تحلیل ارتباط بین قابلیت پیاده‌مداری محلات و آلودگی هوا

مطالعه موردی: نواحی پیرامون ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا در شهر تهران[1]

اسفندیار زبردست - استاد شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران
حسین ریاضی[2] - کارشناسی‌ارشد شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۸/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۲۷

چکیده
ارتباط سلامت عمومی و برنامه‌ریزی شهری، موضوعی نوین و در عین حال پراهمیت است و توجه به این مسئله در برنامه‌ریزی آینده شهرها از جایگاهی ویژه برخوردار است. در این مقاله، کیفیت هوای شهری به عنوان عاملی تأثیرگذار در سلامت شهروندان و پیاده‌مداری محلات از مشخصه‌های مهم و نوین محیط انسان ساخت شهری، مورد نظر قرار دارند. امروزه بخش عظیمی از آلودگی هوای کلانشهرها به سبب انتشارات آلاینده‌ها در بخش حمل‌ونقل شهری است و این امر لزوم توجه به گونه‌های حمل‌ونقل پایدار مانند حمل‌ونقل عمومی را بیش‌ازپیش آشکار می‌سازد. بدین منظور این مطالعه به بررسی قابلیت پیاده‌مداری محلات به عنوان راهبردی تأثیرگذار و بلندمدت در راستای ارتقای سفرهای پیاده شهری و کاهش آلودگی هوا می‌پردازد. در این پژوهش، از میانگین غلظت سالیانه (در سال ۱۳۸۹) برای آلاینده‌های O_3، NO، CO، PM_{10} و تخمین قابلیت پیاده‌مداری در چهارده محدوده پیرامون ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا، استفاده شد و در ادامه تغییرات میزان آلاینده‌ها و قابلیت پیاده‌مداری محلات با فاصله از مرکز شهر و همچنین میزان همبستگی غلظت آلاینده‌ها و قابلیت پیاده‌مداری محلات با استفاده از تحلیل رگرسیونی و همبستگی مورد تحلیل قرار گرفت.
یافته‌های پژوهش حاکی از افزایش غلظت آلاینده‌های اولیه و قابلیت پیاده‌مداری محلات در نواحی پیرامون مرکز شهر و افزایش غلظت آلاینده ثانویه O_3 با فاصله از مرکز شهر است. همچنین قابلیت پیاده‌مداری محلات و غلظت آلاینده‌های O_3 و PM_{10} دارای همبستگی معناداری با یکدیگر می‌باشند.

واژگان کلیدی: پیاده‌مداری، برنامه‌ریزی شهری، آلودگی هوا، اختلاط کاربری‌ها، سلامت عمومی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱ . این مقاله برگرفته از مباحث پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای حسین ریاضی است که در سال ۱۳۹۱ در پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران انجام شده است.

۲ . نویسنده مسئول مقاله، Hossein_riazy@yahoo.com

۱. مقدمه

آلودگی هوا از معضلات شایع کلانشهرها، به خصوص کشورهای در حال توسعه، ازجمله ایران محسوب می‌شود. آلودگی هوا و ارتباط آن با سلامت عمومی را، به دلیل مطرح بودن مقیاس‌های مختلف جغرافیایی و گوناگونی منابع آلاینده، می‌توان موضوعی چالش برانگیز دانست. با توجه به این گوناگونی (منابع تولید کننده آلودگی شامل منابع ثابت، منابع پهنه‌ای و منابع متحرک می‌باشد) (Design for Health, 2007)، تحقیق در زمینه هر کدام از آلاینده‌ها منوط به مطالعه منابع تولید کننده آن آلاینده است(برای مثال بخش عمده کربن منواکسید، نیتروژن دی اکسید و ازن به وسیله منابع متحرک تولید می‌شوند).

با توجه به اینکه امروزه بخش عظیمی از معضل آلودگی کلانشهرها (از جمله تهران) مربوط به تردد اتومبیل‌ها و منابع متحرک می‌باشد (و روزبه‌روز بر تعداد وسایل نقلیه شخصی افزوده می‌شود) می‌بایستی در پی راه‌حل‌هایی برای این معضل شهری بود؛ که ارتباط تنگاتنگی از یک طرف با آلودگی و سلامت شهروندان و از طرف دیگر با ویژگی‌های شهرهای امروزی دارد.

پدیده خودروگرایی یا شهرهای وابسته به خودرو، مسئله‌ای است که امروزه در جوامع مدرن شهری نمود یافته است. بهبود استانداردهای زندگی و تمایل به رفاه فردی، زمینه‌ساز پدیده خودروگرایی است. این امر در کنار فقدان زیرساخت‌های لازم حمل‌ونقل و گزینه‌های حمل‌ونقل عمومی در کشورهای در حال توسعه، بیش‌ازپیش رو به وخامت گذاشته و هزینه‌های بسیاری را از جمله، اتلاف منابع طبیعی، مخاطرات زیست‌محیطی و مشکلات سلامت شهروندان در پی داشته است. در این راستا برنامه‌ریزان در جستجوی فرم‌های شهری پایدارند که وابستگی کمتری به خودرو داشته و محیط‌های شهری پویا، زیست‌پذیر و دوستار محیط زیست را نوید می‌دهد.

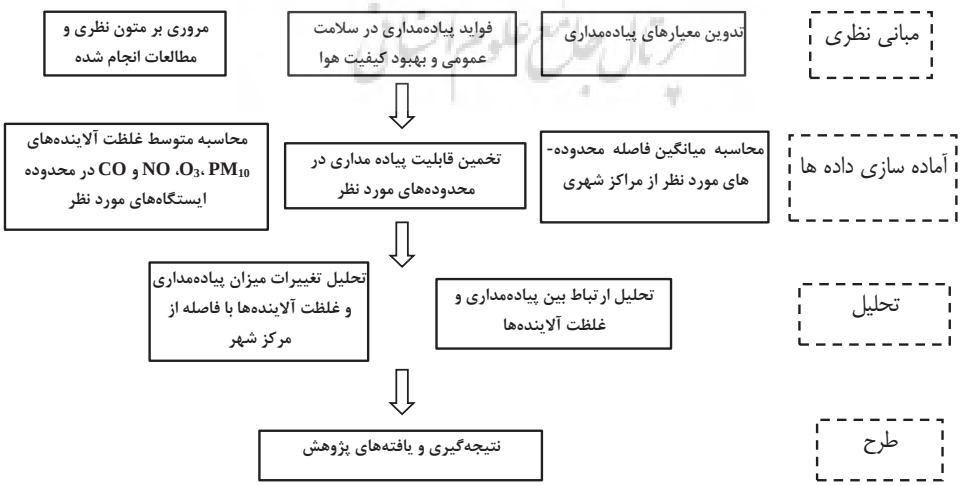
وضعیت نامطلوب کیفیت هوا و بالا رفتن غلظت آلاینده‌ها از حد مجاز تعیین شده به وسیله سازمان بهداشت جهانی در شهرهای بزرگ، تهدیدی برای سلامتی شهروندان به شمار می‌رود. براساس گزارش شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، بنا بر نتایج حاصل از پایش آلودگی هوا، وضعیت هوای شهر تهران در سال‌های اخیر رو به وخامت گذاشته است. در این راستا براساس برآورد بانک جهانی، ارزش اقتصادی تلفات مالی و جانی و خسارات ناشی از آلودگی هوا در ایران، سالیانه بالغ بر ۱,۸ میلیارد دلار می‌باشد و طبق آمار به علت آلودگی هوا در شهر تهران، عمر شهروندان تهرانی به طور متوسط پنج سال کوتاه‌تر شده است (سلطانی، ۱۳۹۰). از این روی توجه به عوامل دخیل در کیفیت هوای شهری، بسیار حائز اهمیت است و در این زمینه بررسی و تحلیل بر روی ویژگی‌های ساخت محیط مانند پیاده‌مداری از راهبردهای بلندمدت و تأثیرگذار در بهبود کیفیت هوای شهری محسوب می‌شود.

در این پژوهش ابتدا با استفاده از روش اسنادی و توصیفی، مبانی نظری تحقیق تشریح شده و مطالعات جهانی مرتبط با موضوع، مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با استفاده از روش تحلیلی- اکتشافی، روابط و مدل تحقیق پایه‌ریزی شد؛ بدین‌ترتیب که میانگین غلظت سالیانه آلاینده‌ها و همچنین اطلاعات کمی شاخص‌های ساخت شهر در محیط نرم‌افزار GIS محاسبه و آماده‌سازی شد. سپس قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌ها تخمین زده شد. در نهایت با استفاده از تحلیل رگرسیون و همبستگی در محیط نرم‌افزار SPSS، ارتباط بین پیاده‌مداری و غلظت آلاینده‌ها مورد بررسی و نتایج مورد تحلیل قرار گرفت.

