بهره گیری از سیستم خبره و GIS دینامیک در هدایت آنی ترافیک تهران با توجه به وضعیت آلودگی هوا

دکتر ناهید سجادیان

استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز

مهیار سجادیان

کارشناس ارشد GIS و سنجش از دور دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

چکیده

تهران از آلوده ترین شهرهای جهان از نظر آلودگی هوا محسوب می گردد و طبق بررسی ها حدود ۷۰ درصد از این آلودگی ناشی از حمل و نقل و ترافیک می باشد. هم اکنون در جهت پایش ترافیک از چراغ های راهنمایی و رانندگی و تجهیزات مربوطه و ایستگاههای سنجش آلودگی هوا استفاده می گردد. امّا مشکل این است که این سیستم ها فاقد آنی بودن لازم هدایت و مدیریت ترافیک به حسب زمان و مکان و در راستای شاخص کیفیت هوا می باشند.

به نظر می رسد که استفاده از یک سیستم خبره بر بستری از GPS، GIS پویا و پایگاه داده های رابطه ای زمانمند، قادر باشد تا هوش و آنی بودن را به سیستم کنترل ترافیک ارزانی دارد. روش تحقیق از نوع تحلیلی -کاربردی است. بر اساس یافته های تحقیق سیستم خبره بر پایه ی استفاده صحیح از تکنولوژی های GIS، GPS و پایگاه داده های رابطه ای زمانمند قادر است که هوش و آنی بودن را به سیستم کنترل ترافیک بر اساس مدیریت کیفیت هوا، ارزانی دارد. در انتها بر اساس یافته های تحقیق، طرحی مفهومی از چنین سیستم خبره ای پیشنهاد گردید.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، ترافیک، سیستم هوشمند حمل و نقل، GIS، GPS

۱- مقدمه

آلودگی محیط که منظور آلودگی هوا، آب و خاک است، امروزه مشکل بزرگی را بوجود آورده است.[۱]آلودگی هوا به سبب نیاز مبرم تمام موجودات و از آن جهت که مرز نمی شناسد و دیگر آلودگیها از جمله آلودگی خاک و آب را سبب می گردد دارای اهمیت فراوانی می باشد.[۲]آلوده کننده های هوا، بسیاری از مواد و ترکیباتی که از منابع گوناگون طبیعی و به خصوص ساخته دست بشر و فعالیت آدمی وارد هوا می شود و باعث دگرگونی خواص فیزیکی و شیمیایی جوّی می گردد را شامل می شود.[۳]

آلودگی هوا و آثار زیانبار و فاجعه آفرین آن بر کسی پوشیده نیست.[۴]به طوری که هرسال علت مرگ حدود ۳-۲/۷ میلیون نفر (۶ درصد از مرگ و میرهای سالیانه) به آلودگی هوا نسبت داده می شود[۵]و هزینه صرف شده سالیانه برای بخش سلامت و بهداشت ناشی از آلودگی هوا در اتریش، فرانسه و سوئیس به عنوان نمونه حدود ۳۰ میلیارد پوند بوده است.[۶]ظرفیت آلودگی هوا در یک منطقه ی شهری به عوامل همچون میزان انتشار آلاینده ها برحسب واحد سطح؛ موقعیت زیربادی آن نقطه که توده های هوای شهری از فرازش می گذرند، سرعت متوسطه باد، ارتفاعی از هوا سپهر پایین که در آن یک آلاینده بالقوه در نهایت بطور کامل مخلوط می شوند و غیره بستگی دارد[۷]بنابر اطلاعات موجود بیش از ۷۰ درصد از آلودگی هوای تهران ناشی از گازهای خارج شده از اگزوز اتومبیل هاست.[۸]

