

تحلیل ارتباط بین قابلیت پیاده‌مداری محلات و آلودگی هوا

مطالعه موردی: نواحی پیرامون ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوای شهر تهران^۱

اسفنديار زبردست - استاد شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران
حسین ریاضی^۲ - کارشناسی ارشد 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 داردند. امروزه بخش عظیمی از آلودگی هوا کلانشهرها به سبب انتشارات آلینده‌ها در بخش حمل و نقل شهری است و این امر لزوم توجه به گونه‌های حمل و نقل پایدار مانند حمل و نقل عمومی را بیش از پیش 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 آلینده‌های O₃, NO₂, CO, PM₁₀ و تخمین قابلیت پیاده‌مداری در چهارده محدوده پیرامون ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوای استفاده شد و در ادامه تغییرات میزان آلینده‌ها و قابلیت پیاده‌مداری محلات با فاصله از مرکز شهر و همچنین میزان همبستگی غلظت آلینده‌ها و قابلیت پیاده‌مداری محلات با استفاده از تحلیل رگرسیونی و همبستگی مورد تحلیل قرار گرفت. یافته‌های پژوهش حاکی از افزایش غلظت آلینده‌های اولیه و قابلیت پیاده‌مداری محلات در نواحی پیرامون مرکز شهر و افزایش غلظت آلینده O₃ با فاصله از مرکز شهر است. همچنین قابلیت پیاده‌مداری محلات و غلظت آلینده‌های O₃ و PM₁₀ دارای همبستگی معناداری با یکدیگر می‌باشد.

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

۳۵
شماره پنجم
۱۳۹۱
زمستان
فصلنامه
علمی-پژوهشی
مطالعات
آلودگی

زنگنه ایام ایرانی قابلیت پیاده‌مداری و آلودگی هوا

۱ . این مقاله برگرفته از مباحث پایان نامه کارشناسی ارشد 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

١. مقدمة

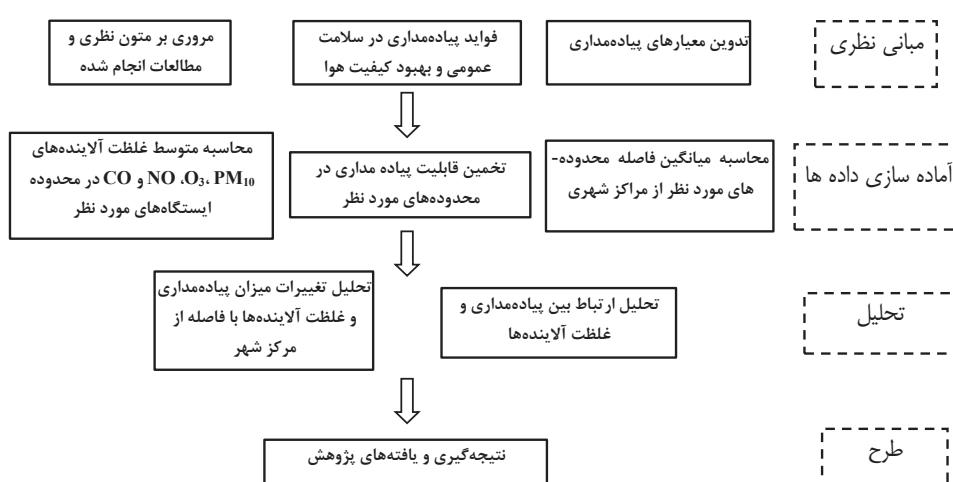
آلودگی هوا از معضلات شایع کلانشهرها، به خصوص کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران محسوب می‌شود. آلودگی هوا و ارتباط آن با سلامت عمومی را، به دلیل مطرح بودن مقیاس‌های مختلف جغرافیایی و گوناگونی منابع آلاینده، می‌توان موضوعی چالش برانگیز دانست. با توجه به این گوناگونی (منابع تولید کننده آلودگی شامل منابع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

با توجه به اینکه امروزه بخش عظیمی از معرض آلودگی کلانشهرها (از جمله تهران) مربوط به تردد اتومبیل‌ها و منابع متحرک می‌باشد (و روزبه روز بر تعداد وسایل نقلیه شخصی افزوده می‌شود) می‌بایستی در پی راه حل‌هایی 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، زمینه ساز پدیده خودروگرایی است. این امر در کنار فقدان زیرساخت‌های لازم حمل و نقل و گزینه‌های حمل و نقل عمومی در کشورهای در حال توسعه، بیش از پیش رو به وحامت گذاشته و هزینه‌های بسیاری را از جمله، اختلاف منابع طبیعی، مخاطرات زیست محیطی 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 بوها، زیست‌بذر و دوستار محیط‌زیست را نوید می‌دهند.

۳۶

شماره پنجم
زمستان ۱۳۹۱
فصلنامه علمی-پژوهشی
مطالعات
سیاست



تمهودا، ف آنند بژو هش

منع: نگاندگان

به طور نامعقولی تداخل در برخورداری راحت از زندگی یا اموال شود (اجلایی، ۱۳۸۶).

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

با رشد فناوری و خروج منابع آلایینده ثابت و صنایع از شهرها، منابع آلایینده متحرک در بخش حمل و نقل شهری به عنوان چالش اصلی آلودگی هوا در کلانشهرها به شمار می رود. ترافیک سنگین و استفاده از فناوری های قدیمی در تولید خودرو موجب شده تا اکثر کلانشهرهای در حال توسعه جهان از قبیل مکریکوسیتی، بانکوک و تهران در ردیف آلوده ترین 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، مکریکوسیتی، سائوپائولو و تهران) از کشورهای در حال توسعه هستند و در این شهرها بخش حمل و نقل، نقش اصلی در ایجاد آلودگی دارد (وارک و دیگران، ۱۳۸۸).