۲. مفاهیم نظری

۲.۱. برنامه‌ریزی شهری و سلامت عمومی

محیط ساخته شده از راه‌های زیادی (بسته به فعل‌وانفعالات عواملی مانند طراحی محلات، الگوهای سفر، فعالیت فیزیکی،



نمودار ۱: فرآیند پژوهش

منبع: نگارندگان

امنیت، حمل‌ونقل و آلودگی هوا و آب) بر سلامت عمومی تأثیرگذار است (Frumkin et al, 2004). در این راستا برنامه‌ریزان در تلاش‌اند تا ارتباطات خود را با متخصصین بهداشت عمومی تقویت کرده و سلامت عمومی را به وسیله فعالیت‌های برنامه‌ریزی ارتقا بخشند. نگرانی در زمینه مشکلاتی مانند چاقی، آسم، آلاینده‌های هوا و سلامت روانی به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است و امید می‌رود تا با ایجاد تغییراتی در محیط ساخته شده بتوان تا حدی پاسخگوی این مشکلات بود. گفتنی است که هر دو زمینه مطالعاتی سلامت عمومی و برنامه‌ریزی محیط ساخته شده، ریشه در جنبش‌های اصلاح‌طلبانه سده نوزدهم و ابتدای سده ۲۰ دارند، این در حالی است که در مطالعات اخیر همبستگی این دو موضوع، بیش‌از پیش مورد توجه قرار دارد (Ann Forsyth et al, 2009).

آلودگی یکی از فاکتورهای اثرگذار بر سلامتی است (Rachel Cooper et al, 2009). بنیاد ارتقای سلامت ویکتوریا در استرالیا کاهش آلودگی هوا را در کنار کاهش نابرابری‌ها در دستیابی به تجهیزات شهری، افزایش فعالیت‌های بدنی و تغییر در محیط‌های اجتماعی در راستای سرزندگی و پویایی محیط‌های شهری، به عنوان چهار مسئله کلیدی در زمینه برنامه‌ریزی و سلامت عمومی معرفی می‌کند (Butterworth, 2000).

دگرگونی در محیط ساخته شده می‌تواند راهبردهای مداخله را برای ارتقای سلامت محیطی فراهم آورد. برای مثال، سیاست‌هایی که خانه‌های ارزان قیمت را در نواحی طراحی شده با هدف واحدهای سکونتی پایدار با هوای پاک‌تر ایجاد می‌کنند، می‌تواند روند جاری را(که خانوارهای کم‌درآمد آلودگی هوای بالاتر از میانگین را تجربه می‌کنند) (تا حدی) برطرف نماید.

فرم بهینه شهری در تأثیرگذاری بر روی سلامت، توسعه و بهبود الگوهای سفر از اهمیت ویژه برخوردار بوده و در زمینه‌های گوناگون مرتبط با سلامت عمومی سهیم است و این امکان را برای افراد ایجاد می‌کند که در طول سفرهای شهری، به میزان کمتری در معرض آلاینده‌ها قرار گیرند. انجمن بیماری‌های کودکان امریکا[1]، مرکز کنترل بیماری امریکا، سازمان سلامت جهانی[2] و دیگر مراکز به منظور تحقیق در زمینه این‌که چگونه طراحی شهری بر تشویق مردم به فعالیت‌های بدنی، پیاده‌روی و قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا تأثیرگذار است، فراخوانده شده‌اند. هدف مهم بهره‌گیری از طراحی محلات، به عنوان ابزاری برای ایجاد محیط شهری پاک و سلامت است (Marshall et al, 2009). جدول شماره ۱ برخی مطالعات انجام گرفته در ارتباط با محیط ساخته شده و نقش آن بر کاهش آلودگی هوا و سلامت عمومی را ارائه می‌کند.

۲.۲. آلودگی هوا

آلودگی هوا عبارت است از حضور یک یا چند آلاینده یا ترکیب در اتمسفر بیرونی و یا داخلی، در مقادیر و مدت زمانی که ممکن است سبب آسیب به زندگی انسانی، گیاهی یا حیوانی یا اموال و به طور نامعقولی تداخل در برخورداری راحت از زندگی یا اموال شود (اجلالی، ۱۳۸۶).

آلودگی هوا ناشی از یک عامل نبوده و یکسری مسائل به هم پیچیده موجب آلودگی هوا می‌گردند؛ در واقع بخشی مربوط به صنعت، قسمتی ناشی از خودروها، قسمتی وابسته به پارامترهای هواشناسی(مانند سرعت باد) و پاره‌ای موارد نیز مربوط به شرایط جغرافیایی (مانند کوه‌ها، دریاها، شیب منطقه و ...) می‌باشد (شفیع پور،۱۳۸۷). بنابراین در تحلیل یکی از موارد گفته شده، تأثیر موارد دیگر دخیل در مسئله را نباید از نظر دور داشت.

با رشد فناوری و خروج منابع آلاینده ثابت و صنایع از شهرها، منابع آلاینده متحرک در بخش حمل‌ونقل شهری به عنوان چالش اصلی آلودگی هوا در کلانشهرها به شمار می‌رود. ترافیک سنگین و استفاده از فناوری‌های قدیمی در تولید خودرو موجب شده تا اکثر کلانشهرهای در حال توسعه جهان از قبیل مکزیکوسیتی، بانکوک و تهران در ردیف آلوده‌ترین شهرهای دنیا قرار بگیرند. از هفت شهر بزرگ دنیا که میزان آلودگی آن بالاتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی WHO است، شش شهر(پکن، قاهره، جاکارتا، مکزیکوسیتی، سائوپائولو و تهران) از کشورهای در حال توسعه هستند و در این شهرها بخش حمل‌ونقل، نقش اصلی در ایجاد آلودگی دارد (وارک و دیگران، ۱۳۸۸).

در رابطه با آلودگی هوا در محیط‌های بیرونی، آلاینده‌های اولیه و مبنا به وسیله تغییرات شیمیایی به آلاینده‌های ثانویه بدل شده که برای تشخیص این‌ها باید پیش سازه‌های آن‌ها (آلاینده‌های اولیه)شناخته شوند. CO و NO آلاینده‌های اولیه هستند که بیشتر به واسطه خودروها تولید می‌شوند. نقطه اوج این آلاینده‌ها با توجه به الگوی سفرها و ویژگی‌ها و عادات عمومی مردم متفاوت است؛ به طور مثال نقطه اوج این دو آلاینده اولیه در ایالات متحده در هنگام سفر روزانه صبحگاهی است و در حالی که در کلانشهر تهران این نقطه اوج در هنگام شامگاه رخ می‌دهد. NO_2 و O_3 آلاینده‌های ثانویه هستند که بر اثر یکسری واکنش‌های پیچیده در جو ساخته می‌شوند (شفیع پور،۱۳۸۷). سازمان بهداشت جهانی WHO شش آلاینده را به عنوان آلاینده‌های اصلی یا آلاینده‌های معیار مشخص نموده است. این شش آلاینده شامل: دی‌اکسید نیتروژن(NO_2)، دی‌اکسید گوگرد(SO_2)، منواکسید کربن(CO)، سرب(pb)، ازن(O_3) و ذرات آلاینده هستند که برای سلامتی انسان بسیار مضر تشخیص داده شده‌اند (اصیلیان، ۱۳۸۶). هرکدام از این آلاینده‌ها دارای منابع تولید، خصوصیت‌ها، اثرات و مقیاس‌های پراکندگی مخصوص به خود است که می‌بایستی در برخورد با مسئله، به آنها توجه نمود. در این مطالعه آلاینده‌های مرتبط با منابع متحرک مانند، O_3، NOX، CO، PM_{10} مورد نظر قرار دارند.