برای مثال در تحقیقی صورت گرفته در یکی از مناطق تهران میزان تولید گاز CO در یک ساعت اوج ترافیک ۲۲۲ هزار و ۵۱۹ کیلوگرم اندازه گیری شد.[۹]هم اکنون در سراسر دنیا استفاده از سیستم کنترل هوشمند چراغهای راهنمایی به عنوان ابزاری برای کاهش میزان تأخیر در شبکه راههای شهری مطرح و اکنون در بیش از ۶۵ کلانشهر مهم جهان حدود ۱۲۱۰۰ تقاطع را تحت پوشش دارد. در تهران نیز با شروع نصب این سیستم هوشمند از چهار سال پیش ۲۲ درصد کاهش توقف و ۸ درصد کاهش زمان سفر دیده شده است که امید می رود با چنین سیستمی مقدار ۲۰۳ میلیون و ۲۸۰ هزار لیتر در سال که معادل ۲۸ میلیارد و ۲۹۶ میلیون و ۵۷۶ هزار تومان می باشد، صرفه جویی گردد[۱۰]که این همه به معنای کاهش آلودگی هوا می باشد. لذا لازم است که داده های حاصل از آلودگی هوا و داده های حاصل از سیستم هوشمند ترافیک را در قالب یک سیستم واحد و با استفاده از GIS پویا که در آن زمان لحاظ می گردد، استفاده نمود. تا مدیریت قادر باشد در یک نگاه سیستمی، مشکلات ترافیکی و آلودگی حاصل از آن را بنگرد و در برنامه ریزیها، داده های حاصل GIS پویا را بعنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری مدیریت در تصمیمات لحاظ نماید.

۲- مبانی نظری

۲-۱- سامانه اطلاعات جغرافیایی

بشر از دیرباز برای کشف ناشناخته ها و شناسایی محیط زیست خود به کسب اطلاعات از طبیعت

می‌پرداخته است.[۱۱] امّا چون میدان و توانایی دید انسان محدود است لذا جهت مشاهده و درک پیرامونش به ترسیم شکل محیط بصورت کوچک شده تحت عنوان «نقشه» پرداخت.[۱۲] هر یک از علوم بشر در ارتباط با فناوری روز به دستاوردهای بزرگی در راستای سهولت، سرعت کاربرد و دستیابی به آگاهیهای فراوان و پیشرفتهای وسیع نائل می‌شوند.[۱۳] اولین کوشش موفقیت‌آمیز در بهره گیری از تکنولوژی روز یعنی کامپیوتر برای تولید نقشه مربوطه به اوائل دهه ۱۹۵۰ میلادی می‌شود.[۱۴] در دهه‌ی ۱۹۶۰ به دلیل امکان دسترسی به کامپیوتر، ابزار و روش‌های پردازش نقشه‌ها و اطلاعات مکانی متحول گردید و فن‌آوری پیشرفته‌ای به نام سیستمهای اطلاعات جغرافیایی در کانادا زاده شد.[۱۵] سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی مجموعه‌ای از ابزار قدرتمند (کامپیوتر) برای جمع‌آوری، ذخیره، استخراج، آنالیز و تبدیل و نمایش داده‌های مکانی از جهان واقعی برای مسئله یا مسائل معین است.[۱۶] این سیستم از مؤلفه هایی چون سیستم رایانه‌ای (سخت‌افزار و سیستم عامل)، نرم‌افزار، داده‌های مکانی، مدیریت داده‌ها، شیوه تحلیل و افراد متخصص تشکیل می‌یابد.[۱۷] این سیستم در عمومی‌ترین حالت خود بترتیب در ۴ فاز گردآوری داده‌ها، تجمع داده‌ها، تحلیل داده‌ها و ارائه اطلاعات عمل می‌نماید.[۱۸] از اهداف کلی طراحی چنین سیستمی می‌توان به تجسم اطلاعات، سازمان دهی، تلفیق داده‌ها، تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی اشاره نمود.[۱۹] مدلسازی توپولوژیکی، همسایگی، توپوگرافی، پیوستگی، نزدیکی، شبکه‌ها و همپوشانی از مهمترین قابلیتهای تحلیلی سیستم اطلاعات مکانی می‌باشند.[۲۰] تحلیل شبکه، نوع خاصی از تحلیل خطی است که بر روی مجموعه به هم پیوسته‌ای از خطوط اجرا می‌شود. شبکه‌های معمول، لایه‌های اطلاعاتی مانند جاده‌ها، آبراهه‌ها، ترافیک و خطوط لوله را شامل می‌شود. هدف از تحلیل شبکه، پاسخ به حداقل یکی از چهار نوع پرسش‌های زیر است.[۲۱]