در رابطه با آلودگی هوا در محیط های بیرونی، آلاینده های اولیه و مبنیا به وسیله تغییرات شیمیایی به آلاینده های ثانویه بدل شده که برای تشخیص این ها باید پیش سازه های آن ها (آلاینده های اولیه) شناخته شوند. CO و NO آلاینده های اولیه هستند که بیشتر به واسطه خودروها تولید می شوند. نقطه اوج این آلاینده ها با توجه به الگوی سفرها و ویژگی ها و عادات عمومی مردم متفاوت است؛ به طور مثال نقطه اوج این دو آلاینده اولیه در ایالات متحده در هنگام سفر روزانه صحبتگاهی است و در حالی که در کلان شهر تهران این نقطه اوج در هنگام شامگاه رخ می دهد. NO₂ و O₃ آلاینده های ثانویه هستند که بر اثر یکسری واکنش های پیچیده در جو ساخته می شوند (شفیع پور، ۱۳۸۷).

سازمان بهداشت جهانی WHO شش آلاینده را به عنوان آلاینده های اصلی یا آلاینده های معیار مشخص نموده است. این شش آلاینده شامل: دی اکسید نیتروژن (NO₂)، دی اکسید گوگرد (SO₂), منواکسید کربن (CO)، سرب (pb)، ازن (O₃) و ذرات آلاینده هستند که برای سلامتی انسان بسیار مضر تشخیص داده شده اند (اصیلیان، ۱۳۸۶). هر کدام از این آلاینده ها دارای منابع نولید، خصوصیت ها، اثرات و مقیاس های پراکنده مخصوص به خود است که می باشند در برخورد با مسئله، به آنها توجه نمود. در این مطالعه آلاینده های مرتبط با منابع متحرک مانند، PM₁₀, CO, NO_x, O₃

۳۰ ساده مداری

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

امنیت، حمل و نقل و آبودگی هوا و آب) بر سلامت عمومی تأثیرگذار است (Frumkin et al, 2004). در این راستا برنامه ریزان در تلاش اند تا ارتباطات خود را با متخصصین بهداشت عمومی تقویت کرده و سلامت عمومی را به وسیله فعالیت‌های برنامه ریزی ارتقا بخشند. نگرانی در زمینه مشکلاتی اجتماعی، 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 برنامه ریزی محیط ساخته شده، ریشه در جنبش‌های اصلاح طلبانه سده نوزدهم و ابتدای سده ۲۰ دارند، این در حالی است که در مطالعات اخیر همبستگی این دو موضوع، بیش از پیش مورد توجه قرار دارد (Ann Forsyth et al, 2009).

آلودگی یکی از فاکتورهای اثربار بر سلامتی اس (Butterworth, 2000). بنیاد ارتقای سلامت ویکتوریا در استرالیا کاهش آلودگی، هوا را در کنار کاهش نابرابری ها در دستیابی به تجهیزات شهری، افزایش فعالیتهای بدنی و تغییر در محیط‌های اجتماعی در راستای سرزنش‌گی و پویایی محیط‌های شهری، به عنوان چهار مسئله کلیدی در زمینه برنامه‌ریزی و سلامت عمومی معرفی می‌کند.

دیگرگونی 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 کم درآمد آلودگی هوای بالاتر زیان‌گین را تجربه می‌کنند (تاریخی) بطرف 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، مرکز کنترل بیماری امریکا، سازمان سلامت جهانی^۲ و دیگر مراکز به منظور تحقیق در زمینه این که چگونه طراحی شهری بر تشویق مردم به فعالیت‌های بدنش، 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.

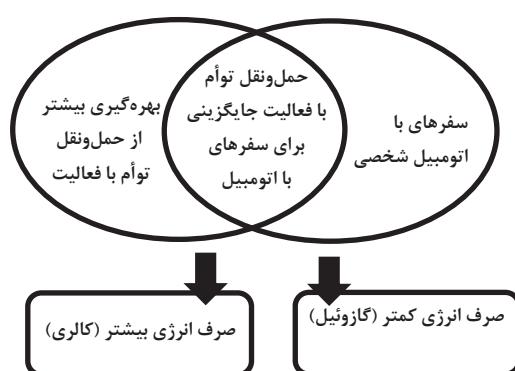
۲۰. آلو دگی، ہوا

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

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

| محل‌های 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 و سایل تقیله ۴۰-۵۰٪ و انتشار کریں دی اکسید و نیتروزن اکسید ۵۰٪ کمتر هستند (U.S. EPA 1999). |
| سانفرانسیسکو | عوامل مطالعه شده در راستای تغییر سفرهای غیر موتوری شامل: خیابان‌ها با ارتباطات مناسب، بلوك‌های کوچک شهری، کاربری‌های مختلط و فاصله نزدیک به فعالیت‌های خرده فروشی (Cervero and Duncan 2003). |
| ۴۴۸ شهرستان و ۸۲ ناحیه شهری | پراکنده رویی قابلیت پیاده روی را کاهش می‌دهد و می‌تواند منجر به افزایش وزن شود (Ewing et al. 2003). |
| سفرهای با اتومبیل شخصی کمتر | با مقایسه نواحی مرکزی شهر و پیرامون، مشاهده گردید که پیاده‌مداری و غلظت NO در نواحی پیرامون مرکز شهر و بر عکس 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 پیاده روی (در حدود سه برابر) دارد (Moudon et al. 1997). |

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



نمودار شماره ۲: حمل و نقل توان 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 پیاده مدار بیان می دارد:

۱. تمرکز مراسم های پیاده (رونق فستیوال های پیاده)، ۲.
۲. تراکم های مسکونی، ۳. ابعاد در مقیاس های انسانی، ۴.
۳. مغازه های تجاری محلی فعال و متنوع، ۵. آرام سازی ترافیک،
۶. فعالیت های شبانه روزی، ۷. قطعات باریک، ۸. کیفیت هوایی، ۹. عرض پیاده روهای، ۱۰. برخی مبلمان های شهری غیر مشخص (مانند سطل های زباله)، ۱۱. بدن های ساختمانی فعال،
۱۲. فاصله شعاع های گردش و عبور مدرن (در تقاطع ها)، ۱۳.
۱۳. مجاورت ها (نزدیکی مناطق مسکونی به مناطق اشتغال، مدارس وغیره)، ۱۴. کوتاهی طول بلوک های شهری، ۱۵. چشم اندازهای انتهایی (خیابان ها) و ۱۶. مشاغل تجاری مناسب (برای مثال حلوگیری از استقرار فعالیت های، مانند فوشاگاه های بزرگ،

سفرهای شهری و نحوه استفاده از گرینه های حمل و نقل، امری ثابت شده است (Frank et al, 2000; Cervero and kockelman, 1997). چگونگی ساخت محیط و توجه به مشخصه های طراحی و برنامه ریزی شهری در بهره گیری از سفرهای پیاده و دوچرخه و به طور کلی گونه های حمل و نقل متکی بر فعالیت بدنی، (که از آن به عنوان حمل و نقل توأم با فعالیت نام برده می شود)، تأثیرگذار است. افزایش توجه به حمل و نقل توأم با فعالیت می تواند در حل مشکلات مختلف حمل و نقل و سلامت عمومی مؤثر واقع شود. گزینه های حمل و نقل به شکل پیاده روی و دوچرخه سواری می تواند مزیت هایی را در زمینه گره ترافیک، تقاضا برای پارکینگ و آلودگی هوا در پی داشته باشد. همین طور الگوهای کاربری زمین مرتبط با حمل و نقل توأم با فعالیت در راستای موفقیت حمل و نقل عمومی ضروری بوده و با استفاده از حمل و نقل عمومی با سطح بالای پیاده روی سازگار است (Frank et al, 2003 Cited in Sallis, 2003).

در این زمینه ایجاد محلات و نواحی شهری پیاده مدار در افزایش سهم سفرهای توأم با فعالیت از جایگاهی ویژه بروخودار است. پیاده مداری شاخصی است در ارتباطه با شرایط کلی پیاده روى در یک ناحیه شهری که در مقیاس های مختلف شامل یک سایت، خیابان، محله و شهر اطلاق می گردد. در پیاده مداری کیفیت تجهیزات مرتبط با پیاده روى، شرایط سواره روها، الگوهای کاربری اراضی، حمایت های اجتماعی، امنیت و راحتی پیاده روى مورد نظر است (Kashani Jou, 2011).

۳. شناخت محدوده های مورد مطالعه

به منظور تحلیل پیاده مداری و سنجش کیفیت هوا، محدوده پیرامون ۱۴ ایستگاه کنترل کیفیت هوای استان تهران انتخاب شد. این محدوده ها، شعاع ۴۰۰ متری از ایستگاه ها را در بر می گیرند که به منظور اندازه گیری مشخصه های شهری این نواحی با مرزهای بلوک شهری (اطلاعات بلوک آماری) تطبیق داده شد و در این راستا شعاع محدوده های مورد نظر درجه ای تا ۸۰۰ متر نیز افزایش یافت. شعاع در نظر گرفته شده ۴۰۰ متر، براساس مقیاس فاصله ای تغییر غلظت آلاینده ها تعیین شده است و با توجه به مطالعات جهانی انجام شده در این رابطه این مقیاس برای آلاینده های گوناگون متفاوت است؛ برای مثال آلاینده O₃ مقیاس فاصله ای بیشتری نسبت به NO دارد، از این روی کوتاه ترین مقیاس برای مطالعه انتخاب گردید که فاصله تغییر آلاینده NO به شعاع ۴۰۰ متر می باشد (Marshall et al., 2009).

ایستگاه های انتخابی شامل، ایستگاه پونک در محله کوی شاهین، ایستگاه استانداری در محله عباس آباد 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 ۴ در محله کوی کالاد و شمیران نو و ایستگاه اقدسیه در محله اقدسیه و نوبنیاد، از ایستگاه های تحت نظر ارت شرکت کنترل کیفیت هوا و ایستگاه پارک ترافیک در محله پونک شمالی، ایستگاه قله ک در محله قله ک، ایستگاه شهید بهشتی در محله دانشگاه، ایستگاه پاسداران در محله اختیاریه، ایستگاه سوهانک در محله سوهانک، ایستگاه علم و صنعت در محله کوی کولاد و تهران پارس و ایستگاه تجریش در محله تجریش، از ایستگاه های تحت نظر ارت سازمان محیط زیست تهران می باشند. این نواحی در ۶ منطقه از مناطق ۲۲ گانه تهران قرار گرفته اند که شامل، مناطق ۱، ۳، ۴، ۵، ۷، ۸، می شوند. محدوده های مورد مطالعه با مساحتی در حدود ۵۰ هکتار همگی در نیمه شمالی شهر تهران قرار دارند و از نظر مشخصه های شهری و غلظت آلاینده ها با یکدیگر متفاوت هستند. همچنین گفتندی است که، پراکندگی محدوده ها براساس موقعیت ایستگاه های سنجش کیفیت هوا بوده؛ بنابراین با توجه به تعداد کم ایستگاه های سنجش کیفیت هوا در سطح شهر، مطالعه حاضر در رابطه با توزیع متعادل محدوده ها (در نیمه شمالی شهر) با محدودیت روپرتوست. نقشه شماره ۱ موقوعیت ایستگاه های مورد نظر و محدوده مشخص شده در پیرامون ایستگاه ها (در شعاع ۴۰۰ تا ۸۰۰ متری از ایستگاه ها) را نشان می دهد.

