واکاوی حساسیت انسانی کلان‌شهر تهران در برابر آلودگی هوا با بهره‌گیری از تلفیق GIS و AHP

مهیار سجادیان[1]

کارشناس ارشدGIS وسنجش از دور(گرایش مدیریت شهری و روستایی)

واحد علوم و تحقیقات تهران

ناهید سجادیان

استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز(گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۶/۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۸/۱۸

چکیده

هوای کلان‌شهرها و در این میان به ویژه کلان‌شهرهای کشورهای در حال توسعه بیش از پیش آلوده می‌باشند.هوای کلان‌شهر تهران نیز بیش از پیش آلوده بوده، که این آلودگی تاکنون باعث خسارات سنگین مالی و جانی شده و بنابراین طبیعی است که در زمینه کنترل آلودگی هوای تهران تاکنون طرح‌هاا و پژوهش‌های متعددی صورت پذیرفته باشد.اما مسئله این است که شهر تهران در عمل فاقد یک پهنه بندی به لحاظ حساسیت انسانی به جهت استفاده در برنامه‌ریزی‌های آتی می‌باشد.لذا این پژوهش به سبب اهمیت موضوع با روشی تحلیلی-کاربردی و با بهره‌گیری از تلفیق GIS و AHP و با استفاده از معیارهای کودکان بین صفر تا۱۴ سال،افراد بالای ۶۰ سال،مراکز بهداشتی،تعداد خانوار ساکن،جمعیت،کاربری مسکونی،مراکز درمانی وبیمارستان‌ها،مهدکودک‌ها و باشگاه‌هاا ودر نهایت آموزشگاه‌ها به هدف واکاوی و پهنه‌بندی بر مبنای حساسیت انسانی شهر تهران در مقابل آلودگی هوا به تحقیق پرداخت.بر اساس نتایج تحقیق ، مناطق حساس و انسانی شهر تهران به لحاظ آلودگی هوا، مشخص گردید.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا،حساسیت انسانی،AHP،GIS

۱- مهیار سجادیان ،نویسنده مسئول) ۰۹۱۲۷۹۷۳۸۵۷ mahyarsajadian@yahoo.com

مقدمه

هوای کلان‌شهر تهران به عنوان یکی از کلان‌شهرهای مهم آسیا و دنیای اسلام به شدت وبیش از پیش آلوده می‌باشد.در سال ۱۳۸۷،٦۰ روز از سال هوای شهر تهران در شرایط ناسالم قرار داشته است که در حدود چهار برابر مدت مشابه در سال۱۳۸٦ می‌باشد.این در حالی است که هوای این شهر در سال ۱۳۸۹،۱۰٤ روز در شرایط ناسالم به سر برده است،که عواقب آن در درجه اول به صورت انواع امراض نصیب ساکنان شهر تهران شده و از طرف دیگر باعث افزایش بی رویه هزینه‌های جاری به منظور حذف

بنا براین طبیعی است که آلودگی هوای شهر تهران به صورت یک موضوع مهم زیست محیطی و بهداشتی ذهن مسئولین، مدیران، شهروندان و پژوهشگران را به عنوان یک دغدغه در جهت کنترل این پدیده مخرب به خود جلب نموده باشد وبنابراین،در این راستا تعدادی مطالعه وطرح انجام یافته است.اما مسئله این است که شهر تهران در عمل فاقد یک پهنه‌بندی به لحاظ حساسیت انسانی در برابر آلودگی هوا از جهت کاربرد نتایج آن در برنامه‌ریزی‌های آتی می‌باشد.

از تحقیقات صورت گرفته در زمینه این پژوهش می‌توان به تحقیقاتBellanderوهمکاران(2001)،Brauerو همکاران (2003)، Briggsو همکاران1997) (،Bruckmanوهمکاران(1992) ،(1998)Gualtieri، Tatagalia و همکاران (1996) اشاره نمود.

اهداف تحقیق

۱- دستیابی به پهنه‌بندی بر مبنای حساسیت انسانی شهر تهران

۲- واکاوی پهنه‌بندی حاصله در جهت استفاده در برنامه‌ریزی‌های آتی

سوال تحقیق

آیا شهر تهران حساسیت انسانی یکسانی نسبت به آلودگی هوا در گستره خود دارد.

فرضیه تحقیق

به نظر می‌رسد شهر تهران حساسیت انسانی یکسانی نسبت به آلودگی هوا در گستره خود ندارد.

مبانی نظری تحقیق

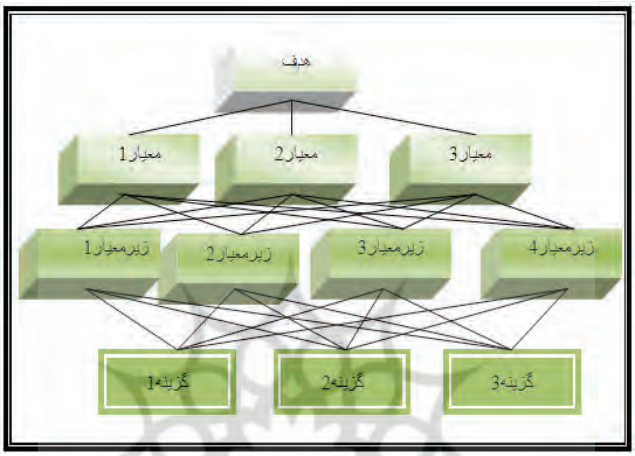
فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان روشی دارای انعطاف، قوی و در عین حال ساده،امکان ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی،کاهش پیچیدگی مفهومی تصمیم‌گیری، انعکاس رفتار طبیعی و تفکر انسانی،استفاده از روش‌های مشارکتی و غیره،روشی است که در سال۱۹۷۹ توسط ال ساعتی در سال۱۹۷۹ معرفی و سپس در سال ۱۹۸۰در کتابی انتشار یافت (مؤمنی و مرمضی،۱۳۸٦،۱۱۱؛BertoLini,2006,8؛ هادیانی و کاظمی‌زاد، ۱۳۸۹، ۱۰۵؛ تقوایی وغفاری،۱۳۸۵،۵۵ ؛فتایی و آل شیخ، ۱۳۸۸،۱٤٦؛ Saaty,1994؛Patrik,Sonia,2000؛ Saaty,2001؛Ramakrishna, 2004؛ خیرخواه زرکش وهمکاران،۱۳۸۷؛Varis,1990 ؛برقی و منصوری ۱۳۸۸، ۲۸٤).