الف- ژئوکدینگ آدرس

ب- مسیر بهینه

پ- یافتن نزدیکترین امکانات

ت- تخصیص منابع

به طور سنتی، آنالیز شبکه زیرمجموعه تحقیقات حمل و نقل به شمار رفته و موضوعات مهم و مرتبط با آن در مهندسی صنایع، جغرافیای حمل و نقل، برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری، مهندسی راه و اقتصاد حمل و نقل مطرح می‌شود.[۲۲]

از معمول‌ترین کاربردهای GIS در حمل و نقل و حوزه‌ی ترافیک می‌توان به این موارد اشاره نمود.[۲۳]

۱- نگهداری و بهبود شبکه‌های بزرگراه و مسیرهای رفت و آمد شهری

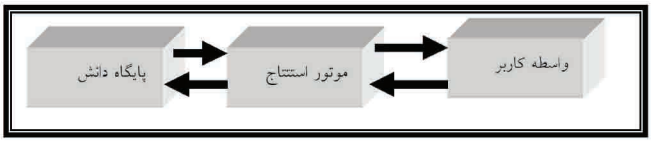
۲- مدیریت ترافیکی و ایمنی راه و آنالیز تصادفات در جاده‌ها و مسیرهای شهری

۳- کاربرد در حمل و نقل عمومی و تعیین مسیرهای بهینه از آنالیز اطلاعات موجود مربوطه به شبکه راه مانند مکان‌های حادثه خیز، پلها، ابنیه مهم، تعمیرگاه، پمپ بنزینها، پارکینگها و...

۴- کاربرد برنامه‌ریزی حمل و نقل و هدایت به مسیر مناسب و موردنظر، در اکثر کاربردهای GIS تمایل به شناسایی عوارض در دو بعد مکان و زمان وجود دارد. ممکن است خواسته این باشد که نحوه‌ی انتشار و توزیع ترافیک در شبکه نسبت به زمانی دیگر نشان داده شود.[۲۴] شیوه GIS پویا روشی است که زمان را در فرایند کار GIS وارد می‌نماید.[۲۵]

۲-۲- سیستم‌های خبره

با توجه به توسعه روزافزون فناوری در دنیای امروز، می‌توان نماد پیشرفت علوم را با حضور رایانه در تمام زمینه‌ها مشاهده نمود. کارایی و توانمندی رایانه موجب می‌شود تا انسان، این پدیده قرن را در همه عرصه‌ها پذیرفته، آن را به خدمت بگیرد.[۲۶] در همین راستا، هوش مصنوعی عبارتست از مطالعه‌ی اینکه چگونه کامپیوترها را می‌توان وادار به کارهایی کرد که در حال حاضر انسانها آنها را بهتر انجام می‌دهند.[۲۷] سیستم خبره، زیر مجموعه‌ی هوش مصنوعی است و اساساً در برنامه‌های رایانه‌ای که از دانش و زمینه‌های استنتاجی برای حل مسائلی که نیازمند دانش انسان می‌باشد، استفاده می‌نماید.[۲۸] سیستم‌های خبره بدنبال حل آن دسته از مسائل واقعی می‌باشند که عموماً حل آنها به یک انسان خبره نیاز دارد.[۲۹] فرایند حل مسایل توسط افراد خبره شامل بکارگیری یکسری از قواعد و هیرویستیکهاست که بدنبال هم می‌آیند.[۳۰] در سیستم‌های خبره چند جزء اصلی قابل مشاهده است که عبارتند از رابط کاربر (کاربر را قادر می‌سازد تا با سیستم‌های خبره ارتباط برقرار نماید)، پایگاه دانش (که دانش مورد نیاز و خاص آن حوزه را برای حل مسئله ذخیره می‌کند).موتور استنتاج (که توانایی استدلال برای تفسیر پایگاه دانش را دارد) و مهندس دانش و کارشناس مربوطه (که در طراحی و ایجاد سیستم‌های خبره نقش دارند) [۳۱] در نگاره شماره یک طرح پایه برای یک سیستم خبره نشان داده شده است.