لازم به ذکر است که محدوده های مورد نظر با توجه به پراکندگی ایستگاه های سنجش کیفیت هوا، کنترل نسبی سایر عوامل تأثیرگذار در کیفیت هوا (که در این مقاله مورد نظر نیستند) مانند ویژگی های جغرافیایی و غیره) و مقایسه کارآمدتر شاخص های مورد نظر که میزان متغیرهای پیاده مداری و میزان غلظت آلاینده ها می باشند، انتخاب شدند.

پمپ بنزین ها و کارواش ها و غیره (Nozzi, 2003). کاشانیجو در زمینه ارزیابی یکپارچگی بین حمل و نقل عمومی و فضاهای شهری پیاده مدار نه معیار را پیشنهاد می کند: کاربری زمین نواحی پیرامونی، خصوصیات کالبدی و منظر شهری در نواحی پیرامونی، شدت رفت و آمد ها 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 گزینه های حمل و نقل، دسترسی مطلوب وسایل نقلیه و تجهیزات مرتبط با آن، مقیاس عملکردی و پتانسیل های توسعه های آتی (Kashani Jou, 2011).

نظریه ای که به تاریخی در رابطه با ساخت شهر و سایر گزینه های حمل و نقل مانند سفرهای پیاده مطرح است، ایده محدوده های پیاده^۱ است که در دهه ۱۹۸۹ به وسیله کلتورپ مطرح شد. این ایده محدوده های پیاده را در شعاع های مشخص (۰-۴۰۰ متری) به منظور تشویق افراد به پیاده روي و یا دوچرخه سواری مطرح می کند. این محدوده ها برای سهولت سفرهای پیاده (جایگزین اتومبیل شخصی) طراحی شده، بنابراین می باشند در فاصله مناسب به منظور دسترسی پیاده ساخته شوند. این ایده، پیوند مستحکمی با نظریات باغ شهر، توسعه حمل و نقل محور و نوشهرسازی دارد (Calthorpe, 1989).

از دیگر ایده های متأخر که به تاریخی مطرح شده، ایده شهرهای فاقد ماشین^۲ است، که در قالب کتابی با همین نام در سال ۲۰۰۰ به وسیله کرافورد مطرح گردید. او از اهداف این طرح، به موضوعات اجتماعی، زیبایی شناسی، انرژی و محیط زیست اشاره می کند. در راستای تشریح ساخت شهری خود، شهری میانی (یک میلیون نفر جمعیت) را مطلوب برمی شمارد. برخی از ویژگی های ضروری ساخت شهری در این مدل پیشنهادی شامل: باز تولید جوامع با کاربری مختلط (سفرهای پیاده به فروشگاه ها و مدارس)، افزایش تراکم های جمعیتی (افراد بیشتر در مساحت های کوچکتر) و کاهش استفاده از اتومبیل (جایگزینی آن با حمل و نقل ریلی) هستند. او استفاده از اتومبیل را در خیابان های شهری در موارد ضروری مجاز برمی شمارد و پیشنهاد می دهد که اتومبیل ها برای سفرهای طولانی و بیرون از شهر استفاده شوند. این نوع توسعه شهر، بازگشتی مدنی به شهرهای قرون وسطایی دارد و عناصری مانند بولوارها و خطوط حمل و نقل ریلی را (به منظور سفرهای بین ناحیه ای) شامل می شود، همچنین در نسبت با شهرهای قرون وسطا، میزان فضاهای سبز شهری را به میزان قابل توجهی افزایش می دهد (Crawford, 2001).

با توجه به نظرات مختلف در مورد معیارهای کالبدی به منظور تشویق شهر و ندان به پیاده روي، برخی متغیرهای تخمین قابلیت پیاده مداری محلات شهری در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