برای بکارگیری روشAHP،۵ مرحله اساسی به شرح ذیل وجود دارد(؛عزیزی و خلیلی،۱۳۸۸،۳۳):

- تشکیل سلسله مراتب
- تعیین ضریب اهمیت معیارها وزیر معیارها

- تعیین ضریب اهمیت گزینه‌ها
- بررسی سازگاری در قضاوت‌ها
- تعیین امتیاز نهایی(اولویت گزینه‌ها)

درواقع اولین قدم درتحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله است (Ghodsypour,1999, 212).درخت سلسله مراتبی دارای سه سطح اصلی هدف، معیارها و گزینه‌ها است که سطح معیار آن قابل تقسیم به زیر معیارهای متعدد می‌باشد(صامتی و همکاران، ۱۳۸۲، ٦٢) بر این اساس در شکل شماره ۱ به‌صورت شماتیک، درخت سلسله مراتبی فرضی آورده شده است:



شکل شماره۱: نمای شماتیک درخت سلسله مراتبی

تهیه کننده:نگارندگان

پس از تشکیل درخت سلسله مراتبی تصمیم،عناصر موجود هر سطح به ترتیب از سطوح پایین به بالا نسبت به کلیه عناصر مرتبط در سطوح بالاتر مورد مقایسات زوجی قرار گرفته وتوسط اعدادی که از $1/9$ تا ۹ می‌باشند و این وزن‌ها از جدولی موسوم به ساعتی استخراج می‌گردند،وزن‌دهی می‌گردند. این وزن دهی می‌تواند به صورت فردی و یا تلفیقی از قضاوت کارشناسان باشد. البته در مورد مقایسات معکوس نسبت به توضیحات معکوس، مقدار معکوس خواهد شد (Qureshi,Harrison,2003) (Sarkis,Talluri,2004)(Crowe,2000) (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۱، ٥٤٧) (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷، ١٦) (احمدی و همکاران ، ۱۳۸۲، ۳۲۸). در جدول شماره ۱۱۱ جدول استاندارد نمره دهی ساعتی آورده شده است.

جدول شماره ۱: جدول استاندارد نمره‌دهی ساعتی

توضیحات	Definition	اولویت وزنی
اهمیت یا اولویت یکسان	Equally Preferred	۱
اهمیت یا اولویت بیشتر	Moderately Preferred	۳
اهمیت یا اولویت شدید	Strongly Preferred	٥
اهمیت یا اولویت خیلی شدید	Very Strongly Preferred	۷
اهمیت یا اولویت کامل	Extremely Strongly Preferred	۹
اولویت‌های ما بین	Intermediates VaLues	۲و ٤و ٦و ۸

(Saaty, 2000)

در نهایت برای هر بخش در مقایسات، ماتریس مقایسه‌ای بصورت زیر تشکیل خواهد شد.

رابطه شماره ۱

$$A=\begin{bmatrix} \frac{W_1}{W_1} & \frac{W_1}{W_n} \\ \frac{W_n}{W_1} & \frac{W_n}{W_n} \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 1 & \frac{W_1}{W_2} & 3 \\ \frac{W_2}{W_1} & 1 & \frac{W_2}{W_n} \\ 1/3 & \frac{W_n}{W_2} & 1 \end{bmatrix}$$

برای مشخص کردن وزن عناصر روش‌های گوناگونی وجود دارد،که از این جمله می‌توان به روش حداقل مربعات،روش مربعات لگاریتمی وروش بردار ویژه و از روش‌های تقریبی به روش مجموع سطری،مجموع ستونی،میانگین حسابی ومیانگین هندسی اشاره نمود(نیکمردان،۱۳۸٦،۱٤۳). برای محاسبه وزن نسبی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها تأکید بر روش بردار ویژه است، اما معمولاً بدلیل پیچیده‌بودن ساختار سلسله مراتبی و وقت‌گیر بودن محاسبات، از روش میانگین هندسی که دقیق‌ترین روش ترتیبی به ویژه در فرایند تحلیل سلسله مراتبی گروهی می‌باشد، استفاده می‌گردد. (Aczel,saaty,1993). علاوه بر وزن هر یک از عوامل ، شاخصی به عنوان نسبت ناسازگاری نیز تعیین می‌گردد. ارزیابی ناسازگاری از طریق روابط زیر انجام می‌پذیرد (حسینعلی، آل شیخ و رجبی، ۱۳۸۸، ۷۵).