نگاره ۱: طرح پایه برای یک سیستم خبره [۳۲]

سه استدلال پیش‌رو،پس‌رو و ترکیبی در موتور استنتاج سیستم‌های خبره به کار می‌رود.در استدلال پیشرو، سیستم خبره از شواهد موجود به نتایج آتی دسترسی پیدا می‌کند، در استدلال پسرو، سیستم خبره از نتایج موجود به شواهدی پی می‌برد که در گذشته وجود داشته است و در استدلال ترکیبی سیستم از هر دو طرف قضیه پی به طرف دیگر می‌برد. سیستم‌های خبره از نظر پایگاه دانش به دو دسته سیستم‌های خبره مبتنی بر قاعده و سیستم‌های خبره مبتنی بر مثال تقسیم می‌گردند.[۳۳] سیستم‌های خبره در قالب یک پوسته نرم‌افزاری تصمیم گیرنده عمل می‌کنند. VP-EXPERT که توسط شرکت Wordtech Systems آمریکا به عنوان ابزاری برای

توسعه سیستم‌های خبره مبتنی بر قاعده عرضه شده است. از معروفترین این نرم‌افزارها می‌باشد [۳۴] زبان (لیسپ LISP) که توسط جان‌مک کارتی، آمریکایی در سال ۱۹۶۰ ارائه شد از متداولترین زبان‌های به کار رفته در سیستم‌های خبره می‌باشد.[۳۵] یک سیستم خبره معمولاً برای داشتن ویژگیهای کلی، عملکرد بالا، زمان پاسخگویی مناسب، قابلیت اطمینان خوب، قابل فهم بودن، داشتن ویژگیهای کنترل، عملکرد بالا، زمان پاسخگویی مناسب، قابلیت اطمینان خوب، قابل فهم بودن، انعطاف‌پذیری در نظرگرفتن تمام حالات و دلایل موافق و مخالف و پیش‌بینی طراحی می‌گردد.[۳۶]

۲-۲- شاخص کیفیت هوا

آلودگی را می‌توان یک تغییر نامطلوب در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هوا، آب یا زمین تعریف نمود که باعث به خطر انداختن سلامت، بقا و فعالیتهای انسان و یا سایر موجودات زنده می‌گردد.[۳۷] اتمسفر به عنوان پرتحرک‌ترین سیال محیط، همواره راحت‌ترین محل دفع مواد ناخواسته بوده و همواره در خطر آلودگی بوده است.[۳۸] با وجودی که مواد آلوده کننده هوا هم از منابع طبیعی و هم از منابع ساخت دست انسان پدید می‌آیند، واژه‌ی آلودگی هوا معمولاً برای مواد منتشر شده به دست انسان که سرعت تشکیل این آلودگی‌ها بیشتر از فرایندهای طبیعی رقیق شدن و تصفیه خود به خود رایج در اتمسفر می‌باشد، به کار می‌رود.[۳۹] شهرها به سبب توسعه صنعتی و تمرکز جمعیت دارای سفرهای بی شمار می‌باشند که این همه باعث می‌گردد که شهرها دارای هوای آلوده‌ای باشند و در این بین ترافیک از مهمترین منابع آلوده کننده هوا می‌باشد.