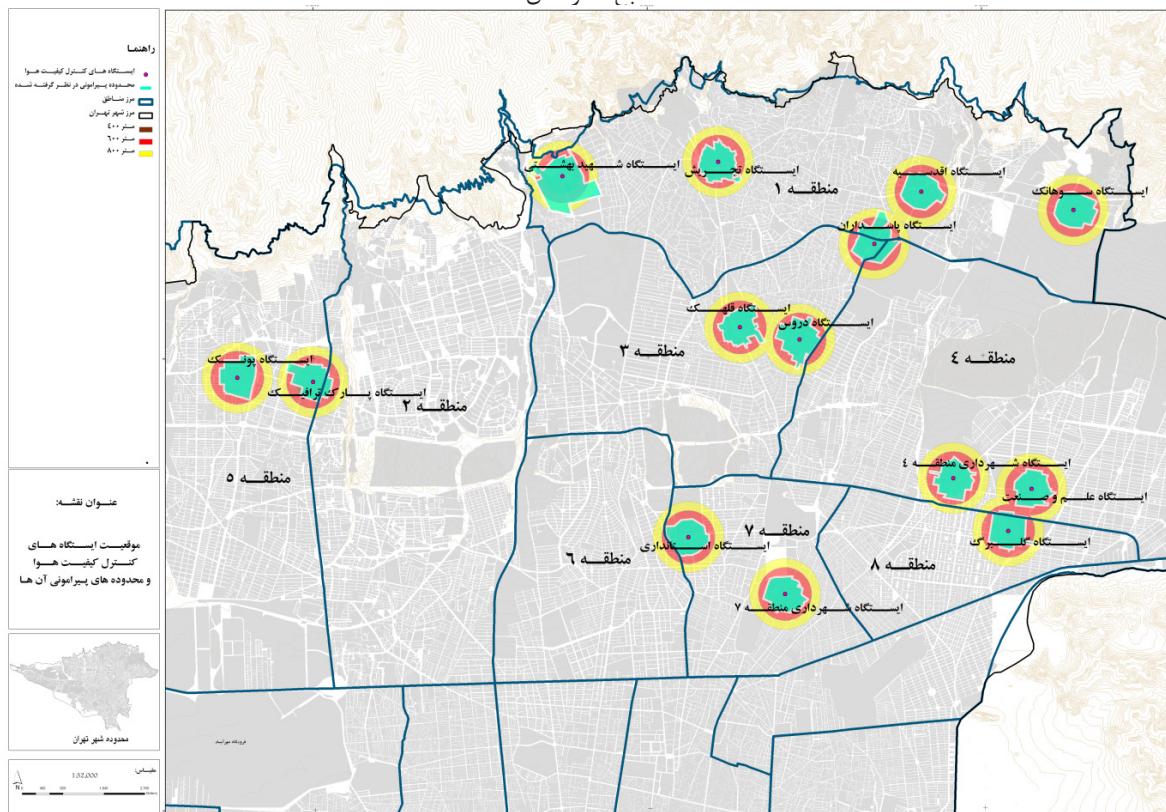
1 . Pedestrian pocket

2 . Carfree Cities

جدول ۲: متغیرهای قابلیت پیاده‌مداری محلات

| برخی متغیرهای قابلیت پیاده‌مداری | ماخذ 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 حمل و نقل عمومی | Saelens, Sallis and Frank (2003) |

منبع: نگارندگان



نقشه ۱: استگاه‌های سنجش کیفیت و محدوده پرامونی، آنها در شعاع ۴۰۰ تا ۸۰۰ متری از استگاه‌ها

مأخذ: نگاندگان

به شعاع تغییرات غلظت آلاینده NO_x که دارای کوتاه‌ترین شعاع تغییر در بین آلاینده‌های مورد نظر است، در حدود ۴۰۰ متر) این اطلاعات تا شعاع ۴۰۰ متری پیرامون ایستگاه‌ها تعیین داده شد.

۵- مداری، ساده داده ها

در این مطالعه به منظور تخمین قابلیت پیاده مداری محدوده های مورد نظر، با توجه به مطالعات انجام گرفته و پیرگی محدوده ها، از بینج عاماً، A. تاکم خالص واحد مسکونی، B.

۴. داده‌های غلظت آلاندنه‌ها

بررسی وضعیت کیفیت هوای در محدوده‌های مورد نظر، براساس محاسبه متوسط غلظت سالیانه آلاینده‌های CO، NO_x، O₃ و PM10 در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. اطلاعات خام غلظت آلاینده‌ها از دو مرکز، شرکت کنترل کیفیت هوای و اداره کل محیط زیست استان تهران بر حسب میزان غلظت هر آلاینده در ساعت مختلف روز تهیه شد و سپس متوسط غلظت سالیانه برای هر آلاینده در سال ۱۳۸۹ محاسبه گردید. در نهایت با توجه

ایستگاه از مراکز شهری، در محیط نرم افزار ArcMap محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت. این مراکز براساس نواحی تعیین شده در گزارش طرح جامع شهر تهران شامل محدوده و لیعصر و پارک ملت، محدوده میدان شهرداری و تجریش، مرکز فراشهری تپه های عباس آباد، مرکز فراشهری شمال محور انقلاب، محدوده تاریخی بازار بزرگ، مرکز اقتصاد جهانی، اراضی قلعه مرغی و میدان آزادی می شوند (طرح جامع شهر تهران، ۱۳۸۵).

۷. تحلیل

به منظور تحلیل ارتباط بین قابلیت پیاده مداری و غلظت آلینده ها، داده هادر نرم افزار SPSS وارد و از تحلیل های رگرسیون و همبستگی استفاده شد. نتایج از ارتباط نسبی آلینده های PM10 با قابلیت پیاده مداری محدوده ها حکایت دارد.

قابلیت پیاده مداری تخمین زده شده، با غلظت آلینده PM10 براساس مدل رگرسیون دارای ضریب تعیین تعدیل یافته ۰.۰۶ و میزان همبستگی ۰.۴۱۹ میزان سطح معناداری ۱۳٪ است و با غلظت آلینده O₃ دارای ضریب تعیین تعدیل یافته ۰.۲۲ و میزان همبستگی ۰.۵۵ درجهت عکس (میزان سطح معناداری ۰.۹٪ است) می باشد. بدین معنا که با افزایش پیاده مداری غلظت آلینده PM10 افزایش و غلظت آلینده O₃ کاهش می یابد. با توجه به اینکه ازن یک آلینده ثانویه است و در جو با حضور آلینده های اولیه (NO) و نور خورشید شکل می گیرد، در نواحی پیرامونی میزان آن بیشتر، در حالی که قابلیت پیاده مداری کمتر است اما ذرات معلق (PM10) و قابلیت پیاده مداری در محدوده های متراکم و پر تردد مرکزی بیشتر است.

نقشه شماره ۲ قابلیت پیاده مداری محدوده ها را نشان می دهد. میانگین مقادیر برای پیاده مداری (فاقد واحد) ۰.۰۲۰۳، برای NO ۰.۲۲ (واحد اندازه گیری ppb)، تعداد ذرات در بیلیون، برای CO ۰.۵۶ (واحد اندازه گیری ppm)، تعداد ذرات در میلیون و برای ذرات معلق ۰.۹۲ PM10. (واحد اندازه گیری میکروگرم در هر متر مکعب) است. همچنین جدول شماره ۳ نتایج تحلیل داده های پیاده مداری و غلظت آلینده ها را براساس تحلیل فضایی، فاصله از مرکز شهر ارائه می کند. تحلیل فضایی فاصله از مراکز شهری، فاصله محدوده های مورد نظر و مراکز شهری تهران را گزارش کرده و محدوده ها را به سه دسته براساس پیاده مداری، NO، O₃، CO، PM10 طبقه بندی می کند. همان طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می شود، میزان بالای متوسط سالیانه غلظت برخی آلینده ها را نشان می دهد. آلینده مهم PM10 ذرات معلق با میانگین غلظت ۸۸ میلی گرم در متر مکعب در محدوده های بررسی شده (PM10) از مهمترین آلینده های هوای شهر تهران است که در اغلب موارد مقدار آن از میزان استاندارد جهانی بیشتر است (در حدود دو برابر).