۲.۳. پیاده‌مداری

یکی از ابعاد اصلی در رابطه با ساخت شهری پایدار، مسئله حمل‌ونقل پایدار از دیدگاه اجتماعی، زیست‌محیطی، اقتصادی و سلامت عمومی است(Ewing and Cervero, 2001; Frank and Pivo, 1994). تأثیر چشمگیر ساخت شهر در ویژگی‌های

1 . Committee on Environmental Health 2004

2 . World Health Organization, 2006

جدول ۱: مطالعات جهانی در رابطه با محیط ساخته شده و کاهش آلودگی ها

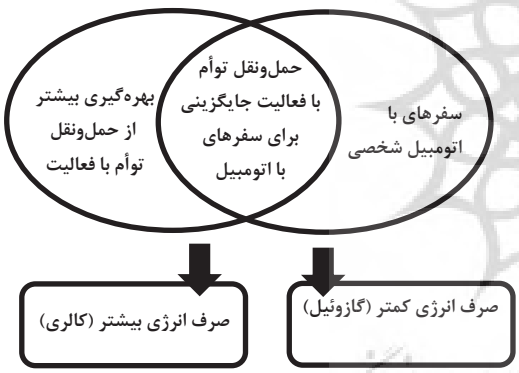
محل های مورد مطالعه	یافته‌ها
سن دیگو، مونتگومری کانتی ، پالم بیچ غربی	برای نواحی مسکونی جدید در نواحی ساخته شده گذشته(توسعه درون زا) نسبت به توسعه‌ها در زمین‌های سبز(حومه‌ها یا نواحی خارج شهر)، کیلومتر سفر وسایل نقلیه ۴۰-۵۰٪ و انتشار کربن دی اکسید و نیتروژن اکسید ۵۰٪، کمتر هستند (U.S. EPA 1999).
سانفرانسیسکو	عوامل مطالعه شده در راستای ترغیب سفرهای غیر موتوری شامل: خیابان‌ها با ارتباطات مناسب، بلوک‌های کوچک شهری، کاربری‌های مختلط و فاصله نزدیک به فعالیت‌های خرده‌فروشی(Cervero and Duncan 2003).
۴۴۸ شهرستان و ۸۳ ناحیه شهری	پراکنده‌رویی قابلیت پیاده‌روی را کاهش می‌دهد و می‌تواند منجر به افزایش وزن شود (Ewing et al. 2003).
شهرونکور، ایالت بریتش کلمبیا	با مقایسه نواحی مرکزی شهر و پیرامون، مشاهده گردید که پیاده‌مداری و غلظت NO در نواحی پیرامون مرکز شهر و برعکس میزان غلظت O_3 در پیرامون شهر، زیادتر است. همچنین نواحی فرودست شهری گرایش به میزان بالای NO و پیاده‌مداری و غلظت پایین O_3 را نشان می‌دهند .(Marshall et al. 2009)
۲۹ ناحیه شهری	مکان‌هایی با دسترسی بالا و شبکه شطرنجی از لحاظ سلامت در رتبه بالاتری قرار دارند اما در نواحی با تراکم بالا، در رتبه پایین‌تری قرار دارند. (رتبه سلامتی در نواحی با تراکم بالا و با شبکه شطرنجی و دسترسی مناسب در نسبت با نواحی با تراکم پایین و غیر شطرنجی و دسترسی نامناسب بالاتر است) (Kelly-Schwartz et al. 2004).
ایالات متحده امریکا	در مقایسه دو محله دارای تراکم مسکونی و تجاری مشابه، به این نتیجه رسیدند که محله دارای سطح بالاتری از ارتباطات شبکه‌ای در مقایسه با محله‌ای با ارتباطات شبکه کمتر، سهم بالاتری از پیاده‌روی (در حدود سه برابر) دارد (Moudon et al, 1997).

منبع : نگارندگان، اقتباس از (Marshall et al. 2009)

سفرهای با اتومبیل شخصی کمتر

سفرهای شهری و نحوه استفاده از گزینه های حمل‌ونقل، امری ثابت شده است (Frank et al, 2000; Cervero and kockelman, 1997; Kenworthy, 2006). چگونگی ساخت محیط و توجه به مشخصه‌های طراحی و برنامه‌ریزی شهری در بهره‌گیری از سفرهای پیاده و دوچرخه و به طور کلی گونه‌های حمل‌ونقل متکی بر فعالیت بدنی،(که از آن به عنوان حمل‌ونقل توأم با فعالیت نام برده می‌شود)، تأثیرگذار است. افزایش توجه به حمل‌ونقل توأم با فعالیت می‌تواند در حل مشکلات مختلف حمل‌ونقل و سلامت عمومی مؤثر واقع شود.گزینه‌های حمل‌ونقل به شکل پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری می‌تواند مزیت هایی را در زمینه گره ترافیک، تقاضا برای پارکینگ و آلودگی هوا در پی داشته باشد. همین‌طور الگوهای کاربری زمین مرتبط با حمل‌ونقل توأم با فعالیت در راستای موفقیت حمل‌ونقل عمومی ضروری بوده و با استفاده از حمل‌ونقل عمومی با سطح بالای پیاده‌روی سازگار است(Frank et al,2003 Cited in Sallis, 2003).

در این زمینه ایجاد محلات و نواحی شهری پیاده‌مدار در افزایش سهم سفرهای توأم با فعالیت از جایگاهی ویژه برخوردار است. پیاده مداری شاخصی است در رابطه با شرایط کلی پیاده‌روی در یک ناحیه شهری که در مقیاس‌های مختلف شامل یک سایت، خیابان، محله و شهر اطلاق می‌گردد. در پیاده‌مداری کیفیت تجهیزات مرتبط با پیاده‌روی، شرایط سواره‌روها، الگوهای کاربری اراضی، حمایت‌های اجتماعی، امنیت و راحتی پیاده‌روی مورد نظر است(Kashani Jou, 2011).



نمودار شماره ۲: حمل‌ونقل توأم با فعالیت و سفرهای با اتومبیل
(منبع: Frank et al, 2010: 100)

دام‌نوزی یکی از اعضای انجمن نوشهرسازی، ۱۶ عامل ضروری را در راستای تحقق اجتماعات پیاده‌مدار بیان می‌دارد:
۱.تمرکز مراسم‌های پیاده (رونق فستیوال‌های پیاده)، ۲. تراکم‌های مسکونی، ۳. ابعاد در مقیاس‌های انسانی، ۴. مغازه‌های تجاری محلی فعال و متنوع، ۵. آرام‌سازی ترافیک، ۶. فعالیت‌های شبانه‌روزی، ۷. قطعات باریک، ۸. کیفیت هوایی، ۹. عرض پیاده‌روها، ۱۰. برخی مبلمان‌های شهری غیر مشخص(مانند سطل‌های زباله)، ۱۱. بدنه‌های ساختمانی فعال، ۱۲. فاصله شعاع‌های گردش و عبور مدرن(در تقاطع‌ها)، ۱۳. مجاورت‌ها(نزدیکی مناطق مسکونی به مناطق اشتغال، مدارس و غیره)، ۱۴. کوتاهی طول بلوک‌های شهری، ۱۵. چشم‌اندازهای انتهایی(خیابان‌ها)و ۱۶. مشاغل تجاری مناسب(برای مثال جلوگیری از استقرار فعالیت‌هایی مانند فروشگاه‌های بزرگ،