امروزه پیامدهای مختلف آلودگی هوا به خصوص اثرات بهداشتی آن از جمله ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی، عصبی، قلبی و عروقی باعث شده است که نظارت و کنترل کیفیت هوا به صورت امری گریزناپذیر در تمام جوامع در رأس مسایل ملی مطرح شود.[۴۰] شاخص کیفیت هوا در راستای همین نظارت و کنترل، جهت گزارش روزانه وضعیت هوا به کار می‌رود شاخص کیفیت هوا برای آلاینده‌های مختلف با توجه به غلظت آلاینده رده‌بندی شده و در هر مورد اقدامات بهداشتی و حفاظتی خاصی توصیه می‌گردد. آزن در سطح زمین، مواد معلق، منوکسیدکربن، دی اکسیدگوگرد و دی اکسیدنیتروژن آلاینده‌هایی هستند که در محاسبات شاخص کیفیت هوا به کار می‌روند.

در جدول شماره ۱، شاخص‌های کیفیت هوا و توصیه‌های هر سطح آورده شده است.

۳- بحث

امروزه اغلب کشورهای دنیا سعی دارند تا با استفاده از سیستم‌های هوشمند در حمل و نقل، مسایل و مشکلات حمل و نقل از قبیل آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش منابع انرژی، ترافیک، افزایش خسارتهای مادی و معنوی ناشی از سوانح و تصادفات، مشکلات نظارت و مدیریت در حمل و نقل برون شهری، افزایش زمانهای تلف شده و روند رشد سریع تقاضای حمل و نقل را تا حدود زیادی مرتفع نموده یا به حل آنها کمک نماید.

جدول ۱: شاخصهای کیفیت هوا و توصیه‌های هر سطح [۴۱]

شاخص کیفیت هوا	توصیف کننده	دستورالعمل احتیاطی	رنگ
۰-۵۰	خوب	ندارد	سبز
۵۱-۱۰۰	متوسط	عدم فعالیت طولانی افراد حساس در هوای آزاد	زرد
۱۰۱-۱۵۰		عدم فعالیت طولانی کودکان و بزرگسالان دچار بیماری تنفسی درهوای آزاد	نارنجی
۱۵۱-۲۰۰	غیربهداشتی	مانند بالا به خصوص کودکان و احتیاط برای همه افراد	قرمز
۲۰۱-۳۰۰	خیلی غیربهداشتی	مانند بالا بعلاوه همه افراد باید فعالیت در هوای آزاد را محدود کنند	بنفش
۳۰۱-۳۵۰	خطرناک	خودداری از هرگونه فعالیت در هوای آزاد برای همه	ارغوانی

تاریخچه سیستم‌های هوشمند کنترل ترافیک به دهه ۱۹۶۰ در آمریکا می‌رسد که سیستمی تحت عنوان: VTCS، ارائه گردید.[۴۲] در ایران، عمر به کاربردن سیستم‌های هوشمند زیاد نیست. این سیستم به نام SCATS قادر است که به طور هوشمند به کمک دوربین‌ها و کامپیوترهای تحلیل‌گری که دارد ترافیک تقاطعها را براساس پارامترهای تعریف شده کنترل نماید که هم‌اکنون این سیستم تنها در دو سه شهر بزرگ مورد بهره‌برداری قرار گرفته و تنها در تهران است که تقریباً به طور کامل به اجرا درآمده و بیش از ۴۰۰ تقاطع آن هم اکنون به وسیله سیستم هوشمند کنترل می‌شود.[۴۳] از طرف دیگر، هم اکنون در شهر تهران ۱۷ ایستگاه سازمان حفاظت محیط زیست، ۴

ایستگاه شرکت کنترل هوا و یک ایستگاه وزارت بهداشت (وزارت بهداشت چندین ایستگاه دارد که فقط یکی از آنها اکثر آلاینده‌های معیار را اندازه گیری می‌کند) وجود دارد.[۴۲]