رابطه شماره۲

$$\text{Index)}=\frac{\lambda\max-n}{n-1}\text{II(Inconsistency}$$

رابطه شماره ۳

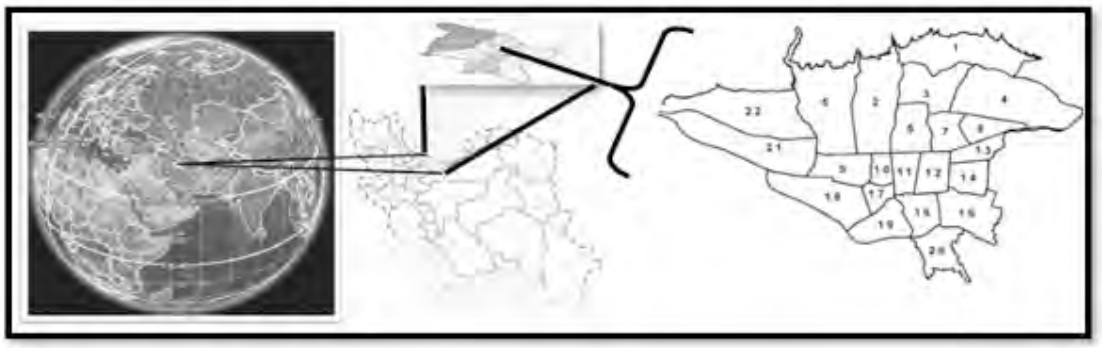
$$\text{I.R}=\frac{II}{I.L.R}$$

که در این روابط، n بعد ماتریس مقایسه $\lambda\max$ بزرگ‌ترین مقدار ویژه این ماتریس و I.I.R شاخص ناسازگاری یک ماتریس تصادفی هم بعد با ماتریس مقایسه است.چنان‌چهI.Rکم‌تر از۰,۱ باشد،مقایسه‌ها سازگار و در غیر اینصورت ناسازگار تلقی می‌شوند وباید مجددا تکرار گردند.

مواد و روش تحقیق

این پژوهش با روشی تحلیلی-کاربردی به هدف واکاوی ودست‌یابی به پهنه‌بندی بر مبنای حساسیت انسانی شهر تهران در برابر آلودگی هوا به تحقیق پرداخت.

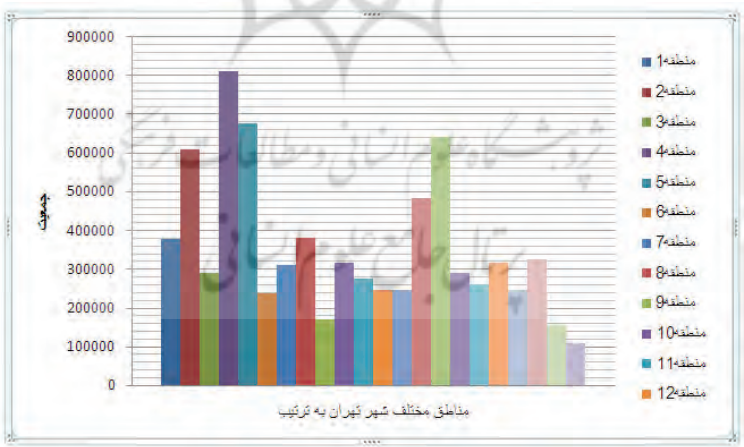
شهر تهران در۳۵ درجه و۳۵ دقیقه تا۳۵ درجه و٤۸ دقیقه عرض شمالی و۵۱ درجه و۱۷ دقیقه تا۵۱ درجه و۳۳ دقیقه طول شرقی در کوهپایه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز با مساحتی حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع اوبا۲۲ منطقه شهرداری وجمعیتی بالغ بر ۷۷۱۱۲۳۰ نفر(براساس سرشماری عمومی نفوس ومسکن۱۳۸۵) اواقع شده است . این بستر از سمت جنوب به حاشیه شمال غربی کویر مرکزی، از سمت شمال به دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی، از شرق به دره‌های جاجرود، و از سمت غرب به دره‌های کرج محدود شده که مناطق۲۲ گانه شهرداری تهران در داخل این محدوده قرار گرفته‌اند (رحیمی، ۱۳۸۹، ۲).بر این اساس شکل شماره ۲،موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد:



شکل شماره۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منبع: نگارندگان

از تلفیقGISو AHP در انجام تحقیق، به عنوان روش، بهره گرفته شد زیرا اصولا روش‌های پهنه‌بندی با تلفیقGISو AHP در محیط GIS نمایش بهتری از واقعیت‌های محیطی یک منطقه را در اختیار می‌گذارد، چراکه لایه‌های مورد استفاده مختلف و چند گانه را به سهولت مورد ترسیم،دسته‌بندی،وزن دهی و هم پوشانی قرار می‌دهد. در این راستا از معیارهای کودکان بین صفر تا۱٤ سال،افراد بالای ٦۰ سال،مراکز بهداشتی،تعداد خانوار ساکن،جمعیت، کاربری مسکونی، مراکز درمانی وبیمارستان‌ها، مهدکودک‌ها و باشگاه‌ها ودر نهایت آموزشگاه‌ها جهت شناسایی مناطق حساس وآسیب‌پذیر انسانی ، جهت بهره‌گیری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که مراحل آن در قسمت قبل ذکر گردید، استفاده شد.در ارتباط با جمعیت، شکل شماره ۳،بر مبنای سرشماری عمومی نفوس ومسکن۱۳۸۵، جمعیت مناطق مختلف شهر تهران را در۱۳۸۵،جهت مقایسه آورده شده است.بر اساس این نمودار،مناطق٤و٥ دارای بیشترین و مناطق۲۲ و۲۱ دارای کم‌ترین جمعیت می‌باشند.