پمپ بنزین‌ها و کارواش‌ها و غیره) (Nozzi, 2003).
کاشانیجو در زمینه ارزیابی یکپارچگی بین حمل‌ونقل عمومی و فضاهای شهری پیاده‌مدار نه معیار را پیشنهاد می‌کند: کاربری زمین نواحی پیرامونی، خصوصیات کالبدی و منظر شهری در نواحی پیرامونی، شدت رفت‌وآمدها و تجهیزات مناسب برای عابرین پیاده، تراکم مسکونی در پیرامون مسیرهای پیاده، امنیت و عادات اجتماعی- فرهنگی، میزان جذب و تولید سفر، ارتباط مناسب با دیگر گزینه‌های حمل‌ونقل، دسترسی مطلوب وسایل نقلیه و تجهیزات مرتبط با آن، مقیاس عملکردی و پتانسیل‌های توسعه‌های آتی (Kashani Jou, 2011).
نظریه‌ای که به تازگی در رابطه با ساخت شهر و سایر گزینه‌های حمل‌ونقل مانند سفرهای پیاده مطرح است، ایده محدوده‌های پیاده[1] است که در دهه ۱۹۸۹به وسیله کلتورپ مطرح شد. این ایده محدوده‌های پیاده‌روی را در شعاع‌های مشخص(۴۰۰ متری) به منظور تشویق افراد به پیاده‌روی و یا دوچرخه‌سواری مطرح می‌کند. این محدوده‌ها برای سهولت سفرهای پیاده (جایگزین اتومبیل شخصی) طراحی شده، بنابراین می‌بایستی در فاصله مناسب به منظور دسترسی پیاده ساخته شوند. این ایده، پیوند مستحکمی با نظریات باغ شهر، توسعه حمل‌ونقل محور و نوشهرسازی دارد (Calthorpe, 1989).
از دیگر ایده‌های متأخر که به تازگی مطرح شده، ایده شهرهای فاقد ماشین[2] است، که در قالب کتابی با همین نام در سال ۲۰۰۰ به وسیله کرافورد مطرح گردید. او از اهداف این طرح، به موضوعات اجتماعی، زیبایی‌شناسی، انرژی و محیط زیست اشاره می‌کند. در راستای تشریح ساخت شهری خود، شهری میانی (یک میلیون نفر جمعیت) را مطلوب برمی‌شمارد. برخی از ویژگی‌های ضروری ساخت شهری در این مدل پیشنهادی شامل: باز تولید جوامع با کاربری مختلط(سفرهای پیاده به فروشگاه‌ها و مدارس)، افزایش تراکم‌های جمعیتی(افراد بیشتر در مساحت‌های کوچکتر) و کاهش استفاده از اتومبیل (جایگزینی آن با حمل‌ونقل ریلی) هستند. او استفاده از اتومبیل را در خیابان‌های شهری در موارد ضروری مجاز برمی‌شمارد و پیشنهاد می‌دهد که اتومبیل‌ها برای سفرهای طولانی و بیرون از شهر استفاده شوند. این نوع توسعه شهر، بازگشتی مدرن به شهرهای قرون وسطایی دارد و عناصری مانند بولوارها و خطوط حمل‌ونقل ریلی را (به منظور سفرهای بین ناحیه‌ای) شامل می‌شود، همچنین در نسبت با شهرهای قرون وسطا، میزان فضاهای سبز شهری را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد (Crawford, 2001).
با توجه به نظرات مختلف در مورد معیارهای کالبدی به منظور تشویق شهروندان به پیادهروی، برخی متغیرهای تخمین قابلیت پیاده‌مداری محلات شهری در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

۳. شناخت محدوده‌های مورد مطالعه

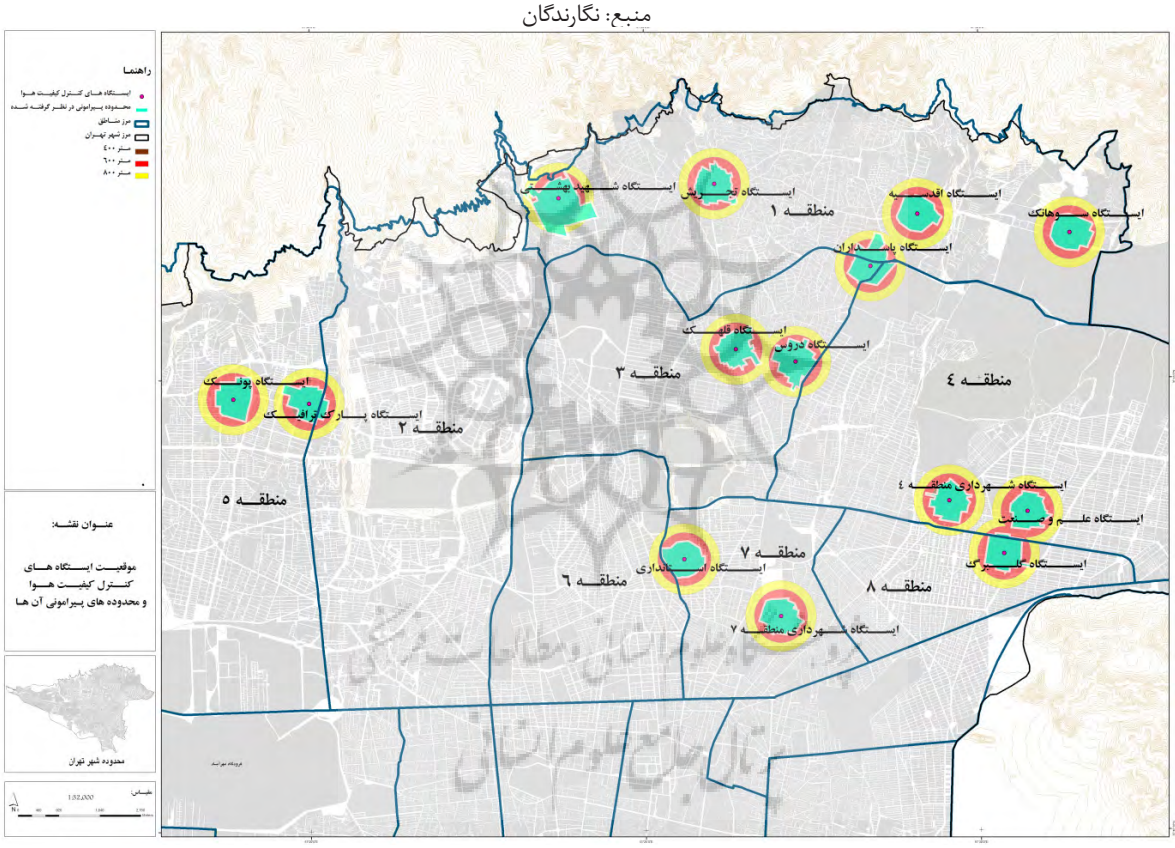
به منظور تحلیل پیاده‌مداری و سنجش کیفیت هوا، محدوده پیرامون ۱۴ ایستگاه کنترل کیفیت هوای استان تهران انتخاب شد. این محدوده‌ها، شعاع ۴۰۰ متری از ایستگاه‌ها را در بر می‌گیرند که به منظور اندازه‌گیری مشخصه‌های شهری این نواحی با مرزهای بلوک شهری (اطلاعات بلوک آماری) تطبیق داده شد و در این راستا شعاع محدوده‌های مورد نظر در جهاتی تا ۸۰۰ متر نیز افزایش یافت. شعاع در نظر گرفته شده(۴۰۰ متر)، براساس مقیاس فاصله‌ای تغییر غلظت آلاینده‌ها تعیین شده است و با توجه به مطالعات جهانی انجام شده در این رابطه این مقیاس برای آلاینده‌های گوناگون متفاوت است؛ برای مثال آلاینده O3 مقیاس فاصله‌ای بیشتری نسبت به NO داراست، از این روی کوتاه‌ترین مقیاس برای مطالعه انتخاب گردید که فاصله تغییر آلاینده NO به شعاع ۴۰۰ متر می‌باشد (Marshall et al, 2009).
ایستگاه‌های انتخابی شامل، ایستگاه پونک در محله کوی شاهین، ایستگاه استانداری در محله عباس‌آباد و نیلوفر، ایستگاه گلبرگ در محله نارمک و دردشت، ایستگاه دروس در محله دروس، ایستگاه شهرداری منطقه ۷ در محله شیخ صفی و حشمتیه، ایستگاه شهرداری منطقه ٤ در محله کوی کالاد و شمیران نو و ایستگاه اقدسیه در محله اقدسیه و نوبنیاد، از ایستگاه‌های تحت نظارت شرکت کنترل کیفیت هوا و ایستگاه پارک ترافیک در محله پونک شمالی، ایستگاه قلهک در محله قلهک، ایستگاه شهید بهشتی در محله دانشگاه، ایستگاه پاسداران در محله اختیاریه، ایستگاه سوهانک در محله سوهانک، ایستگاه علم‌وصنعت در محله کوی کولاد و تهران پارس و ایستگاه تجریش در محله تجریش، از ایستگاه‌های تحت نظارت سازمان محیط زیست تهران می‌باشند. این نواحی در ٦ منطقه از مناطق ۲۲گانه تهران قرار گرفته‌اند که شامل، مناطق ۱، ۳، ٤، ٥، ۷، ۸ می‌شوند. محدوده‌های مورد مطالعه با مساحتی در حدود ۵۰ هکتار همگی در نیمه شمالی شهر تهران قرار دارند و از نظر مشخصه‌های شهری و غلظت آلاینده‌ها با یکدیگر متفاوت هستند. همچنین گفتنی است که، پراکندگی محدوده‌ها براساس موقعیت ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا بوده؛ بنابراین با توجه به تعداد کم ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا در سطح شهر، مطالعه حاضر در رابطه با توزیع متعادل محدوده‌ها (در نیمه شمالی شهر) با محدودیت روبروست. نقشه شماره ۱ موقعیت ایستگاه‌های مورد نظر و محدوده مشخص شده در پیرامون ایستگاه‌ها (در شعاع ۴۰۰ تا ۸۰۰ متری از ایستگاه‌ها) را نشان می‌دهد.
لازم به ذکر است که محدوده‌های مورد نظر با توجه به پراکندگی ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا، کنترل نسبی سایر عوامل تأثیرگذار در کیفیت هوا (که در این مقاله مورد نظر نیستند‌مانند ویژگی‌های جغرافیایی و غیره) و مقایسه کارآمدتر شاخص‌های مورد نظر که میزان متغیرهای پیاده‌مداری و میزان غلظت آلاینده‌ها می‌باشند، انتخاب شدند.