با بررسی اطلاعات متغیرها در قالب بازه های سه تایی و محاسبه

تراکم تقاطع ها، C. اختلاط کاربری ها^۱ (Marshall et al, 2009) D. تراکم واحدهای خردۀ فروشی در واحد سطح (نگارندگان) و E. دسترسی به ایستگاه های حمل و نقل عمومی استفاده شده است. بر این اساس امتیاز پیاده مداری از رابطه زیر محاسبه گردید: (اقتباس از: Marshall et al, 2009)

$$\text{Walkability} = ZA + 2 \times ZB + ZC + ZD + ZE$$

رابطه بالا با اندکی دخل و تصرف^۲ از مطالعه ای که در رابطه با پیاده مداری و غلظت آلینده های هوا در سال ۲۰۰۹ به وسیله Marshall et al, 2009 مارشال، براور و فرنک انجام گرفته، استخراج شده است. در رابطه بالا ZA، ZB، ZC، ZD و ZE و 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 خیابان ها به خوبی با یکدیگر ارتباط دارند، بالا (برای نمونه ارتباطات شبکه ای) و در مکان هایی که ارتباطات ضعیف هستند، پایین است (برای نمونه بن بست ها). امتیاز C برای مکان هایی که اختلاط کاربری های مسکونی، خردۀ فروشی، اداری به میزان زیادی وجود دارد، بالا و در جاهایی که این کاربری ها از لحاظ فضایی یکنواخت هستند، پایین است. امتیاز D برای محدوده هایی که در لبه خیابان دارای کاربری های خردۀ فروشی فراوان هستند، بالا و در جایی که کاربری های خردۀ فروشی کم هستند، پایین است. در محاسبه تراکم واحدهای خردۀ فروشی واحدهای تجاری در داخل مجتمع های بزرگ تجاری محاسبه نشده است) و امتیاز E در محدوده های پیرامون ایستگاه های حمل و نقل بالاست.

۶. داده های میانگین فاصله از مراکز شهری

به منظور تحلیل فضایی، تغییرات قابلیت پیاده مداری و غلظت آلینده های هوا، با فاصله از مراکز شهری، میانگین فاصله هر

^۱ تخمین میزان اختلاط کاربری ها از رابطه : (Frank et al, 2007)

$\sum_{i=1}^n (pi \times \ln pi) / \ln n$ - اختلاط کاربری ها که در آن Pi نسبت مساحت کاربری زمین موردنظر به مساحت کل کاربری ها (که اختلاط آنها موردنظر قرار دارد) است و n تعداد کاربری هایی است، که اختلاط آنها موردنظر است.

^۲ تغییرات اعمال شده در رابطه بالا شامل سه تغییر می شود:

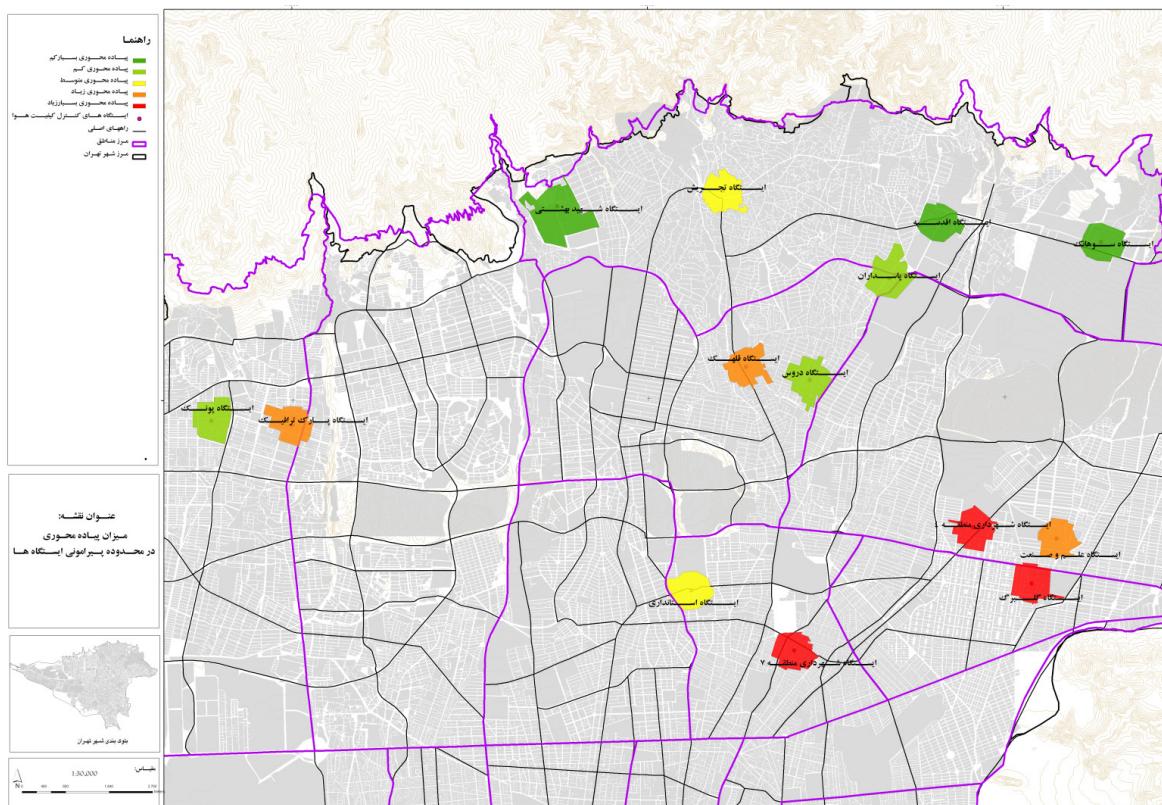
۱. براساس محدودیت در دسترسی به اطلاعات مساحت زیرینی کاربری ها به منظور محاسبه رابطه اختلاط کاربری ها از مساحت قطعات ساختمانی استفاده شد. ۲. با توجه به تفاوت خصوصیت شهرها در ایران و ایالات متحده امریکا، تراکم واحدهای خردۀ فروشی جایگزین عامل تراکم ساختمانی واحدهای تجاری و خردۀ فروشی گردید و ۳. با توجه به متون نظری و مطالعات انجام شده، عامل دسترسی به ایستگاه های حمل و نقل 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 می باشد و میانگین فاصله هر محدوده از مراکز شهری، به وسیله تحلیل فاصله ای در محیط GIS محاسبه شده است.