شکل شماره۳-نمودار جمعیت مناطق مختلف شهر تهران به ترتیب بر اساس سرشماری عمومی نفوس ومسکن۱۳۸۵

استخراج وتدوین:نگارندگان

توزیع گروه‌های عمده سنی،نیز، در مناطق شهر تهران وضعیت یکسانی ندارد.ناحیه٤ از منطقه ۱۵ با رقم۲۵/٦ درصد وپس از آن ناحیه۳ از منطقه۱۹ با۲٤/۹ درصد دارای بیشترین نسبت جمعیت۱٤-۰ سال هستند.کم‌ترین نسبت این گروه سنی متعلق به ناحیه۷ از منطقه۲۰ وسپس ناحیه٦ از منطقه۳ به ترتیب با۹/۹ درصد و۱۰ درصد است.ناحیه۳ در منطقه٦ با۱۲/٥ درصد دارای بیشترین نسبت جمعیت واقع در گروه سنی٦٥ ساله و بالاتر است و بعد از آن

ناحیه٦ از منطقه۳ با۱۱/۹ درصد قرار دارد.ناحیه٦ از منطقه١٤ با رقم۰/۲۵ درصد،دارای کم‌ترین نسبت گروه سنی سالخوردگان و ناحیه٤ از منطقه۹ با٨٤ درصد دارای بالاترین نسبت گروه سنی بزرگسالان (٦٤-١٥ سال) هستند.از نظر توزیع جمعیت در گروه سنی اخیر،ناحیه۱ از منطقه٦ با رقم /۸۱ درصد در مرتبه بعدی قرار می‌گیرد(سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران و دانشگاه تهران،۱۳۸۹،۸۱).بر این مبنا،سایر فاکتورهای جمعیتی دیگر وهم‌چنین فاکتورهایی هم‌چون مراکز درمانی وبیمارستان‌ها،آموزشگاه‌ها وغیره به عنوان مراکز تجمع جمعیتی و مراکز جمعیت آسیب پذیرتر دارای پراکنش یکنواختی در شهر تهران نمی‌باشند.

در ارتباط با روش انجام کار نیز،در انتهای این قسمت ،لازم به ذکر است که جهت تهیه لایه‌های اطلاعاتی این معیارها علاوه بر استفاده ازDEMمنطقه مورد مطالعه از نقشه‌های بلوک‌های شهر تهران در مقیاس۱:۱۰۰۰۰ بهره گرفته شد،هم‌چنین از Arc GIS10،Expert Choice ودر نهایت از الحاقیه(Extension) ا،AHP برنامه نویسی شده جهت استفاده درArc GIS10 به عنوان ابزارهای تحقیق استفاده شد.

بحث ویافته‌ها

منابع آلاینده هوای شهر تهران را می‌توان به دودسته منابع آلاینده ثابت،ناشی از صنایع و منابع آلاینده متحرک،ناشی از حمل ونقل شهری و ترافیک حاصله تقسیم‌بندی نمود؛که بنا برآمار وارقام مبتنی بر پژوهش‌های صورت گرفته،حمل ونقل شهری و ترافیک روز افزون حاصله در اثر هجوم بی مهابای تعداد وسایل نقلیه ورودی به شهر تهران،عدم رعایت کامل استانداردهای زیست محیطی در ساخت خودروهاو سوخت‌های آن‌ها وغیره ،مهم‌ترین دلیل آلودگی فزاینده هوای این شهر می‌باشد.

علاوه بر این مسائل،شهر تهران به لحاظ توان‌های محیطی،اعم از توان‌های مبتنی بر اقلیم و توپوگرافی از جهت مقابله با آلودگی هوا با معضلات فراوانی مواجه بوده، که توجه به این محدودیت‌ها که گروهی در مقیاس کلی، کل شهر را در سیطره داشته وگروهی در مقیاسی محلی بر آلودگی هوا موثر هستند، می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های آتی به منظور مدیریت شرایط کیفیت هوا در مناطقی که به لحاظ انسانی دارای حساسیت بیشتری نسبت به آلودگی هوا هستند، بسیار راهگشا باشد.

در این راستا، در ساخت کلی طبیعی شهر تهران سه عمل توپوگرافی(شامل کوه،ارتفاع وشیب)،کویر و بادهای غربی در ارتباط با آلودگی هوا موثر می‌باشند.

بیشتر منابع ساکن آلوده کننده هوا در بخش جنوب،غرب و جنوب غربی تهران قرار گرفته‌اند.از این رو با توجه به جهت وزش باد در تهران می‌توان انتظار داشت که باد باعث ورود هوای آلوده از منابع آلوده کننده پیرامون شود.در کنار این مسئله،در اثر وجود کویر،بادهای کویری در تابستان از جنوب شرقی از ناحیه مسیله به سوی تهران می‌روند؛از ویژگی‌های بادهای کویر، خشکی و غبارآلودگی آن‌ها است(اجلالی،۱۳۸٦،۱٤۲).از طرف دیگر، شهر تهران،تا منتهی‌الیه دامنه‌های البرز تا ارتفاع۱۸۰۰ متری در شمال توسعه یافته است.کوهستان البرز که طی سی سال اخیر شهر را به سوی خود جذب نموده است،مانند دیواره‌ای هلالی شکل از جانب شمال و سپس مشرق،فضای جغرافیایی تهران را محصور می‌کند(صفوی و علیجانی،۱۳۸۵،۱۰۳). ودر نتیجه مانع از خروج آلودگی‌های ذکر شده در کنار آلودگی ناشی از حمل ونقل شهری وترافیک حاصله به عنوان مهم‌ترین عامل آلودگی هوا می‌شود.البته از

آن‌جا که ایران،در موقعیت ریاضی عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی قرار دارد،صرف‌نظر از برخی نقاط که به عللی دارای بادهای محلی هستند؛در سایر نقاط بادها ملایم و آرام‌اند و قدرت انتشار مواد آلوده‌ساز را ندارند. در تهران نیز بادهای شدید غربی که قادر به خارج کردن هوای آلوده از تهران باشند،به ویژه با توجه به آرایش کوهستانی فوق الذکر،خیلی کم هستند ودر پنج درصد کل موارد موثر می‌باشند(پوراحمد،۱۳۷۷،٤۲).هم‌چنین،تهران در دامنه‌های البرز قرار دارد بنابراین در کنار بادهای غربی، نسیم محلی کوه–دره در آن جریان دارد.با توجه به این بادهای محلی،روزها مواد آلوده‌ساز هوا همراه نسیم دشت به کوه به طرف شمال تهران حرکت می‌کنند و پس از برخورد به ارتفاعات شمالی در آن‌جا راکد می‌مانند و شب‌ها بر عکس،همراه نسیم کوه به دشت از شمال به طرف جنوب کشانده می‌شوند.درصورتی که هوا مدتی پایدار باشد و بادی که قادر به بیرون بردن هوای آلوده از تهران باشد،نوزد،آلودگی مرتبا به شمال و جنوب منتقل می‌شود و به تدریج افزایش می‌یابد.