1 . Pedestrain pocket
2 . Carfree Cities

جدول ۲: متغیرهای قابلیت پیاده‌مداری محلات

برخی متغیرهای قابلیت پیاده‌مداری	مآخذ اقتباس شده
تراکم، شامل: تراکم جمعیتی، تراکم مسکونی، واحد مسکونی	Cervero and Radisch (1996) - Saelens, Sallis and Frank (2003) - Leslie, Saelens, Frank, Owena, Baumand, Coffeee, Hugo (2003) - Newman and Kenworthy (1996) - Dom Nozzi (2003)
کیفیت ارتباط شبکه راه‌ها	Cervero and Radisch (1996) - Saelens, Sallis and Frank (2003) - Leslie, Saelens, Frank, Owena, Baumand, Coffeee, Hugo (2003) - Dom Nozzi (2003)
اختلاط کاربری‌ها	Cervero and Radisch (1996) - Saelens, Sallis and Frank (2003) - Leslie, Saelens, Frank, Owena, Baumand, Coffeee, Hugo (2003) - Newman and Kenworthy (1996) - Dom Nozzi (2003)
دسترسی به سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی	Saelens, Sallis and Frank (2003)

منبع: نگارندگان



نقشه ۱: ایستگاه‌های سنجش کیفیت و محدوده پیرامونی آنها در شعاع ۴۰۰ تا ۸۰۰ متری از ایستگاه‌ها

مأخذ: نگارندگان

۴. داده‌های غلظت آلاینده‌ها

بررسی وضعیت کیفیت هوا در محدوده‌های مورد نظر، براساس محاسبه متوسط غلظت سالیانه آلاینده‌های CO، NO، O3 و PM10 در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. اطلاعات خام غلظت آلاینده‌ها از دو مرکز، شرکت کنترل کیفیت هوا و اداره کل محیط زیست استان تهران بر حسب میزان غلظت هر آلاینده در ساعات مختلف روز تهیه شد و سپس متوسط غلظت سالیانه برای هر آلاینده در سال ۱۳۸۹محاسبه گردید. در نهایت با توجه به شعاع تغییرات غلظت آلاینده NO (که دارای کوتاه‌ترین شعاع تغییر در بین آلاینده‌های مورد نظر است، در حدود ۴۰۰ متر) این اطلاعات تا شعاع ۴۰۰ متری پیرامون ایستگاه‌ها تعمیم داده شد.

۵. داده‌های پیاده‌مداری

در این مطالعه به منظور تخمین قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌های مورد نظر، با توجه به مطالعات انجام گرفته و ویژگی محدوده‌ها، از پنج عامل، A. تراکم خالص واحد مسکونی، B.

تراکم تقاطع‌ها، C. اختلاط کاربری‌ها[1] (Marshall et al, 2009)، D. تراکم واحدهای خرده‌فروشی در واحد سطح (نگارندگان) و E. دسترسی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی استفاده شده است. بر این اساس امتیاز پیاده‌مداری از رابطه زیر محاسبه گردید: (اقتباس از: Marshall et al, 2009)

Walkability =ZA +2 ×ZB +ZC +ZD +ZE

رابطه بالا با اندکی دخل‌وتصرف[2] از مطالعه‌ای که در رابطه با پیاده‌مداری و غلظت آلاینده‌های هوا در سال ۲۰۰۹ به وسیله مارشال، براور و فرنک انجام گرفته، (Marshall et al, 2009) استخراج شده است. در رابطه بالا ZA، ZB، ZC، ZD و ZE امتیاز Z (بدون واحد، با میانگین صفر و انحراف معیار ۱) برای به ترتیب A، B، C، D و E هستند. امتیاز A در جایی که تراکم مسکونی زیاد است، بالاست. امتیاز B در جایی که خیابان‌ها به خوبی با یکدیگر ارتباط دارند، بالا (برای نمونه ارتباطات شبکه‌ای) و در مکان‌هایی که ارتباطات ضعیف هستند، پایین است(برای نمونه بن‌بست‌ها) . امتیاز C برای مکان‌هایی که اختلاط کاربری‌های مسکونی، خرده‌فروشی، اداری به میزان زیادی وجود دارد، بالا و در جاهایی که این کاربری‌ها از لحاظ فضایی یکنواخت هستند، پایین است.امتیاز D برای محدوده‌هایی که در لبه خیابان دارای کاربری‌های خرده‌فروشی فراوان هستند، بالا و در جایی که کاربری‌های خرده‌فروشی کم هستند، پایین است. (در محاسبه تراکم واحدهای خرده‌فروشی واحدهای تجاری در داخل مجتمع‌های بزرگ تجاری محاسبه نشده است) و امتیازE در محدوده‌های پیرامون ایستگاه‌های حمل‌ونقل بالاست.

۶. داده‌های میانگین فاصله از مراکز شهری

به منظور تحلیل فضایی، تغییرات قابلیت پیاده‌مداری و غلظت آلاینده‌های هوا، با فاصله از مراکز[3] شهری، میانگین فاصله هر ایستگاه از مراکز شهری، در محیط نرم‌افزار ArcMap محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت. این مراکز براساس نواحی تعیین شده در گزارش طرح جامع شهر تهران شامل محدوده ولیعصر و پارک ملت، محدوده میدان شهرداری و تجریش، مرکز فراشهری تپه‌های عباس‌آباد، مرکز فراشهری شمال محور انقلاب، محدوده تاریخی بازار بزرگ، مرکز اقتصاد جهانی، اراضی قلعه مرغی و میدان آزادی می‌شوند (طرح جامع شهر تهران، ۱۳۸۵).

۷. تحلیل

به منظور تحلیل ارتباط بین قابلیت پیاده‌مداری و غلظت آلاینده‌ها، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS وارد و از تحلیل‌های رگرسیون و همبستگی استفاده شد. نتایج از ارتباط نسبی آلاینده‌های PM_{10} ، O_3 با قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌ها حکایت دارد.

قابلیت پیاده‌مداری تخمین زده شده، با غلظت آلاینده PM_{10} براساس مدل رگرسیون دارای ضریب تعیین تعدیل یافته ۰.۱۰۶ و میزان همبستگی ۰.۴۱۹ (میزان سطح معناداری ۰.۱۳ است)و با غلظت آلاینده O_3 دارای ضریب تعیین تعدیل یافته ۰.۲۲ و میزان همبستگی ۰.۵۵ در جهت عکس(میزان سطح معناداری۰.۰۹ است) می‌باشد. بدین معنا که با افزایش پیاده‌مداری غلظت آلاینده PM_{10} افزایش و غلظت آلاینده O_3 کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه ازن یک آلاینده ثانویه است و در جو با حضور آلاینده‌های اولیه (NO) و نور خورشید شکل می‌گیرد، در نواحی پیرامونی میزان آن بیشتر، در حالی که قابلیت پیاده‌مداری کمتر است اما ذرات معلق (PM_{10}) و قابلیت پیاده‌مداری در محدوده‌های متراکم و پر تردد مرکزی بیشتر است.