در نگاره‌های شماره ۲ و ۳ به ترتیب نقشه‌های استقرار دوربین‌های سیستم هوشمند SCATS و ایستگاههای موجود سازمان حفاظت محیط زیست در محدوده شهر تهران آورده شده است:

نگاره ۲: نقشه استقرار چراغهای هوشمند شهر تهران

نگاره ۳: نقشه استقرار ایستگاههای سنجش آلودگی هوای سازمان محیط زیست شهر تهران

تمام داده‌های سیستم هوشمند SCATS و ایستگاههای سنجش آلودگی هوا در پایگاه‌های داده مربوطه حفظ و نگهداری می‌گردد و داده‌های هر یک از این دو سیستم توسط توابع تحلیلی GIS مانند همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی، با فرزدن و ایجاد مناطق حائل و محاسبات پخش (Spread Computation) و غیره مدلسازی می‌گردد که در حقیقت GIS به عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری عمل می‌نماید. کاملاً واضح است که پخش آلودگی در شهر به صورت پیوسته و تحت تأثیر پارامترهای گوناگون از زمانی به زمان دیگر و از مکانی به مکان دیگر تغییر می‌یابد. [۲۵],[۲۶] ترافیک نیز کاملاً وابسته به زمان می‌باشد. پس نیاز به پایگاه داده زمانمند می‌باشد تا در قالب یک سیستم اطلاعات مکانی پویا، پردازشها و مدلهای حاصله آنی و هوشمند گردد.

جهت زمانمند نمودن پایگاه داده‌های ترافیک، روشهایی از جمله استفاده از تصاویر سنجش از دور و عکسهای هوایی پیشنهاد می‌گردد که این روشها به علل متعدد از جمله هزینه، مشکل بودن پردازشهای تصاویر و زمانبر بودن در همه جا و همه وقت قادر به پاسخگویی به نیازهای آنی و هوشمند نمی‌باشند. سیستم مکانیابی جهانی موسوم به تاو استار که برای سهولت آن را GPS می‌نامند یک شبکه مکانیابی رادیویی فضایی است که برای کاربران، اطلاعات دقیق مکان، سرعت و زمان (PVT) را مشخص می‌کند.[۴۷] این سیستم در سال ۱۹۶۰ زیر نظر نیروی هوایی آمریکا شکل گرفت.[۴۸] GPS که قادر به مشخص نمودن موقعیت اشیا در قالب X و Y می‌باشد از ۲۴ ماهواره (تا سال ۱۹۹۴) در ۶ تواز به دور زمین می‌چرخند، تشکیل یافته است. این سیستم، شبکه‌ای از نقاط با مختصات معین را بوجود می‌آورد که می‌توان برای کارهای مختلفی از آنان استفاده نمود.[۴۷] لازم به ذکر است تعدادی ماهواره پشتیبان نیز در نظر گرفته شده تا در صورت خارج شدن این ماهواره‌ها از سرویس، برای جلوگیری از ایجاد اختلال در سیستم، ماهواره دیگری جایگزین شود.[۲۹] سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) در صورت نصب بر وسایل حمل و نقل به سبب سهولت و سرعت کاربردش در مشخص نمودن موقعیت ایستا قادر است که زمان را به پایگاه داده‌های ایستای موجود و GIS ارزانی دارد. جهت ارتباط دو سیستم GIS، GPS نیاز به محیط واسطی است که GPS، GIS قادر به استفاده و تعامل با چنین محیطی باشند. گیرنده‌های GPS اغلب از پایگاه داده Microsoft access یا یک محیط CAD استفاده می‌نمایند. برای طراحی محیط حد واسط، توجه به فرمت داده‌هایی که هر دو سیستم اطلاعات مکانی و سیستم تعیین موقعیت جهانی قادر به تبادل باشند، نیاز مبرم است. فایلهای با فرمت Shp.dwg.dxf.txt قابل تبادل هستند.[۲۹]

که در نهایت زبان برنامه نویسی چون ویژال بیسیک قادر به تولید چنین نرم‌افزاری می‌باشد. داده‌های حاصل از ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا از آنجایی که توسط سنسورهای لحظه به لحظه اندازه گیری می‌گردد زمانمند می‌باشند. داده‌های حاصل از ایستگاههای سنجش آلودگی هوا و سیستم‌های هوشمند ترافیک باید در پایگاه داده‌ای رابطه‌ای قرار گیرند، تا سیستم اطلاعات مکانی قادر باشد به هر دو پایگاه داده زمانمند به طور همزمان دسترسی داشته باشد.