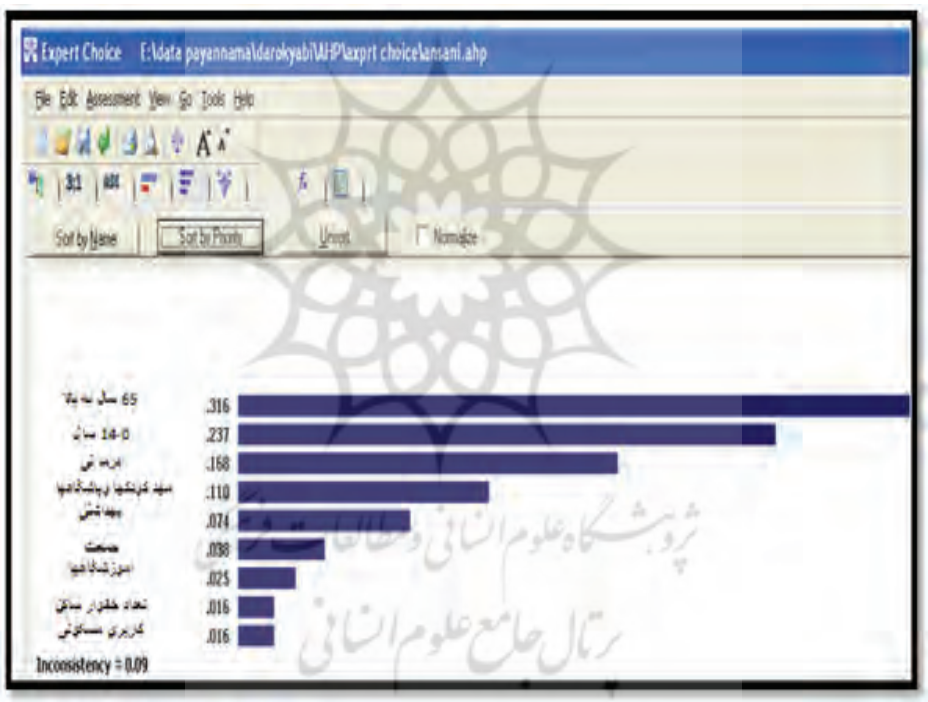
از نظر بارش نیز،هوای تهران،خشک وبیابانی است.بارش معمولا در اواخر پائیز شروع می‌شود و تا اوایل بهار به طور متناوب ادامه پیدا می‌کند.در اغلب موارد حدود نه ماه از سال هوای تهران صاف و بی ابر است.که این سیستم بارندگی در زدودن آلوده سازها و پاک کردن هوای تهران،جز در موارد نادر اثر مطلوب ندارد(اسکانی ولاله سیاه پیرانی،۱۳۸۹،۱٤٦).

از ویژگی‌های مهم دیگر اقلیم تهران، وقوع مکرر وارونگی حرارتی در آن است.این حالت بیشتر در فصل زمستان دیده می‌شود ودر بقیه ایام سال نیز حالت پایداری در هوا به چشم می‌خورد که به دلیل اثرات توپوگرافی،وجود جریان‌های ضعیف هوا، نیز پوشش سنگین غبار و آلودگی‌های صنعتی است.در یک ناحیه،هر قدر،تعداد وقوع وارونگی و مدت پیدایش آن بیشتر و ارتفاع تشکیل آن، کم‌تر باشد،آلودگی هوا افزون‌تر و عواقب ناشی از آن خطرناک‌تر وکشنده‌تر می‌شود.در تهران،برای مثال،بنا بر آمار۱۹۹٤–۱۹۹۰ حداکثر ارتفاع وارونگی در ماه اردیبهشت (می) است که به تدریج با شروع فصل سرد کاهش می‌یابد ودر اسفند ماه (مارس)به حداقل می‌رسد؛بیشترین تعداد وقوع اینورژن مربوط به شهریور(سپتامبر)۲۸ روز در ماه و کم‌ترین تعداد وقوع اینورژن مربوط به بهمن(فوریه)با۲۱ روز در ماه بوده است. بیشترین تعداد وقوع اینورژن در فصل تابستان است ولی ارتفاع اینورژن که در آلودگی هوا بسیار موثر است؛در فصل زمستان کمتر از فصل تابستان است.ضمن این‌که در زمستان میزان دریافت انرژی گرمایی از خورشید برای از بین بردن اینورژن کاهش می‌یابد و آلودگی هوا را تشدید می‌کند(بیگدلی،۱۳۸۰،۱۳۱).البته، شیب عمومی شمال به جنوب تهران نیز، در وضعیت وارونگی‌های دمایی تهران اثر دارد.برای مثال،اگر ارتفاع لایه وارونگی در فرودگاه مهرآباد۱۰۰ متر باشد،در منطقه مهرآباد،مواد آلاینده در ارتفاع بالاتر از سطح زندگی مردم قرار دارند،در صورتی که در نواحی شمالی‌تر به جهت شیب زمین، فاصله تا لایه وارونگی کم‌تر شده و تراکم آلاینده‌ها شدیدتر شده و هوا آلوده‌تر می‌شود(روشن وهمکاران،۱۳۸۸،۱۷۷).