جدول ۳: تغییرات میزان پیاده مداری 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 | -۴,۶ تا ۶,۳ | ۲۹,۲۴ تا ۲۲۲,۲۷ | ۲,۵۸ تا ۵,۶۶ | ۶۰,۹۲ تا ۱۲۴,۵۳ | ۱۴,۰۲ تا ۳۵,۹۸ |
| میانگین فاصله از مرکز شهر، در هر بازه (کیلومتر) | ۹۸,۹۳ | ۹۴,۲ | ۸۳,۸ | ۹۹,۹ | ۷۴,۸ |
| بازه پاییزی | | | | | |
| 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



۲؛ قابلیت باده مداری، رای، محدوده های سامونز، استگاه های سنحش، کیفیت هوا

منع: نگارندگان

خرده فروشی با $R = 0,65$ و فاصله از نزدیکترین ایستگاه حمل و نقل عمومی با $R = 0,62$ بیشترین میزان همبستگی را با فاصله از مراکز شهری دارد.

همچنین میزان غلظت آلاینده‌های اولیه با کاهش فاصله از مراکز شهری افزایش می‌یابند. در حالی که غلظت آلاینده ثانویه O₃ در نواحی پیرامونی بیشتر است. درواقع غلظت آلاینده‌های اولیه در نزدیکی مراکز شهر به دلیل میزان انتشارات وسائل نقلیه، بالاتر است. در مقابل آلاینده ثانویه O₃ که بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی اکسیدهای نیتروژن (NOX) و تبخیر ترکیبات آلی (VOCs) در حضور نور خورشید به عنوان O₃. سیال در هوا تشکیل می‌شود، در نواحی پیرامون شهر میزان بیشتری را نشان

میانگین فاصله آنها از مرکز شهری، متوجه می‌شوند که بازدید شدن به مرکز شهری، قابلیت پیاده‌مداری افزایش می‌یابد (با میزان همبستگی $R = 0,54$)، 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 مرکز 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 حمل و نقل عمومی دارای قابلیت پایین تر پیاده‌مداری و اتکای بیشتر به اتومبیل هستند. از میان امتیازهای Z در معادله تخمین پیاده‌مداری، تراکم واحدهای

دسترسی مناسب به انواع سیستم حمل و نقل 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 علم و صنعت است.

در انتهای 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 پیامون 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 فعلیت‌های زیرمجموعه 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 PM10) اما غلظت O₃ 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 واحدان خوده فروشی، تراکم تقاطع‌ها و دسترسی به حمل و نقل عمومی قابل مشاهده است. در همین رابطه محدوده‌های مرکزی دارای غلظت بالای آلاینده‌های اولیه و نواحی پیامونی شهر دارای غلظت آلاینده‌های ثانویه بالاتر هستند.

همچنین براساس قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌های پیامونی 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 دارای باشند و در محدوده‌های پیامون شهر (فاصله زیاد از مرکز) مانند شهید بهشتی، اقدسیه و سوهانک قابلیت پیاده‌مداری محلات پایین تر 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 پیامون مرکز شهر واقع شده‌اند. محلات با آلودگی بالا و پیاده‌مداری پایین دور از مرکز شهر قرار دارند. نتایج تحلیل فضایی متغیرها براین مسئله تأکید دارد که نواحی مختلف شهر، کیفیت محیطی مختلفی را شامل می‌شوند.

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

می‌دهد. علاوه بر این NO واکنش داده و میزان O₃ را کاهش می‌دهد، بنابراین غلظت O₃ در نواحی با میزان انتشارات بالای وسایل نقلیه (تمرز NO) کاهش می‌یابد.