در انتها، در پوسته‌ای مناسب از سیستم‌های خبره، بعنوان پایگاه دانش، مثالها و قواعد حاصل از پردازش و مدلهای حاصل از GIS را به پوسته داده شده و جهت بخشیدن خبرگی و هوشمندی، سیستم از زبان مناسب سیستم خبره برای دستورات کد می‌گردد. خروجی سیستم به گونه‌ای طراحی

می‌گردد که توسط سیستم کنترل هوشمند چهار راهها قادر باشد به گونه‌ای هوشمند و آنی ترافیک را از مناطقی که دارای سطح خطر بالایی از نظر شاخص کیفیت هوا کاسته و ضمن جلوگیری از افزودن ترافیک طاقت فرسا به مناطق دیگر، ترافیک را به گونه‌ای مناسب توزیع نماید. در نگاره شماره ۴ طرحی مفهومی که براساس نتایج تحقیق حاصل آمده آورده شده است.

نگاره ۴، طرح مفهومی سیستم پیشنهادی

۴- نتیجه‌گیری

تهران از نظر آلودگی هوا از آلوده‌ترین شهرهای جهان می‌باشد و حدود ۷۰ درصد از این آلودگی متعلق به حوزه حمل و نقل و ترافیک حاصله می‌باشد. همین مسئله نظارت و کنترل کیفیت هوا را گریزناپذیر می‌کند. شاخص کیفیت هوا در راستای این نظارت ۵ آلاینده ازن در سطح زمین، مواد معلق، منوا کسیدکربن، دی اکسیدگوگرد، دی اکسیدنیتروژن حاصله از ایستگاههای پایش کیفیت هوا را گرفته و در نهایت بصورت جدولی ترتیبی که در آن برای هر رده از کیفیت هوا توصیه‌های بهداشتی عنوان می‌گردد، ارائه می‌نماید.

جهت پایش هوشمند ترافیک هم اکنون از سیستمی بنام SCATS جهت کنترل چراغهای راهنمایی و رانندگی استفاده می‌گردد.

داده‌های حاصله از هر دو سیستم پایش آلودگی هوا و پایش هوشمند ترافیک در پایگاه داده‌هایی ذخیره، ثبت و توسط سیستم اطلاعات مکانی پردازش و مدلسازی می‌گردد. مسئله این است که ترافیک و آلودگی هوا به یکدیگر مرتبط و وابسته به زمان بوده و نیز از مکانی به مکان دیگر متفاوتند. لذا جهت در نظر گرفتن دو عامل مکان و زمان، دو پدیده آلودگی هوا و ترافیک سیستمی خبره پیشنهاد گردید.

در انتها نیز طرحی مفهومی از چنین سیستم خبره‌ای براساس یافته‌ها پیشنهاد گردید.

مراجع

۱- [illegible]

۲- [illegible]

3. Volk, K.Warner,C.J.1996.Air Pollution: origin and Control. Addition Wesleyan York.

۴- [illegible]

۵- [illegible]

6- Kryzanowski, M. 1988. Why air Quality Guidelines for Europe. Environ Environ Health A. 71 (1): 1987-98.

۷- [illegible]

۸- [illegible]

۹- [illegible]

۱۰- [illegible]

۱۱- [illegible]

۱۲- [illegible]

۱۳- [illegible]

۱۴- [illegible]

۱۵- [illegible]

۱۶- [illegible]

۱۷- [illegible]