نقشه شماره۲ قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌ها را نشان می‌دهد. میانگین مقادیر برای پیاده‌مداری(فاقد واحد) ۰.۴ برای NO ۲۲.۲۴ (واحد اندازه‌گیری ppb، تعداد ذرات در بیلیون)، برای CO ۳.۵۶ (واحد اندازه‌گیری ppm، تعداد ذرات در میلیون) و برای O_3 ۰.۰۲ ۱۴ (واحد اندازه‌گیری ppb، تعداد ذرات در بیلیون) و برای ذرات معلق PM_{10} ۹۲.۶۰ (واحد اندازه‌گیری میکروگرم در هر متر مکعب) است. همچنین جدول شماره ۳ نتایج تحلیل داده‌های پیاده‌مداری و غلظت آلاینده‌ها را براساس تحلیل فضایی، فاصله از مرکز شهر ارائه می‌کند. تحلیل فضایی فاصله از مراکز شهری، فاصله محدوده‌های مورد نظر و مراکز شهری تهران را گزارش کرده و محدوده‌ها را به سه دسته براساس پیاده‌مداری، NO ، CO، O_3، PM_{10} طبقه‌بندی می‌کند. همان‌طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، میزان بالای متوسط سالیانه غلظت برخی آلاینده‌ها را نشان می‌دهد. آلاینده مهم PM_{10} ذرات معلق با میانگین غلظت ۸۸ میلی‌گرم در مترمکعب در محدوده‌های بررسی شده (PM_{10} از مهمترین آلاینده‌های هوای شهر تهران است که در اغلب موارد مقدار آن از میزان استاندارد جهانی بیشتر است) از میانگین استاندارد سالیانه هوای پاک در ایران (در سال ۱۳۸۹) که۴۰ میلی‌گرم در مترمکعب می‌باشد، بسیار بیشتر است(در حدود دو برابر).

با بررسی اطلاعات متغیرها در قالب بازه‌های سه تایی و محاسبه

---

۱ تخمین میزان اختلاط کاربری‌ها از رابطه : (Frank et al, 2007)

$$\text{اختلاط کاربری‌ها} = -\sum_{i=1}^{n}(pi \times \ln pi)/\ln n$$

که در آن Pi نسبت مساحت کاربری زمین موردنظر به مساحت کل کاربری‌ها (که اختلاط آنها موردنظر قرار دارد) است و n تعداد کاربری‌هایی است، که اختلاط آنها موردنظر است.

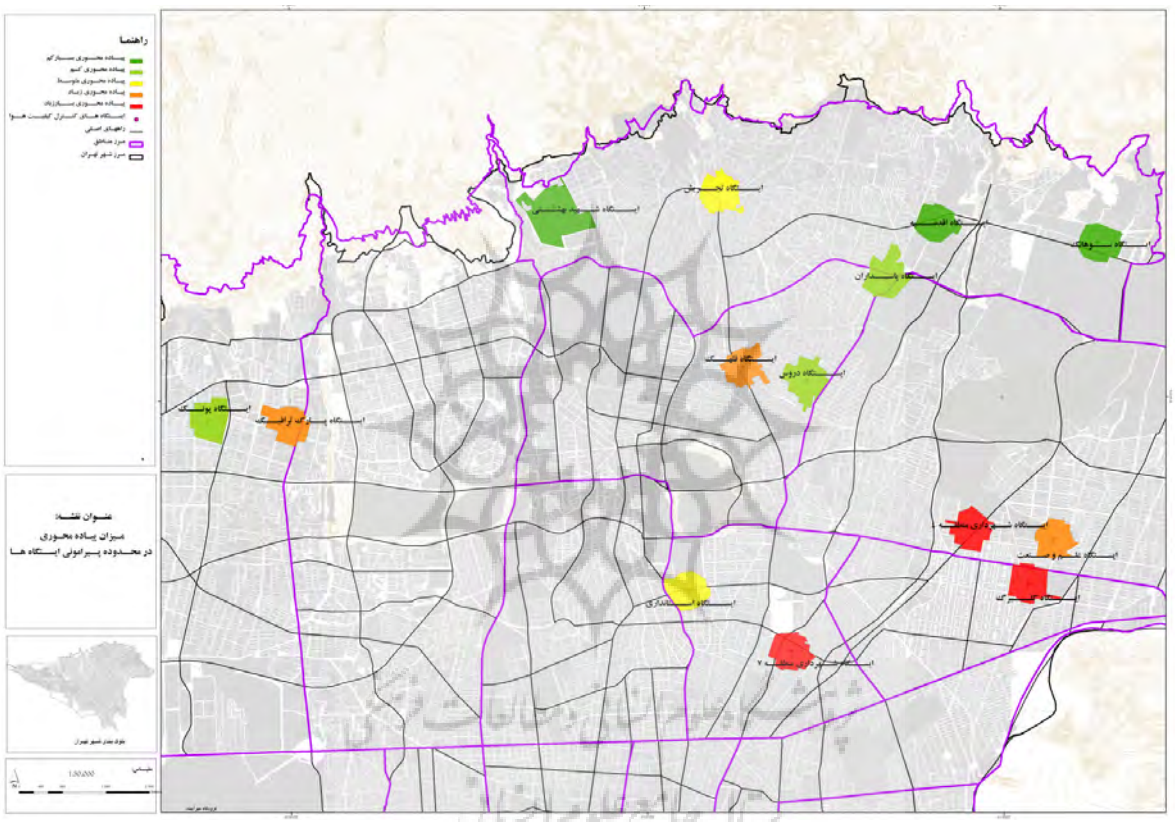
۲ تغییرات اعمال شده در رابطه بالا شامل سه تغییر می‌شود:
۱. براساس محدودیت در دسترسی به اطلاعات مساحت زیربنای کاربری‌ها به منظور محاسبه رابطه اختلاط کاربری‌ها از مساحت قطعات ساختمانی استفاده شد، ۲. باتوجه به تفاوت خصوصیت شهرها در ایران و ایالات متحده امریکا، تراکم واحدهای خرده‌فروشی جایگزین عامل تراکم ساختمانی واحدهای تجاری و خرده‌فروشی گردید و ۳. با توجه به متون نظری و مطالعات انجام شده، عامل دسترسی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی به این رابطه اضافه گردید(ZE).

۳ مراکز شهری استفاده شده در این مطالعه براساس مراکز فراشهری و مرکز شهری میدان آزادی، در طرح جامع مصوب سال ۱۳۸۵ تهران می‌باشدو میانگین فاصله هر محدوده از مراکز شهری، به وسیله تحلیل فاصله‌ای در محیط GIS محاسبه شده است.

جدول ۳: تغییرات میزان پیاده‌مداری و غلظت آلاینده‌ها با فاصله از مراکز شهری

متغیرها	پیاده مداری	NO	CO	PM_{10}	O_3
میانگین ± انحراف معیار	۰,۴ ±۳,۵۲	۸۵,۲۵ ±۶۴,۲۸	۳,۵۲ ±۰,۹۲	۸۸ ±۱۶,۴۱	۲۵ ±۸,۸۷
بازه بندی سه تایی متغیرها	-۴,۶تا ۶,۳	۲۹,۲۴تا ۲۲۲,۲۷	۲,۵۸تا ۵,۶۶	۶۰,۹۲تا ۱۲۴,۵۳	۱۴,۰۲تا ۳۵,۹۸
میانگین فاصله از مرکز شهر، در هر بازه (کیلومتر) بازه پایینی	۹۸,۹۳	۹۴,۲	۸۳,۸	۹۹,۹	۷۴,۸
بازه میانی	۸۲,۵	۸۹,۷	۸۹,۸	۸۴,۶	۸۵,۳۴
بازه بالایی	۸۱,۴۹	۸۲,۶	۹۸,۳	۷۰,۷	۹۹,۲

منبع: نگارندگان



نقشه ۲: قابلیت پیاده مداری برای محدوده‌های پیرامونی ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا

منبع: نگارندگان

میانگین فاصله آنها از مراکز شهری، متوجه می‌شویم که با نزدیک شدن به مراکز شهری، قابلیت پیاده‌مداری افزایش می‌یابد (با میزان همبستگی R= -۰,۵۴)، که از دلایل این امر می‌توان به بالا بودن تراکم مسکونی، تراکم واحدهای خرده‌فروشی، اختلاط بالای کاربری‌ها و دسترسی بهتر به ایستگاه‌های مترو و اتوبوس‌های تندرو در نزدیکی مراکز شهری(با توجه به وضعیت کنونی شهر تهران و میزان بالای جذب سفر در این نواحی)، اشاره نمود. این در حالی است که محدوده‌های پیرامونی با تراکم‌های پایین و عدم دسترسی به حمل‌ونقل عمومی دارای قابلیت پایین‌تر پیاده‌مداری و اتکای بیشتر به اتومبیل هستند. از میان امتیازهای Z در معادله تخمین پیاده‌مداری، تراکم واحدهای خرده‌فروشی با R= -۰,۶۵ و فاصله از نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی با R=۰,۶۲ بیشترین میزان همبستگی را با فاصله از مراکز شهری دارا هستند.