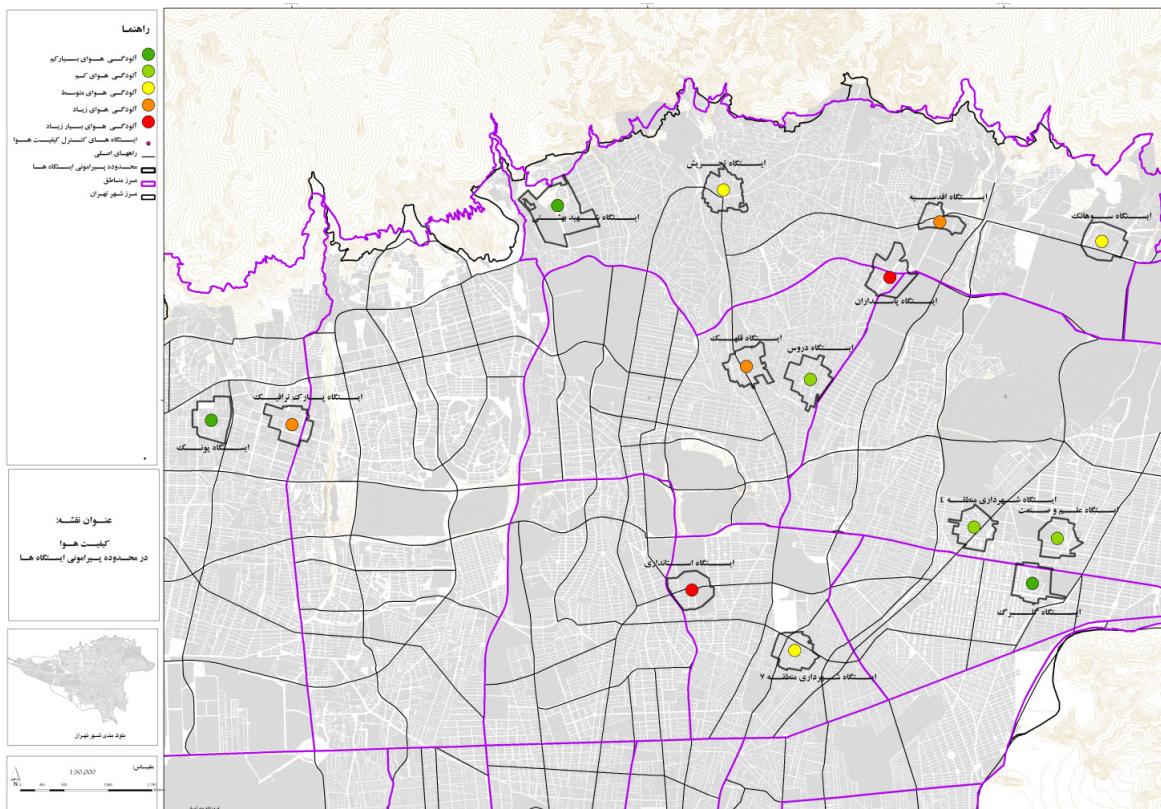
در نقشه شماره ۲ قابلیت پیاده‌مداری محدوده‌ها مشخص شده است. محدوده‌های شهرداری منطقه ۴، ۷ و گلبرگ دارای بیشترین قابلیت پیاده‌مداری هستند. که از دلایل این امر می‌توان به بالا بودن تراکم ساختمانی و تراکم تقاطع‌ها و دسترسی مناسب به حمل و نقل عمومی به عنوان عوامل مشترک در این محدوده‌ها اشاره نمود. بعد از محدوده‌های یادشده، محدوده ایستگاه قلهک به دلیل دسترسی مطلوب به حمل و نقل عمومی، تراکم بالای کاربری‌های خوده فروشی و تراکم نسبتاً بالای تقاطع‌ها، محدوده ایستگاه علم و صنعت به دلیل تراکم مسکونی بالا، دسترسی مطلوب به حمل و نقل 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 خوده فروشی‌ها و عدم دسترسی مطلوب به سیستم‌های حمل و نقل عمومی دارای کمترین مقدار تخمینی پیاده‌مداری هستند.

با توجه به نقشه شماره ۳، میزان آلودگی هوا در هر محدوده نشان داده شده است. بدین منظور میزان غلظت آلاینده‌های CO، NO₂ و PM10 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 محله بعدی می‌توان از محدوده‌های منطقه ۴ و علم و صنعت 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 مترکم مسکونی و کمبود فضاهای سبز و باز شهری، تراکم پایین واحدان خوده فروش، اختلاط پایین کاربری‌ها، ضعف در دسترسی به حمل و نقل 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 هوا نامناسب در این نواحی شهری است. در عوض بافت طراحی شده و شبکه‌ای، تراکم بالای خالص مسکونی و تراکم متوسط و مطلوب ناخالص جمعیت،

تحلیل نقش جوامع پیاده مدار در کاهش انکار به اتومبیل شخصی و ارتقای کیفیت محیط های ساخته شده شهری پرداخت.

چاقی و دیگر عوامل تهدید کننده سلامت عمومی جوامع قابل بررسی است که در مطالعات آتی می‌توان با بررسی محدوده‌های بیشتر و همچین وارد کردن اطلاعات حمل و نقل شهری، به



نقشه ۳: وضعیت آلودگی هوا در محدوده پیرامونی ایستگاه های سنجش کیفیت هوا

منبع: نگارندگان

٩. منابع:

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 Record*, 1438, 1–10.
 15. اجلالی، فرید، (۱۳۸۶). آلودگی هوا با نگاهی به پالایش هوای تهران، نشرآموزش کشاورزی.
 ۱۶. اصلیان، حسن، قانعیان، محمد تقی، غنی زاده، قادر، (۱۳۸۶). آلودگی هوا، متابع، اثرات، روش های کنترل، قوانین و مقررات و استانداردها، نشر میرتا.
 ۱۷. سلطانی، علی، (۱۳۹۰). مباحثی در حمل و نقل شهری با تأکید بر رویکرد پایداری، انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ اول.
 ۱۸. شفیع پور، مجید، (۱۳۸۷). مهندسی آلودگی هوا، مؤسسه نشر شهر.
 ۱۹. طرح جامع شهر تهران، (۱۳۸۵). مهندسین مشاور بوم سارگان، مطالعات ارکان ساختاری-راهبردی شهر تهران.
 ۲۰. محمدی، حسین، (۱۳۹۰). آب و هواشناسی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
 ۲۱. وارک، کنت، وارنر، سیسل، دیویس، و این، (۱۳۸۸). آلودگی هوا منشأ و کنترل، ترجمه کاظم ندافی و دیگران، انتشارات نص.
 ۲۲. Butterworth, I., (2000). The Relationship Between the Built Environment and Wellbeing: Opportunities for Health Promotion in Urban Planning. *Victorian Health Promotion*

- 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.
- 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.
 - Marshall,J., Brauer,M., Frank,L., (2009). Healthy Neighborhoods: Walkability and Air Pollution, *Environmental Health Perspectives*, number 11 .25
 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*

۱۴۵

شماره پنجم

جمهوری اسلامی ایران

سال ۱۳۹۱

فصلنامه

علمی-پژوهشی

مطالعات

شهر

تجلیل از ارتباط بین قابلیت زیست‌محیطی محلات و الگویی فعالیت