عامل ارتفاع، نیز،به عنوان یک پدیده مکانی دیگر،در آلودگی هوا نقش مضاعفی دارد.اگر ارتفاع محل مورد نظر از سطح دریا زیاد باشد،غلظت اکسیژن کم‌تر خواهد بود،در نتیجه عمل احتراق در وسایل نقلیه موتوری برخلاف مناطق کم ارتفاع به خوبی صورت نمی‌گیرد و مواد آلاینده هوا با غلظت و میزان بیشتری در فضا پخش می‌شوند.در واقع اگرچه نسبت اکسیژن در هوا در هر ارتفاعی در حدود۲۰,۹۳ درصد ثابت است ولی چون فشار محیط با افزایش

ارتفاع کاهش می‌یابد،از تراکم هوا کاسته می‌شود، در نتیجه در یک حجم مشخص از هوا مولکول‌های اکسیژن کم‌تری جهت اشتعال وجود دارد ودر نتیجه اشتعال به صورت ناقص‌تری صورت گرفته ودر نتیجه میزان منوکسید کربن افزایش می‌یابد.تحقیقات نشان داده است که به ازای هر۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع از چگالی هوا حدود ۱۱ درصد کم می‌شود،لذا به نظر می‌رسد که با هر۱۰۰ متر اختلاف ارتفاع، حدود ۱,۱ درصد از چگالی هوا کاسته ودر نتیجه با کاهش میزان اکسیژن در دسترس،عمل احتراق در ارتفاع بالاتر ناقص تر صورت می‌گیرد.بنابراین، در این راستا با توجه به دامنه ارتفاعی تهران بین۱۱۰۰ متر تا۲۲۰۰ متر(ساخت وساز تا دامنه ۱۸۰۰ متری)عمل احتراق به ویژه در مناطق مرتفع‌تر به طور ناقص‌تری صورت گیرد.

در ارتباط با مناطق حساس انسانی در مقابل آلودگی هوا، درشکل شماره٤،وزن نهایی معیارهای انسانی مورد استفاده در این پژوهش که با بهره‌گیری از مشورت با کارشناسان مربوطه به دست آمد،در محیط Expert Choice مشاهده می‌گردد.

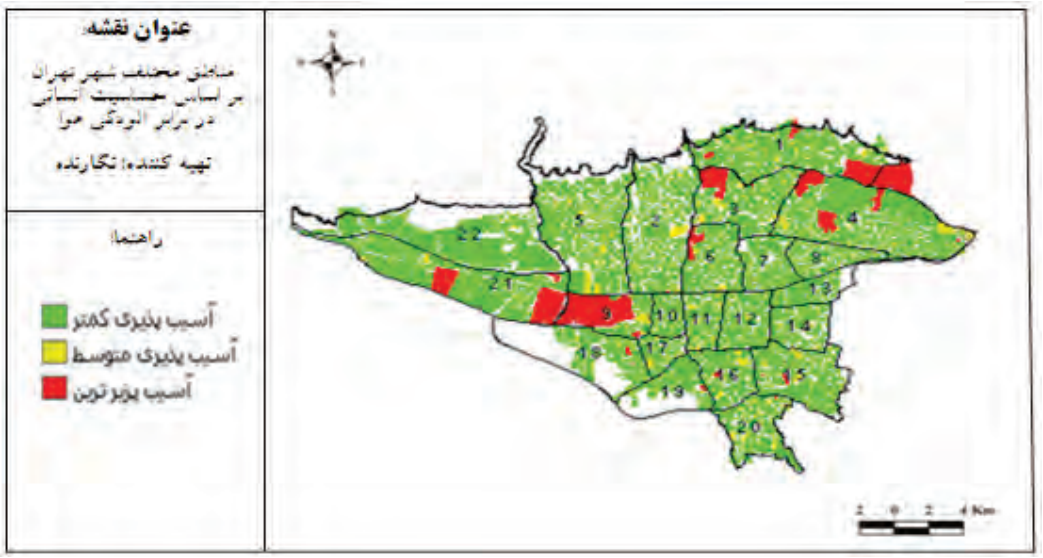


شکل شماره٤: وزن نهایی معیارهای انسانی

منبع: نگارندگان

سپس بر این اساس، نقشه پهنه‌بندی شهر تهران بر اساس حساسیت انسانی شهر تهران در مقابل آلودگی هوا به دست آمد که در شکل شماره۵ این پهنه‌بندی مشاهده می‌گردد.

شکل



شماره۵ –نقشه پهنه‌بندی شهر تهران بر اساس حساسیت انسانی در برابر آلودگی هوا

منبع: نگارندگان

همان‌گونه که مشخص است با توجه به چگونگی توزیع فضایی معیارهای ذکرشده در سطح شهر تهران،اغلب مناطق شهر تهران دارای آسیب‌پذیری کم‌تری می‌باشند.البته نواحی عمده‌ای از منطقه۹ ونواحی کوچکتری از مناطق ۳،٤،۱،۲۱و٦ در کنار نواحی بسیار کوچک‌تری از سایر مناطق دارای آسیب پذیرترین نواحی می‌باشند، که با توجه به اهمیت مبحث شهروندی ودر این قالب اهمیت سلامت گروه‌های حساس این مقدار نیز بسیار قابل توجه می‌باشد که لازم است در مدیریت سلامت جامعه شهر تهران حتما مورد توجه قرار گیرد.

بر اساس پهنه‌بندی انجام یافته، علاوه بر عوامل کلان محیطی که بر کل شهر سیطره دارند؛ هریک از این مناطق حساس انسانی،خود در مقیاس محلی دارای توان‌ها و محدودیت‌های ویژه خود بوده،که با توجه به مباحث قبلی عامل زمان(چه موقع از روز ویا از سال)این توان‌ها ومحدودیت‌های محیطی متفاوت می‌باشند،که لازم است در برنامه‌ریزی‌ها مورد توجه قرار گیرند.برای مثال عامل ارتفاع و هم‌چنین عامل شیب در ارتباط با ارتفاع وارونگی و هم‌چنین نسیم کوه ودره در منطقه حساس انسانی شمال شهر ومتمایل به آن،به طور روشن مهم‌تر از مناطق حساس انسانی متمایل به جنوب شهر می‌باشد،که در آن‌ها بادهای کویری و غربی البته با توجه به نحوه استقرار صنایع در حاشیه شهر تهران به نظر مهم‌تر هستند.