همچنین میزان غلظت آلاینده‌های اولیه با کاهش فاصله از مراکز شهری افزایش می‌یابند. در حالی که غلظت آلاینده ثانویه O_3 در نواحی پیرامونی بیشتر است. درواقع غلظت آلاینده‌های اولیه در نزدیکی مراکز شهر به دلیل میزان انتشارات وسایل نقلیه، بالاتر است. در مقابل آلاینده ثانویه O_3 که بر اثر فعل‌وانفعالات شیمیایی اکسیدهای نیتروژن (NOX) و تبخیر ترکیبات آلی (VOCs) در حضور نور خورشید به عنوان O_3، سیال در هوا تشکیل می‌شود، در نواحی پیرامون شهر میزان بیشتری را نشان

می‌دهد. علاوه بر این NO واکنش داده و میزان O_3 را کاهش می‌دهد، بنابراین غلظت O_3 در نواحی با میزان انتشارات بالای وسایل نقلیه (تمرکز NO) کاهش می‌یابد.

در نقشه شماره ۲ قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌ها مشخص شده است. محدوده‌های شهرداری منطقه ۴ ، ۷ و گلبرگ دارای بیشترین قابلیت پیاده‌مداری هستند. که از دلایل این امر می‌توان به بالا بودن تراکم ساختمانی و تراکم تقاطع‌ها و دسترسی مناسب به حمل‌ونقل عمومی به عنوان عوامل مشترک در این محدوده‌ها اشاره نمود. بعد از محدوده‌های یادشده، محدوده ایستگاه قلهک به دلیل دسترسی مطلوب به حمل‌ونقل عمومی، تراکم بالای کاربری‌های خرده‌فروشی و تراکم نسبتاً بالای تقاطع‌ها، محدوده ایستگاه علم‌وصنعت به دلیل تراکم مسکونی بالا، دسترسی مطلوب به حمل‌ونقل عمومی و محدوده ایستگاه پارک ترافیک به سبب میزان بالای اختلاط کاربری‌ها و تراکم بالای تقاطع‌ها دارای بیشترین قابلیت پیاده‌مداری هستند. همچنین محدوده‌های سوهانک، اقدسیه و شهید بهشتی به دلیل پایین بودن شاخص‌های پیاده‌مداری مانند میزان کاربری‌های مختلط، تراکم تقاطع‌ها، تراکم خرده‌فروشی‌ها و عدم دسترسی مطلوب به سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی دارای کمترین مقدار تخمینی پیاده‌مداری هستند.

با توجه به نقشه شماره ۳، میزان آلودگی هوا در هر محدوده نشان داده شده است. بدین‌منظور میزان غلظت آلاینده‌های CO، NO، O_3 و PM_{10} استاندارد شده و سپس از مجموع این مقادیر، کیفیت نهایی هوا در هر محدوده مشخص گردیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، محدوده‌های استانداری و پاسداران در مجموع ۴ آلاینده، آلوده‌ترین ایستگاه‌ها و محدوده‌های بهشتی، پونک و گلبرگ پاک‌ترین ایستگاه‌ها هستند. با مقایسه دو نقشه پیاده‌مداری و کیفیت هوا، می‌توان ایستگاه‌هایی را که دارای بیشترین قابلیت پیاده‌مداری و کمترین آلودگی هوا هستند(درواقع در مطلوب‌ترین وضعیت قرار دارند) را شناسایی نمود. در این رابطه تنها ایستگاه گلبرگ دارای این ویژگی بوده و در مرحله بعدی می‌توان از محدوده‌های منطقه ۴ و علم‌وصنعت نیز نام برد. همچنین در نقطه مقابل، محدوده پاسداران دارای آلودگی بسیار زیاد و پیاده‌مداری کم و محدوده اقدسیه دارای آلودگی هوای زیاد و پیاده‌مداری بسیار کم است.

ویژگی‌های اصلی محدوده‌های پاسداران و اقدسیه شامل بافت متراکم مسکونی و کمبود فضاهای سبز و باز شهری، تراکم پایین واحدهای خرده فروش، اختلاط پایین کاربری‌ها، ضعف در دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و اتکای کامل این نواحی بر اتومبیل شخصی و قرارگیری در فاصله اندک از اتوبان‌های پرتردد شهری، به عنوان عوامل کالبدی مهم در کیفیت پایین پیاده‌مداری و کیفیت هوای نامناسب در این نواحی شهری است. در عوض بافت طراحی شده و شبکه‌ای، تراکم بالای خالص مسکونی و تراکم متوسط و مطلوب ناخالص جمعیت، دسترسی مناسب به انواع سیستم حمل‌ونقل عمومی، کیفیت بالای فضاهای سبز و باز شهری، اختلاط کاربری‌ها از عوامل مهم در رابطه با ارتقای کیفیت پیاده‌مداری در محدوده ایستگاه گلبرگ در محله نارمک و محدوده ایستگاه شهرداری منطقه ۴ و علم‌وصنعت است.

در انتها این مسئله شایان توجه است که نواحی مورد مطالعه براساس انطباق با موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا انتخاب گردیده و با توجه به محدودیت تعداد ایستگاه‌ها، تنها محلاتی که در پیرامون آن ایستگاه سنجش کیفیت هوا وجود دارد، مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این در ارتباط با اطلاعات کاربری‌ها، وجود نداشتن اطلاعات دقیق مساحت زیربنای کاربری‌ها و اطلاعات فعالیت‌های زیر مجموعه هر کاربری، در ارتباط با تخمین قابلیت پیاده‌مداری محلات از محدودیت‌های مطالعه حاضر به شمار می‌رود که در تحلیل‌ها و نتایج، تأثیرگذار اما اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد.

۸. نتیجه‌گیری

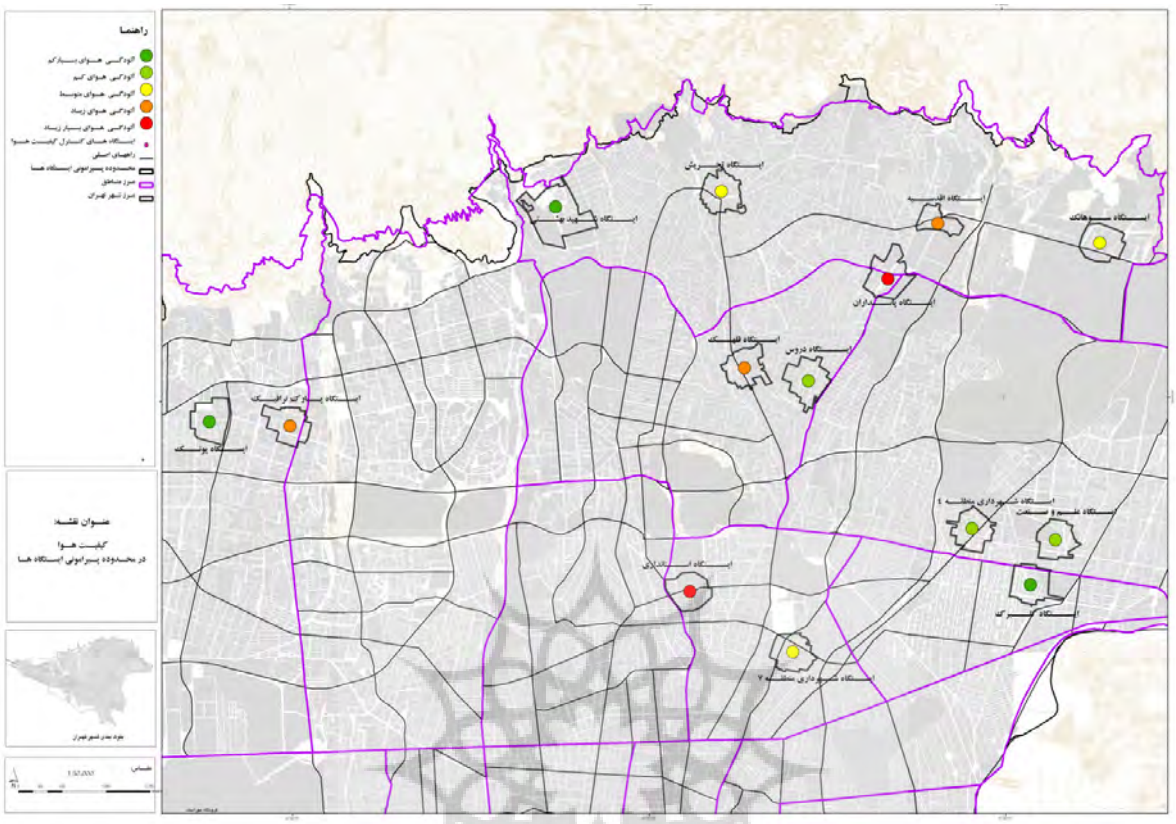
مطالعه انجام گرفته، نحوه ارتباط احتمالی قابلیت پیاده‌مداری محلات و میزان غلظت آلاینده‌های هوا را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده حاکی از این است که محدوده‌ها با قابلیت پیاده‌مداری بالا، از میزان آلودگی اولیه بالا (به طور خاص آلاینده PM_{10}) اما غلظت O_3 پایین برخوردار هستند. با تحلیل الگوی فضایی پیاده‌مداری، تغییرات معناداری با فاصله از مراکز شهری مشاهده گردید؛ بدین معنا که با فاصله از مراکز شهری تغییرات (در جهت کاهش) در قابلیت پیاده‌مداری و برخی شاخص‌ها مانند تراکم مسکونی، تراکم واحدهای خرده‌فروشی، تراکم تقاطع‌ها و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی قابل مشاهده است. در همین رابطه محدوده‌های مرکزی دارای غلظت بالای آلاینده‌های اولیه و نواحی پیرامونی شهر دارای غلظت آلاینده‌های ثانویه بالاتر هستند.

