱۱،۱۲،۱۶)
- شبکه معابر در مرکز شهر که به دلیل بافت قدیمی کم‌عرض و فرسوده است.
- تراکم زیاد جمعیتی و کمبود فضای سبز در مرکز شهر.



شکل ۴ روند تغییرات مکانی تمرکز آلاینده Co در سطح شهر تهران در طی ۲۴ ساعت براساس داده‌های متوسط ساعتی در طی یک سال(2002)

www.SID.ir

۲- داده‌های حس شده از را ه دور

نقشه‌های به‌دست آمده از سه تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده تمرکز آلاینده‌ها در دو تصویر در شمال تهران محدودهٔ میدان تجریش و یک تصویر در اطراف میدان آزادی می‌باشد. نکته قابل توجه در نقشه‌های به‌دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای توزیع منطقی‌تر آلاینده پ‌ها در سطح شهر در مقایسه با نقشه‌های به‌دست آمده از روش‌های معمول برآورد آلاینده‌ها در سطح شهر می‌باشد. اگرچه توزیع منطقی آلاینده‌ها در سطح شهر تهران با استفاده ازداده‌های حس شده از راه دور، نشان دهندهٔ هوشمندی داده‌های ماهواره‌ای در برابر پارامترهای موفولوژیکی شهر از قبیل نوع کاربری ،ارتفاع ساختمان و،... می‌باشد ولی به دلیل محدودیت داده در انجام این تحقیق اظهار نظر در مورد روند تغییرات مکانی توزیع آلاینده CO و یا دلایل توزیع مکانی آلاینده‌ها در سطح شهر تهران را با مشکل مواجه می‌کند؛ و احتیاج به تحلیل داده‌های بیشتر در طی یک سال با استفاده از تصاویر چند زمانه است که امکان کشف روند مکانی توزیع آلاینده را در طی یک سال امکان پذیر می‌کند.

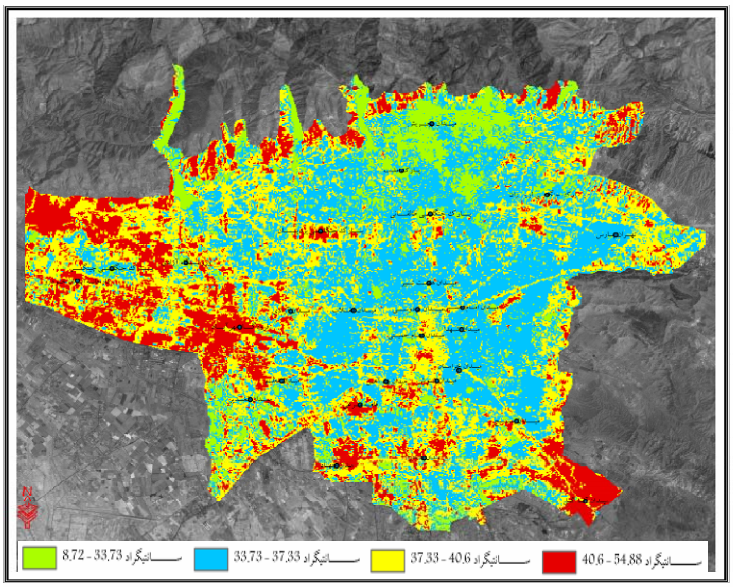
تحلیل نقشه‌های درجه حرارت سطح شهربا نقشه کاربری اراضی

نقشه‌های کاربری اراضی ومقایسه درجه حرارت به‌دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای(شکل شماره ۴) در ایستگاه‌های زمینی در مقایسه با درجه حرارت به‌دست آمده از ایستگاه‌های زمینی اختلافاتی را نشان می‌دهد و در اکثر موارد دمای استخراج شده از تصویر، از دمای واقعی بالاتر است. با توجه به اختلاف کمی که بین دمای واقعی برداشت شده توسط سازمان هواشناسی با دمای برداشت شده از تصاویر ماهواره‌ای دیده می‌شود، برتری تکنیک جدید در اندازه‌گیری دمای سطح شهر؛ تهیهٔ نقشهٔ درجه حرارت شهر با توزیع فضایی منطقی‌تر درجه حرارت در مقایسه با روش معمول اندازه گیری دما در سطح شهر می باشد؛ که تاثیر عوامل مورفولوژیکی شهر همچون نوع کاربری و همجواری آن‌ها نسبت به یکدیگر را نشان می‌دهد. میانگین و انحراف معیار درجه حرارت در کاربری‌های اصلی نیز در سطح شهر تهران تفاوت زیادی را نشان می‌دهد(جدول شماره ۴) .بدین ترتیب جزایر حرارتی متفاوتی را می‌توان در شهر تهران ملاحظه نمود. مثلاً در منطقه غرب تهران وجود صنایع ایران خودرو و سایر مراکز صنعتی در این محدوده موجب افزایش دما در این منطقه گردیده است، به طوری‌که که دمای این نواحی به اندازهٔ یک برابر انحراف معیار، بالاتر از حد میانگین می‌باشد. در مرکز تهران مانند میدان ارک و بازار به علت بافت متراکم و وجود آلودگی‌ها افزایش دما نسبت به سطح میانگین دمای شهر تهران ملاحظه می‌شود به‌طوری که در سه تصویر ماهواره‌ای پردازش شده محدوده میدان ارگ و اطراف آن دارای دمای بالاتر از یک استاندارد و بیش از حد میانگین دمای عمومی سطح شهر می‌باشد که یک جزیره حرارتی را در این محدوده به‌وجود آورده است.

در منطقه فرودگاه مهرآباد افزایش میزان درجه حرارت حاصل از سطوح صاف، باز و آسفالته و ورود هواپیماها منجر به تشکیل جزیره حرارتی در این منطقه گردیده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶ توزیع درجه حرارت در سطح شهر تهران(ETMB6L 2002/8/9)

جدول ۴ میانگین و انحراف معیار درجه حرارت کاربریها در سطح شهر تهران(۲۰۰۲/۸/۹).

نوع کاربری	میانگین درجه حرارت به سانتیگراد	انحراف معیار
صنعتی	۳۹,۲	۲,۹
مناطق باکاربری متفاوت	۳۶	۲,۶
زمین های کشاورزی	۳۲,۶	۲,۹
فضای سبز	۳۱	۳,۳
پارک های جنگلی	۲۹	۳

نتیجه گیری

نتایج به‌دست آمده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده پراکندگی میزان آلاینده در سطح شهر تهران با در نظر گرفتن جنبه‌های مورفولوژیکی شهر است. مقایسه نقشه‌های به‌دست آمده از روش‌های معمول اندازه‌گیری آلاینده‌ها که تحت تاثیر میزان داده‌های ورودی، دقت برداشت و شرایط محیطی ایستگاه است با نقشه‌های حاصل از پردازش داده‌های ماهواره‌ای نشان‌دهنده برتری روش جدید در اندازه گیری آلاینده‌ها چه از نظر نمایش واقعی‌تر میزان آلاینده و همچنین دقت میزان تخمین آلاینده در سطوح مختلف شهر و شرایط متفاوت موفولوژیکی است. در صورتی که روش‌های معمول ضمن ارائه پهنه‌های یکنواخت از میزان آلاینده‌ها به دلیل عدم هوشمندی در برابر عوامل مورفولوژیکی و شرایط محیطی متفاوت شهر دارای خطای زیادی در تخمین میزان آلاینده‌ها در سطح شهر می‌باشد. بنابراین درک بهتر مطالعه فضایی_زمانی پراکندگی آلاینده‌های شهر تهران با استفاده از داده‌های حس شده از راه دور

Archive of SID

www.SID.ir

برای نقشه کردن تمرکز آلاینده‌ها این شهر کیفیت بهتری از فضای پدیدهای تحت مطالعه را فراهم می‌آورد که می‌تواند در مورد زیر مفید باشد:

۱ – مکان‌یابی بهتر منابع آلاینده‌ها و چگونگی توزیع آن‌ها در سطح شهر.

۲ – مشخص کردن مکان‌هایی که برای کاهش آلودگی آن‌ها باید اقداماتی صورت گیرد.

۳- مکانی‌یابی مراکز حساس به آلاینده‌ها مانند: بیمارستان‌ها،درمانگاه‌ها،مرکز آموزشی ...

۳ – مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های اندازه‌گیری آلاینده‌ها.

۴- درک بهتر اثر مورفولوژی مکانی بر آلودگی شهر.

۵ – ارزیابی مدل‌های ریاضی که با آلودگی محلی سرکار دارند.

منابع

۱ – سازمان محیط زیست، (۱۳۷۶) طرح جامع کنترل آلودگی هوای تهران.

۲- شهرداری تهران، آمار گیری خودروهای فعال، (۱۳۷۴) سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران.

۳- شرکت پردازش و برنامه ریزی شهری،(۱۳۷۱) طرح جامع تهران.

۴- شهرداری تهران: مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک،آبان ماه ۱۳۷۵.

۵ – فرید یدا...، (۱۳۶۸) ، جغرافیا و شهر شناسی، دانشگاه تبریز، ص۹۷.

۶- نظریان اصغر ،(۱۳۷۰)گسترش فضایی شهر تهران و پیدایش شهرک‌های اقماری، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۰، بهار ۱۳۷۰.

۷- نظریان، اصغر (۱۳۸۰) تهران و پیرامون، طرح تحقیقاتی تهران و پیرامون، معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت معلم.

۸- مرکز آمار :سرشماری عمومی نفوس و مسکن، سال ۱۳۷۵.

9- A. Ung, L.Wald,T. Ranchin, 2001, Satellite Data for Air Pollution Mapping Over a City – Virtual Stations, Proceedings of the 21th EARSeL Symposium, Observing our environment from space: new solutions for a new millenium, Paris, France, 14-16 May,

10- Anthony UNG1, Christiane WEBER2, Gilles PERRON3, Jacky HIRSCH2 Joseph KLEINPETER3, Lucien WALD1, Thierry RANCHIN, 2001, Air pollution, Mapping Overa City – Virtual Stations and Morphological Indicators, Proceedings of 10th International Symposium "Transport and Air Pollution" September 17-19, Boulder, Colorado USA,

11- Brivio P.A., Genovese G., Massari S., Mileo N., Saura G. et Zilioli E., 1995. Atmospheric Pollution and Satellite Remotely Sensed Surface Temperature in Metropolitan Areas. In: Proc. EARSeL symposium: Advances in Remote Sensing: pollution monitoring and geographical information systems, Paris: EARSeL, pp. 40-46.

12- Frangi J.P., Jacquemoud S., Puybonnieux-Texier V. and Laz-ard H., 1996. Suivi spatio-temporel de la concentration en NOx en île de France. C.R. Acad. Sci. Paris 323, série II a, -

13- Finzi G. And Lechi G. M., 1991. Landsat Images of Urban Air Pollution in Stable Meteorological Conditions. Il Nuovo Ci-mento, 14C,433-443.

Archive of SID

www.SID.ir

14- Poli U., Pignatoro F. Rocchi V. and Bracco L., 1994. Study of the heat island over the city of Rome from Landsat-TM sat-ellite in relation with urban air pollution. In: R. Vaughan ed., Proc. 13 th EARSeL Symposium, Remote sensing – From research to operational applications in the new Europe, Dundee, Scotland, UK, 28 June – 1st July 1993.
15 -Wald L. and Baleynaud J.M., 1999. Observing air quality over the city of Nantes by means of Landsat thermal infrared data. International Journal of Remote Sensing, 20, 5, pp. 947-959.

Archive of SID

www.SID.ir