همان‌گونه که عنوان شد، حمل ونقل شهری و ترافیک حاصله مهم‌ترین عامل آلودگی هوای شهر تهران می‌باشند. بنابراین در ارتباط بابرنامه‌ریزی‌های آتی به منظور مقابله با آلودگی هوا در مناطق حساس انسانی فوق الذکر، ضمن این‌که پایش مستمر این اماکن ضروری است(نصب ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در این مناطق)،هم‌چنین واجب است در این مناطق از گونه‌هایی از حمل ونقل شهری استفاده نمود که دارای بازدهی بالا در کنار کنترل و کاهش اثرات منفی آن چون استفاده از حمل ونقل عمومی با تاکید بر مترو،استفاده از وسایل حمل ونقل سبز چون دوچرخه و پیاده‌روی باشند.در این ارتباط به ویژه در منطقه حساس انسانی منطقه۹ و۲۱ به جهت قرارگیری گره‌های ترافیکی،

میدان آزادی در کنار تراکم بالای انسانی در منطقه۹،استقرار یک سیستم مدیریت ترافیکی به موقع ومدرن از نهایت اهمیت برخوردار است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج تحقیق، نواحی عمده‌ای از منطقه۹ ونواحی کوچکتری از مناطق۳،٤،۱،۲۱ و٦ در کنار نواحی بسیار کوچک‌تری از سایر مناطق دارای آسیب پذیرترین نواحی می‌باشند،که با توجه به اهمیت مبحث شهروندی ودر این قالب اهمیت سلامت گروه‌های حساس ،این مقدار نیز بسیار قابل توجه می‌باشد که لازم است در مدیریت سلامت جامعه شهر تهران حتما مورد توجه قرار گیرد.

در ارتباط با برنامه‌ریزی از جهت مقابله با افزایش آلودگی هوا در مناطق حساس انسانی پهنه‌بندی شده، مشخص شد که، پایش مستمر شرایط کیفیت هوا(استقرار ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در این مناطق)و سپس واکنش‌های به موقع، سریع و خردمندانه از مهم‌ترین بسترهای مدیریت کیفیت هوای این مناطق می‌باشد.هم‌چنین دو دسته از عوامل محیطی کلان و محلی بر آلودگی هوا موثر می‌باشند،که هریک توان‌ها و محدودیت‌های خاصی را در بستر زمان فراهم می‌آورند که آگاهی از این توان‌ها و محدودیت‌هاو استفاده خردمندانه از آن‌ها در یک مدیریت بهینه ترافیک قادر است که آلودگی هوا را در مناطق حساس زیست محیطی مشخص شده در این پژوهش مدیریت نماید.

منابع

اجلالی،فرید(۱۳۸٦). **آلودگی هوا(با نگاهی به پالایش هوای تهران)**. کرج: نشر آموزش کشاورزی

اسکانی،غلام حسین و میترا لاله سیاه پیرانی(۱۳۸۹). تحلیل سینوپتیکی آلودگی هوای شهر تهران، **فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا**، شماره٤(۱۲)،بهار۱۳۸۹،صص۱۳۵-۱٦۱

برقی، شاهین و حسین منصوری (۱۳۸۷). تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر توسعه اطلاعات در شهر الکترونیک با استفاده از تکنیک تحلیلی سلسله مراتبی (AHP)، اولین کنفرانس شهر الکترونیکی، تهران

بیگدلی،آتوسا(۱۳۸۰)،تاثیر اقلیم و آلودگی هوای تهران بر بیماری سکته قلبی(دوره ۵ ساله۱۹۹۰-۱۹۹٤)، **فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات جغرافیایی**،شماره۱٦(۳(پیاپی٦۲)،پائیز۱۳۹۰، صص۱۲٦-۱٤۰

پوراحمد،احمد(۱۳۷۷)، نقش اقلیم و ساختار جغرافیایی در آلودگی هوای شهر تهران،**فصل‌نامه علمی-پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی**، شماره۳۰(۳٤)،صص۳۸-۵۳

تقوایی، مسعود ورامین غفاری (۱۳۸۵). اولویت‌بندی بحران در سکونتگاه‌های روستایی با روش AHP (مطالعه مورد: دهستان بازیافت). **مجله علمی- پژوهشی دانشگاه اصفهان(علوم انسانی)**، جلد بیستم، شماره ۱، ۷٤-٤۷

حسینعلی، فرهاد، علی اصغر آل شیخ و محمد علی رجبی(۱۳۸۸). بررسی روش‌های وزن دهی اطلاعات مکانی در GIS (مطالعه موردی: تهیه نقشهٔ پتانسیل معدنی) **نشریه علمی-پژوهشی سنجش از دور و GIS ایران**، سال اول، شماره اول، بهار ۱۳۸۸، ۸۸-۷۳

خیرخواه زرکش،میرمسعود وهمکاران(۱۳۸۷). استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی دراولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی(مطالعه موردی:دامنه شمالی کوه‌های کرکس-نطنز)،**فصل‌نامه علمی پژوهشی پژوهش وسازندگی درمنابع طبیعی**، شماره۷۹،۹۳ -۱۰۱

رحیمی، جابر و علی رحیمی(۱۳۸۹). بررسی اثرات کاهنده توسعه فضای سبز شهری بر آلودگی هوا در کلانشهر تهران، چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندس محیط زیست، دانشگاه تهران، آبانماه ۱۳۸۹

روشن، غلامرضا و همکاران(۱۳۸۸). تاثیر آلودگی هوا بر نوسانات اقلیمی شهر تهران. **فصل‌نامه علمی-پژوهشی علوم محیطی**، شماره۷(۱)،پائیز ۱۳۸۸،صص۱۷۳-۱۹۲

سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران و دانشگاه تهران،اطلس کلانشهر تهران،تهران،چاپ اول،انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران

صامتی، مجید و همکاران(۱۳۸۲). اولویت‌های توسعه بخش صنعت استان اصفهان براساس روش و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ، **فصل‌نامه علمی- پژوهشی پژوهشنامه بازرگانی**، شماره ۲۷، تابستان ۱۳۸۲، ۹۰-۵۹

صفوی، یحیی و بهلول علیجانی(۱۳۸۵). بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران. **فصل‌نامه علمی-پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی**،شماره۵۸،زمستان۱۳۸۵،صص۹۹-۱۱۲

عزیزی، محمد مهدی و احمد خلیلی (۱۳۸۸). ارزیابی الگوپذیری استخوان‌بندی بافت‌های روستایی ایران در طرح‌های هادی، بر اساس مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ، **فصل‌نامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی انسانی**، شماره ٦٧، بهار ۱۳۸۸، ٤٠-۲۷

فتائی، ابراهیم و علی اصغر آل شیخ (۱۳۸۸). مکان یابی دفن مواد زائد جامه شهری با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی شهرگیوی)، **فصل‌نامه علمی- پژوهشی علوم محیطی**، سال ششم، شماره سوم، بهار ۱۳۸۸، ۱٤٥-۱٥۸

قلی زاده،محمدحسین وهمکاران(۱۳۸۸). ارتباط آلودگی هوا با مرگ ومیر جمعیت شهر تهران، **مجله علمی-پژوهشی حکیم**، دوره دوازدهم،شماره دوم، تابستان٦٥،۱۳۸۸-۷۱

مؤمنی، منصور و حسن مرمضی(۱۳۸٦). ارتقای کیفیت خدمات امور مالی با به کارگیری QFD و AHP ، **فصل‌نامه علمی-پژوهشی بررسی‌های حسابداری و حسابرسی**، سال چهاردهم، شماره ٤٨، تابستان ۱۳۸٦، ۱۲٤-۱۰٥

نیکمردان، علی(۱۳۸٦). معرفی نرم افزار Expert Choice11 تهران، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

هادیانی، زهره و شمس‌اله کاظمی زاد (۱۳۸۹). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی و شهرقم)، **فصل‌نامه علمی- پژوهشی جغرافیا وتوسعه**، شماره ۱۷، بهار ۱۳۸۹، ۹۹-۱۱۲

Aczel,j.,Saaty,T.,(1993), procedure for synthesizing Ratio judgment, journal of mathematical psychology,27,pp 93-102

BeLLander, T., et aL(2001), using Geographic information systems to assess individual exposure to air pollution from traffic and house heating in Stockholm. Environ Health perspect, 109,pp.633-639

BertoLini, M., Braglia.,(2006), Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract, 17 januavy

Brauer,M., et aL(2003), Estimating Long-term average particulate air pollution concentrations:application of traffic indicators and geographic information systems, EpidemioLogy,14(2),pp.228-239

Briggs,D.Exposure assessment. In:Elliot p.,eakefieLd ., Best N., and Briggs D.(Eds).,(2000).SpatiaL Epidemiology:Methods and Aplications,oxford university press.oxford, pp.335-359

Bruckman,L.,aL(1992), The use of GIS software in the development of emissions inventories and emission modeling . In:proceeding of the Air and waste Management Association,pittsberg,PA(USA)

Crowe, T.j., NobLe ,j.s and Machimada,j.s.,(1998), Multi-attribute analysis of ISO 9000 registration using AHP . International journal of Quality and Reliability Management. IS(2) , pp. 205-222

GuaLtieri, G., and Tartagalia, M.,(1998), predicting urban traffic air pollution:a GIS framework. Transportation Research, part D (Transport and Environment),3(5), pp.329-336

Nagaragan.R,A. Mukhergee-,,A.Roy and M.V. khir.,(1998)., Temporal remote sensing data and GIS application in Landslide hazard zonation of part of western ghat, India, INT.g.Remote Sensing, VOL (19),NO.4,pp.573-585

Patrik, F,.Sonia,K.Y.C(2000),Final Concentrator selection using the analytical hierarchy Process.,constraction management and Economics,vol.18,pp.547-557

Qureshi,M.E., Harrison,S.R.,(2003), Application of the analytic hierarchy process to Riparian revegetation Policy options, small-Scale Forest Economics, Management and policy, 2(3), pp.441-458

Ramakrishman ,R.,(2004),Data Envelopment analysis for weight derivation and aggregation in the AHP.,computation and operation Resarch,vol.33,pp.1289-1307

Saaty , T., (2000). Fundamentals of Decision making and priority Theory-with the Analytic Hierarchy process, 2nd ed-Pittsburgh,DA:RWS publication

Saaty, T .,(2001), Decision Making for Leaders The Analytic Hierarchy process for Decisions in a complex world , RWS publications, Pittsburg

Saaty. T.,(1994), How to make a decision: the analytical hierarchy process, Interrfaces,24(6,s):pp.19-43

Sarkis. j and S.Talluri.,(2004). Evaluating and selecting e-commerce software and communication systems for a supply chain, European journal of operational Research, 159, pp.318-329

Varis.0.,(1989), The analysis of preferences in complex Environmental judgments-a focus on the analytic hierarchy process, Journal of Environmental Management 28,pp.283-294

پرتال جامع علوم انسانی