همچنین براساس قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌های پیرامونی ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا، محدوده‌های گلبرگ، شهرداری منطقه ۴ و منطقه ۷ که محلات نارمک، کوی کالاد و شیخ صفی را شامل می‌شوند، بیشترین قابلیت پیاده‌مداری را دارا می‌باشند و در محدوده‌های پیرامون شهر (فاصله زیاد از مرکز) مانند شهید بهشتی، اقدسیه و سوهانک قابلیت پیاده‌مداری محلات پایین‌تر است.

محلاتی که میزان آلودگی کم و پیاده‌مداری بالا را نشان می‌دهند، اندک بوده (تنها محله نارمک)و جزو محلات طراحی شده و دارای شبکه منظم شطرنجی بودند که در پیرامون مرکز شهر واقع شده‌اند. محلات با آلودگی بالا و پیاده‌مداری پایین دور از مرکز شهر قرار دارند. نتایج تحلیل فضایی متغیرها بر این مسئله تأکید دارد که نواحی مختلف شهر، کیفیات محیطی مختلفی را شامل می شوند.

مشخصه‌های محیط ساخته شده شهری در ارتباط با قابلیت پیاده‌مداری محلات از جنبه‌های دیگر مانند سلامت روانی و

چاقی و دیگر عوامل تهدید کننده سلامت عمومی جوامع قابل بررسی است که در مطالعات آتی می‌توان با بررسی محدوده‌های بیشتر و همچنین وارد کردن اطلاعات حمل‌ونقل شهری، به تحلیل نقش جوامع پیاده‌مدار در کاهش اتکا به اتومبیل شخصی و ارتقای کیفیت محیط های ساخته‌شده شهری پرداخت.



نقشه ۳: وضعیت آلودگی هوا در محدوده پیرامونی ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا
منبع: نگارندگان

۹. منابع:

۱. اجلالی، فرید، (۱۳۸۶). آلودگی هوا با نگاهی به پالایش هوای تهران، نشر آموزش کشاورزی.

۲. اصیلیان، حسن ، قانعیان، محمد تقی، غنی زاده، قادر، (۱۳۸۶). آلودگی هوا، منابع،اثرات،روش‌های کنترل،قوانین و مقررات و استانداردها، نشر میترا.

۳. سلطانی، علی، (۱۳۹۰). مباحثی در حمل و نقل شهری با تأکید بر رویکرد پایداری، انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ اول.

۴. شفیع پور، مجید، (۱۳۸۷). مهندسی آلودگی هوا، مؤسسه نشر شهر.

۵. طرح جامع شهر تهران، (۱۳۸۵). مهندسین مشاور بوم سازگان، مطالعات ارکان ساختاری-راهبردی شهر تهران.

۶. محمدی، حسین، (۱۳۹۰). آب و هواشناسی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

۷. وارک، کنت ، وارنر، سیسل ، دیویس، و این، (۱۳۸۸). آلودگی هوا منشأ و کنترل، ترجمه کاظم ندافی و دیگران، انتشارات نص.

8. Butterworth, I., (2000). The Relationship Between the Built Environment and Wellbeing: Opportunities for Health Promotion in Urban Planning. Victorian Health Promotion Foundation, Melbourne.

9. Cervero, R., Kockelman, K., (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design. Transportation Research, Vol. 2, No. 3, pp. 199-219.

10. Crawford, J. H., (2001). Carfree Cities, International Books, Available from: http://www.newcolonist.com/crawford.html, [23 July 2012].

11. Cervero, R., Radisch, C., (1996). Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods. Transport Policy, Vol. 3, Issue 3, PP 131.

12. Cervero, R., Duncan, M., (2003). Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from the San Francisco Bay Area. Am J Public Health 93(9):1478–1483.

13. Design for Health., (2007). Design for Health: Influencing Air Quality with Comprehensive Planning and Ordinances, University of Minnesota, www.designforhealth.net [Accessed 20 July 2012].

14. Ewing, R., and Cervero. R., (2001). "Travel and the Built Environment: A Synthesis." Transportation Research Re-

cord 1780.1.

15. Ewing, R., Schmid, T., Killingsworth, R., Zlot, A., Raudenbush, S., (2003). Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity. Am J Health Promotion 18(1):47.
16. Frumkin, H., Frank, L., Jackson, R., (2004). Urban Sprawl and Public Health: Design, Planning, and Building for Healthy Communities. Washington, DC:Island Press.
17. Frank, L., and Pivo, G., (1994). "Impacts of Mixed Use and Density Utilization of Three Modes of Travel: Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walking." Transportation Research Record 1466.
18. Frank, L., Stone Jr, B., Bachman, W., (2000). Linking land use with household vehicle emissions in the central puget sound: methodological framework and fundings. Transportation Research Part D, no. 5, pp. 173.
19. Forsyth, A., Schively,C., Krizek, K., (2010). Health impact assessment in planning: Development of the design for health HIA tools, Environmental Impact Assessment Review, NO30, 42–51.
20. Frank, L., Saelens, B., Powell, K., Chapman, J., Kavage, S., (2007). Stepping towards causation: Do built environments or neighborhood and travel preferences explain physical activity, driving, and obesity?. Social Science & Medicine, no. 65, pp. 1898,1902.
21. Kashani Jou, KH., (2011). Evaluating integration between public transportation and pedestrian-oriented urban spaces in two main metro stations of Tehran, Scientific Research and Essays Vol. 6(13), pp. 2695-2709.
22. Kenworthy J R., (2006). The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development, Environment and Urbanization Vol18: 67.
23. Kelly-Schwartz, AC., Stockard, J., Doyle, S., Schlossberg, M., (2004). Is sprawl unhealthy? A multilevel analysis of the relationship of metropolitan sprawl to the health of individuals. J Plann Educ Res 24(2):184–196.
24. Leslie, E., Saelens, B., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Coffee, N., Hugo, G., (2003). Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study. Health and Place, Vol. 11, PP 230.
25. Marshall, J., Brauer, M., Frank,L., (2009). Healthy Neighborhoods: Walkability and Air Pollution, Environmental Health Perspectives, number 11.
26. Moudon, V., Hess, M., Snyder, M.C., and Stanilov, K., (1997). Effect of site design on pedestrian travelin mixed use, medium density environment, Transportation research Record, 1578, 48-55.
27. Nozzi, D., (2003). Road to ruin: an introduction to sprawl and how to cure it, Praeger, Westport Connecticut
28. Sallis, J. F., Frank, L. D., Saelens, B. E., Kraft, M. K., (2003). Active transportation and physical activity: opportunities for collaboration on transportation and public health research. Transportation Research Part A, no. 38, pp. 263.
29. Saelens, B., Sallis, J., Frank, L., (2003). Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. Annals of Behavioral Medicine, Vol. 25, Issue 2, PP 82.
30. U.S, EPA., (1999). The Transportation and Environmental Impacts of Infill versus Greenfield Development: A Comparative Case Study Analysis. EPA231-R-99-005. Washington, DC:Urban and Economic Development Division, U.S. Environmental Protection Agency.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی