مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری، سال پنجم، شمارهٔ ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، شمارهٔ پیاپی ۸

DOI: 10.22067/gusd.v5i1.73356

بررسی تأثیر سناریوهای ساختار فضایی شهر بر آلودگی هوا

(نمونه مورد مطالعه: شهر تهران)

مصطفی قدمی (دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران، نویسنده مسئول)
ghadami56@gmail.com
هادی عبداله وند (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران)
hadiabdollahvand@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۷ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۰/۲۰

صص ۲۸۰-۲۶۱

چکیده

ساختار فضایی شهرها به شکلی عمیق با الگوی سفرهای درون شهری به منظور دسترسی به محل کار، سکونت، تفریح و امور روزمره در ارتباط است. این پیوند ناگسستنی به نوبه خود تحت تأثیر کیفیت و شیوه های مختلف سفر می تواند بر کیفیت محیطی شهرها و از آن جمله کیفیت هوا، تأثیر مستقیم برجای بگذارد. از این رو تأثیر ساختار فضایی شهر بر کیفیت هوای شهری تحت تأثیر الگوی های سفر قابل تحلیل و پیش بینی است. این تحقیقی است توصیفی-تحلیلی مبتنی بر اطلاعات ثانویه و طی آن ابتدا ساختار فضایی شهر تهران توسط ضریب آنتروپی شانون و ضریب موران بر اساس آمار بلوک های جمعیتی و جرِم فعالیت های جاذب سفر در سطح مناطق ۲۲ گانه تهران تعیین گردید. در ادامه به بررسی وضعیت آلودگی هوای شهر در وضع موجود پرداخته شد. در مرحله بعدی با استفاده از مدل سازی سناریو، تأثیر ساختارهای فضایی مختلف شهری بر آلوگی هوای تهران مورد سنجش قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان می دهد که ساختار فضایی بی مرکز یا پراکنده تأثیری معنی‌دار بر افزایش میزان آلودگی هوای تهران دارد.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، تهران، ساختار فضایی شهر، سناریوسازی.

۱. مقدمه

۱ .۱. طرح مسئله

همراه با رشد جمعیت و تمرکز فعالیت‌های اقتصادی در فضاهای شهری، شهرها رشد می‌یابند و نواحی شهری بطور سریعی گسترده می‌شوند (ادوارد[1]،۲۰۰۲؛ دای و همکاران[2]،۲۰۰۱،ص.۲۵۷). رشد شتابان شهری اثرات زیانباری را برای انسان و محیط زیست به همراه دارد، که از یک سو موجب رشد وتوسعه سریع کلان شهرها و مناطق حاشیه آنها می‌گردد و از سوی دیگر مخاطراتی را در نحوه و چگونگی این توسعه در برابرشان قرار می‌دهد (سازمان ملل- هبیتات[3]،2009؛ شکری، ۱۳۹۰، ص. ۲). در این ارتباط ساختار فضایی یکی از عمده‌ترین موضوعات در شهرها بویژه شهرهای بزرگ می‌باشد. ساختار فضایی به مجموعه‌ای از ارتباطات ناشی از فرم شهری و تجمع مردم، حمل و نقل و جریان کالا و اطلاعات اشاره دارد (رودریگو و همکاران[4]، ۲۰۰۹، ص.۲۰۵).

امروزه بر خلاف گذشته با تخصصی شدن مشاغل، تنوع در کاربری زمین، تغییر الگوی کاربری زمین و پراکندگی مکانی فعالیت‌ها، علاوه بر افزایش حجم سفرهای روزانه، بر محدوده سفرها یا حوزه نفوذ کاربری‌ها تأثیر گذاشته است، به گونه‌ای که افراد برای تأمین نیازهای اساسی خود مجبور به طی مسافت‌های طولانی به ویژه با اتومبیل شخصی می باشند (گینزا و لیورت[5]،۲۰۱۳؛ بورتون[6]، ۲۰۰۰؛ قدمی،۱۳۹۰، ص ۷۸). در این ارتباط مطالعات برنامه‌ریزان شهری نشان‌دهنده این موضوع است که ساختار و الگوی توسعه شهر بر تشدید وابستگی به وسایل نقلیه از جمله اتومبیل مؤثر است (جنکس و جونز[7]،۲۰۱۰). به عبارتی می‌توان گفت هر نوع شکل و ساختار فضایی الگوی متفاوت حمل ونقل را در شهر حمایت می‌نماید.

بخش حمل ونقل چه بصورت مستقیم در اثر استفاده از سوخت‌های فسیلی وچه به صورت غیرمستقیم از طریق تولید انرژی‌های دیگر، تولیدکننده انواع گازهای گلخانه‌ای می‌باشد و می‌توان گفت حمل ونقل از علل اصلی آلودگی هوا به‌شمار می‌رود. از این رو شناخت و طراحی ساختار فضایی که قابلیت تطابق با شرایط موجود وآتی را داشته باشد و در عین حال پایدار باشد، امروزه یکی از ضرورت‌های حیاتی در حیطه برنامه‌ریزی شهری می‌باشد (برتود[8]،۲۰۰۲، ص.۲٦۰). این در حالی است که امروزه علیرغم تشدید مسایل و مشکلات متعدد ناشی از گسترش سریع شهرنشینی، سیر تکاملی ساختار فضایی شهر اغلب مورد پایش قرار نمی‌گیرد (همان، ص. ٦). در نتیجه، ناکارآمدی‌های مهم ناشی از یک ساختار فضایی ضعیف اغلب نادیده گرفته می‌شود تا جایی که زمان برای هرگونه اقدامی از دست می‌رود (برتود[9]، ۲۰۱۳، ص.۱۳).

1. Edwards
2. Dai et al
3. UN-Habitat
4. Rodrigue et al
5. Gainza & Livert
6. Burton
7. Jenks & Jones
8. Bertaud
9. Bertaud

شهر تهران کـه بـا شـروع دوران قاجـار پایتخـت کشور شده بود با گذشت زمان، دسـتخوش تحولـات و تغییرات مهمی در ساختار فضایی اش شد و از یـک شهر متعارف سنتی به یک کلـان شـهر تبـدیل گردیـد گردید (زبردست[1]، ۲۰۰۶؛ مدنی پـور[2]، ۲۰۰۶). پیشـی گرفتن رشد مساحت بـر رشـد جمعیـت (مشـهدیزاده دهاقانی،۱۳۸۱، ص. ٤٤٥) باعث شـکل‌گیـری پدیـده پراکنش شهری و توسعه افقی بی‌رویه و بـه دنبـال آن کاهش تراکم در شهر شده است. هم اکنون کلان شـهر تهـران در رده‌بنـدی شـهرهای بـزرگ جهـان، جـزء شهرهای آلوده جهان است. در واقع شهر تهـران یکـی از آلوده‌ترین پایتخـت‌هـای جهـان اسـت (گریـدل و همکاران[3]، ۱۹۹۳). با در نظر گرفتن رابطـه میـان ایـن دو مؤلفه مهم یعنی سـاختار فضـایی و آلـودگی هـوا، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر سـاختار فضـایی بر روی میـزان آلـودگی هـوا اسـت. ایـن تحقیـق در راستای پاسخ به پرسـش اصـلی زیـر صـورت گرفتـه است:

آیا سناریوهای متفاوت سـاختار فضـایی شـهر بـر میزان انتشار آلاینده ها تأثیر متفاوتی ایجاد می کند؟

۱ .۲. پیشینه پژوهش و مبانی نظری

برخـی از مطالعـات انجـام شـده در زمینـه تـأثیر ساختار فضـای شـهر بـر آلـودگی هـوای شـهری در جدول شماره ۱ ارائـه شـده اسـت. نتـایج حاصـل از مطالعـات مشـابه نشـان‌دهنـده اهمیـت پـرداختن بـه ساختار فضایی شهر می‌باشد. نتـایج مطالعـات بیـانگر تـأثیر احتمـالی اشـکال ساختارفضـایی شـهر نظیـر الگوهای فشرده شهری بـا تـراکم مسـکونی بالـاتر در برابر توسعه های پراکنده با تراکم مسـکونی پـایین تـر، تـراکم اشـتغال یـا پراکنـدگی آن و توسـعه هـای بـا محوریت حمل و نقل عمومی در برابـر توسـعه هـای متکی بر اتومبیل شخصی در میزان انتشار مـواد آلاینـده هوا هستند.

ساختارهای فضای شهری با سیستم حمـل ونقـل شـهری در پیونـد عمیقـی اسـت (رودریگـو و همکاران[4]،۲۰۰۹). با گسترش شهرنشینی، گـرایش بـه سمت حومـه‌نشـینی شـدت مـی‌گیـرد و گسـتردگی شهری خـود بـه علـت پراکنـدگی فضـایی و جـدایی کاربری اراضی در فضاهای شهری، تأثیر مسـتقیمی بـر جریـان‌هـای جابجـایی و دسترسـی شـهری مـی-گذارد (بنت و همکاران[5]،۲۰۱۰؛ گارسـیا[6]، ۲۰۱۰، ص. ۱۹۷). در نتیجـه پراکنـدگی شـهری بـه پراکنـدگی الگوهای سفر می‌انجامد.

شـهرهای پراکنـده بـا تـراکم نسـبی پـایین، عـدم پیوستگی فضایی فعالیت‌ها، مسافت طولـانی سـفرها و در نتیجه وابستگی بـه اتومبیـل کیفیـت زنـدگی را در محیط‌هـای شـهری کـاهش مـی‌دهنـد و هزینـه‌هـای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطـی (نظیـر مصـرف بـیش از حـد انـرژی و آلـودگی هـوا و صـدا، هزینـه سفرهای روزانه و تأمین زیرسـاخت‌هـای عمـومی) را بـه دنبـال دارد (برتـود و مـالپزی[7]، ۲۰۰۳، ص.۳-٤ ؛ ویلیـامز و همکـاران، ۱۳۸۳، ص. ۲۹۰؛ رهنمـا و همکاران، ۱۳۸۷).

1. Zebardast
2. Madanipour
3. Graedel et al
4. Rodrigue et al
5. Bent, et al
6. Garcia
7. Bertaud & Malpezzi

بحث در مورد اثـرات سـاختار فضـایی شـهر بـر الگوی سفر بیشترین انگیـزه جهـت بررسـی سـاختار فضـایی را فـراهم نمـوده اسـت. امـروزه مداخلـه در ساختار فضایی شهر را به عنوان ابزاری جهت کـاهش تقاضای سفر در شهر در نظر می‌گیرند.

میزان آلودگی هوای تولیـد شـده توسـط حمـل و نقـل شـهری بـه طـول، سـرعت و تعـداد سـفرهای موتوری (سفرهای تولیـد شـده توسـط وسـایل نقلیـه موتـــوری) و نـــوع وســـایل نقلیـــه بســـتگی دارد. آلودگی‌های شهری، طـول و تعـداد سـفرهای روزانـه موتوری بطور نزدیکی بـا میـانگین تـراکم آلـودگی در نواحی ساخته شـده و توزیـع فضـایی مبـدأ و مقصـد سفرها رابطه دارند. به این ترتیـب اسـتراتژی حمـل و نقل و کاربری زمین بـر روی کنتـرل کیفیـت هـوا اثـر گذار خواهند بـود (کورنـو[1]، ۲۰۰۹، ص.٦١؛ لیـوایز[2]، ۲۰۰٦). شیوه سفر را می‌توان از طریق عوامـل متنـوع فرم فضایی و کـاربری زمـین شـهری بررسـی کـرد و عبارتند از: اندازه سکونتگاه، تراکم جمعیـت و تـراکم ساختمانی، توزیع فضایی کاربری‌ها، ترکیـب کـاربری، تأمین امکانات و خـدمات محلـی، نزدیکـی بـه مرکـز شهر، نحوه اتصال کاربری‌های مختلف به شبکه حمـل ونقل و دسترسـی بـه پارکینـگ (بـردهن و هانـاکی[3]، ۲۰۱۵؛ جنکیس و جونس[4]، ۲۰۱۰؛ میلدر[5]، ۲۰۱۲).

اشـکال مختلـف سـاختار فضـایی شـهری نتـایج متفـاوتی در ارتبـاط بـا آلـودگی هـوای شـهر دارنـد. مسافرت افرادی که در منـاطق شـهری بـا تـراکم بالـا زندگی می‌کنند نسبت به کسانی که در سکونتگاه‌هـای پراکنده‌ترند کمتر می‌باشد. شـهرهایی بـا تـراکم بالـاتر حمل ونقل عمومی را کارآمدتر می‌سازند، در حالی‌کـه در مناطق با تراکم پایین به شـدت وابسـته بـه ماشـین شخصـــی بـــرای حمـــل ونقـــل‌انـــد (مـــونیز و گالیندو[6]،۲۰۰۵). در شهرهای پراکنده، پراکنش تقاضـا در تمام مناطق بالاست و مقاصد هم به‌طور رشـدیافته-ای پراکنده‌اند، زیرا شاغلان ساکن حومـه‌هـا هسـتند و عدم وجود یک مرکـز قـوی در کنـار وجـود چنـدین مرکز ضعیف بر میـزان تـردد بـا اتومبیـل شخصـی در شـهر مـی‌افزایـد (او.ای.سـی.دی[7]،۲۰۱۲؛ نیـومن و کینوورث[8]، ۱۹۹۹).

از این رو با توجه بر تشدید مسایل آلودگی هـوای شهر ناشی از ساختار فضـایی ناپایـدار در شـهرها کـه منجر به کـاهش کیفیـت زنـدگی وکـارایی مـی‌گـردد (فرگوسن و وودز[9]، ۲۰۱۰). شناخت ساختار فضـایی شهر و هدایت آن در راسـتای توسـعه پایـدار، امـروزه جزء اهداف برنامه‌ریزی شهری در آمده است.

۲. روش شناسی پژوهش

۲. ۱. روش پژوهش

تحقیق حاضر تحقیقی اسـت توصـیفی و تحلیلـی مبتنـی بـر اسـتفاده از اطلاعـات ثانویـه و رسـمی منتشرشده توسـط مرکـز آمـار ایـران و سـازمان‌هـای وابسته به شهرداری تهران و سـازمان حفاظـت محـیط زیست است. در ایـن پـژوهش از نـرم‌افـزار GIS بـه صورت پایه‌ای در مدل‌سازی ساختار فضـایی شـهر و

1. Kornov
2. Lewis
3. Bardhan, & Hanaki
4. Jenks & Jones
5. Milder

6. Muñiz and Galindo
7. OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)
8. Newman & Kenworthy
9. Ferguson & Woods

تولید و طبقه‌بندی اطلاعات جمعیت و فعالیت به تفکیک مناطق تهران استفاده شده است. در این تحقیق، ابتدا ساختار فضایی شهر تهران توسط ضریب آنتروپی شانون و ضریب موران بر اساس آمار بلوک-های جمعیتی و حجم فعالیت‌های جاذب (تجاری، خدماتی) در سطح مناطق شهر تعیین شده است. در ادامه به بررسی وضعیت آلودگی هوای شهر تهران در وضع موجود پرداخته شده است. در پی این وضعیت در جهت بررسی تأثیر ساختار فضایی بر روی آلودگی هوا اقدام به سناریوسازی ساختار فضایی شده است. در این قسمت با افزایش ۳۰ درصد در میزان کاربری‌های جاذب جمعیت در هر سناریو به بررسی آلودگی هوا پرداخته شده است. مجموعه سناریوهای این تحقیق شامل سه دسته اند: الف: سناریوی روند گذشته که همان ادامه وضع موجود، ب: سناریوی پراکنده‌رویی و ج: سناریوی تمرکزگرایی در حوزه میانی و مرکزی تهران.

۲. ۲. قلمرو جغرافیایی پژوهش

قلمرو جغرافیایی این تحقیق مبتنی است بر شهر تهران بر اساس مرزبندی اداری و مناطق شهرداری تهران.

۳. یافته های پژوهش

۳. ۱. بررسی تغییرات فضایی شهر تهران

آمارهای مربوط به شهر تهران نشان می‌دهد که که نرخ مصرف زمین در این شهر بسیار بالاست. بالا بودن میزان مصرف زمین در این شهر باعث شده است که مساحت و وسعت این شهر رشد فوق‌العاده بالایی داشته باشد. چنان که در فاصله سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۳۷۵ مساحت این شهر ۱۰۹ برابر شده است (مشهدیزاده دهاقانی،٤٤٥، ص.۱۳۸۱). درحالی‌که در همین دوره جمعیت آن ۳۳ برابر شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۷۵). پیشی گرفتن رشد مساحت بر رشد جمعیت باعث شده پدیده پراکنش شهری و توسعه افقی بی‌رویه و به دنبال آن کاهش تراکم در شهر بوجود آید. بررسی تراکم جمعیتی شهر در دوره های مختلف حاکی از روند نزولی شدید تراکم در این شهر می باشد بطوریکه تراکم آن در سال ۱۳۰۰ه.ش، ۲۹۱/٦ نفر در هکتار بوده که این میزان در دوره‌های بعدی کاهش یافته و در سال ۱۳۸۵ به ۹٦/۳ نفر در هکتار رسیده است.

جدول ۱. گزارشی مختصر از پیشینه تحقیق

نام محقق	سال انجام	موضوع تحقیق	نتیجه اصلی
دای و همکاران[1]	۲۰۰۱	ارزیابی توسعه شهری تغییر کاربری زمین در چین با استفاده از GIS	الگوی فضایی پراکنده تأثیر مستقیم بر استفاده از وسایل نقلیه شخصی دارد
پل زین[2]	۲۰۰٤	ارتباط بین کاربری زمین، فرم شهر و سفرهای موتوری	با توجه به موقعیت فضایی متفاوت فعالیت‌ها در شهر، الگوی کاربری زمین تأثیر بسزایی بر رفتار ترافیکی مردم دارد.

1. Dai F.C et al
2. Polzin

ادامه جدول ۱

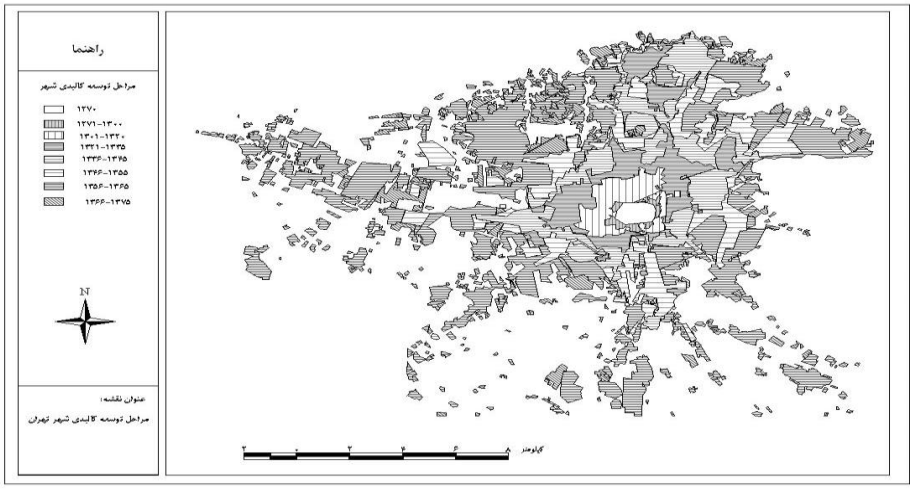
نام محقق	سال انجام	موضوع تحقیق	نتیجه اصلی
رافع جبارین[1]	۲۰۰٦	کیفیت هوا و فرم شهری در مناطق شهری ایالات متحده	فرم‌های مختلف شهری تأثیرات متفاوتی بر روی مؤلفه‌های شهری دارند.
ونس و هندل[2]	۲۰۰٦	بررسی فرم شهر و کاربرد اتومبیل در آلمان	فرم و الگوی شهری نقشی مهم در تقاضای سفر شهروندان دارد.
پری شکری فیروز جاه	۱۳۸۸	تأثیر پراکنش فضایی کاربری‌های شهری تبریز بر آلودگی هوا	ارتباط مثبت بین پراکندگی کاربری‌ها و آلودگی هوا
اصغر ضرابی	۱۳۸۹	بررسی و ارزیابی منابع ثابت و متحرک در آلودگی هوای اصفهان	بالای ۷۰ درصد آلودگی‌ها به وسیله منابع متحرک می‌باشد.
قدمی	۱۳۹٤	تحلیلی بر تغییرات ساختار فضایی شهر اصفهان با گریزی بر آلودگی هوا	سهم بالای ساختار فضای پراکنده در آلودگی هوا

جدول ۲. میزان جمعیت، مساحت و تراکم جمعیتی در تهران از سال ۱۳۰۰ تا ۱۳۸۵

سال	۱۳۰۰	۱۳۲۰	۱۳۳۵	۱۳٤۵	۱۳۵۵	۱۳٦۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵
جمعیت	۲۱۰۰۰۰	٦۹٦۰۰۰	۱۵۱۲۰۸۲	۲۷۱۹۷۳۰	٤۵۳۰۲۲۳	٦۰٤۲۵۸٤	٦۷۵۸۸٤۵	۷۷۱۱۰۰۰
مساحت(هکتار)	۷۲۰	٤۵۰۰	۱۰۰۰۰	۱۹۰۰۰	۳۲۰۰۰	٦۲۰۰۰	۷۳۹۵۰	۸۰۰۰۰
تراکم(نفر در هکتار)	۲۹۱/٦	۱۵٤	۱۵۱	۱٤۳	۱٤۱	۹۷/٤	۹۱	٦۹/۳

مأخذ: (مرکز آمار ایران،۱۳۸۵)

تغییرات فضایی شهر تهران نشان از الگوی رشد سریع و میل به پراکنده‌رویی دارد. به‌طوری‌که با وجود اراضی خالی در داخل شهر، گرایش به ساخت و ساز در مناطق بیرونی بالاست.



شکل ۱. مراحل توسعه کالبدی شهر تهران تا ۱۳۷۵ مأخذ: (مرکزتحقیقات معماری و شهرسازی ایران، ۱۳۷۵)

1. Jabareen,Y.R
2. Vance & Hedel

۳. ۲. مدل‌سازی ساختار فضایی شهر تهران

در این تحقیق، مدل آنتروپی شانون برای شناخت گستردگی شهر تهران در دوره‌های زمانی ۸۵-۱۳۷۵ به کار گرفته شده است. محاسبات نشان می‌دهد که در زمینه تراکم ساختمانی از سال ۱۳۷۵ به سال ۸۵ مقدار ۲ درصد شهر تهران به سمت متراکم‌تر شدن پیش رفته است، اما این رقم طی ده سال چندان قابل توجه نیست. همچنین آنتروپی محاسبه شده برای جمعیت شهر تهران از سال ۱۳۷۵به ۱۳۸۵ تغییری را نشان نمی‌دهد. نتایج مدل، که ارزش مقداری آن بین صفر و یک است، نشانگر رشد پراکنده شهر تهران است.

جدول ۳. محاسبه ارزش آنتروپی شانون در سال‌های ۸۵-۱۳۷۵ در شهر تهران

سال	۱۳۷۵	۱۳۸۱	۱۳۸۵
جمعیت	۰/۹٦	۰/۹۵	۰/۹٦
تراکم ساختمانی	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹٦

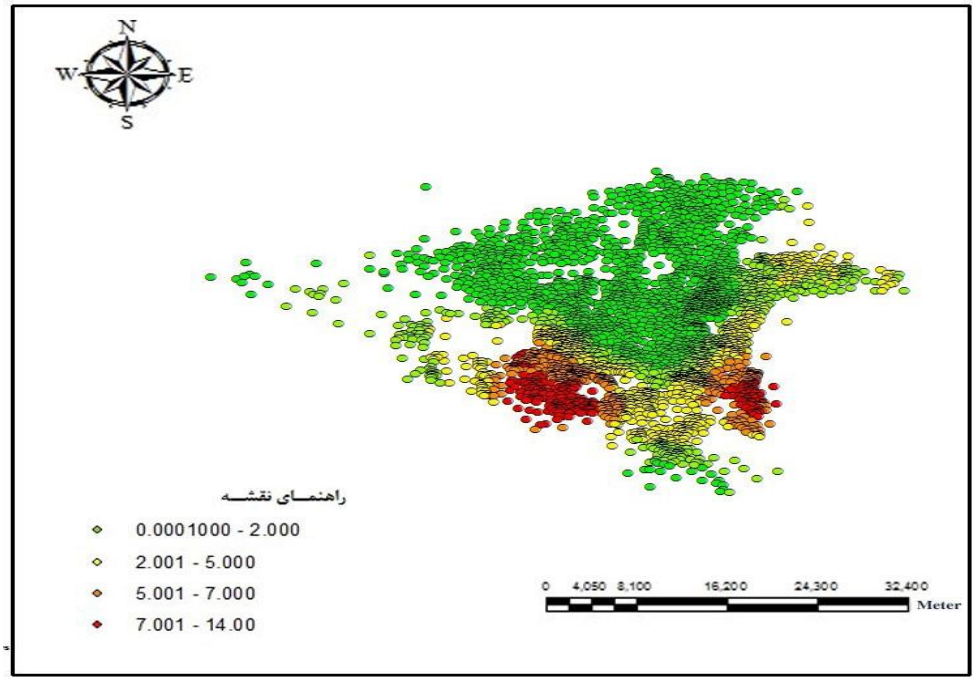
مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج آماره Gi (getis-ord) و خوشه-بندی Hot – spot در سال ۱۳۷۵ شهر تهران دارای ۲ حوزه تراکمی در ٤ ناحیه است که شامل مناطق ١٤، ۱۵، ۱۷، ۱۸ می‌شود که به ترتیب دارای جمعیت ٦٤٩۳۷۰۰، ٤۵۰۱٦۰، ۲٦٤۳۰۰، ۲۹۸٦۰۰ می‌باشند. مناطق ١٤ و ۱۵ جزء مناطق جنوب شرقی و مناطق ۱۷ و ۱۸ جزء مناطق جنوب غربی تهران محسوب می‌شوند. مناطق بیرونی تهران که واحدهای صنعتی و تولیدی بیشتری را در مقایسه با سایر مناطق در خود جای داده است، بیشترین درصد مهاجر را پذیرفته است.

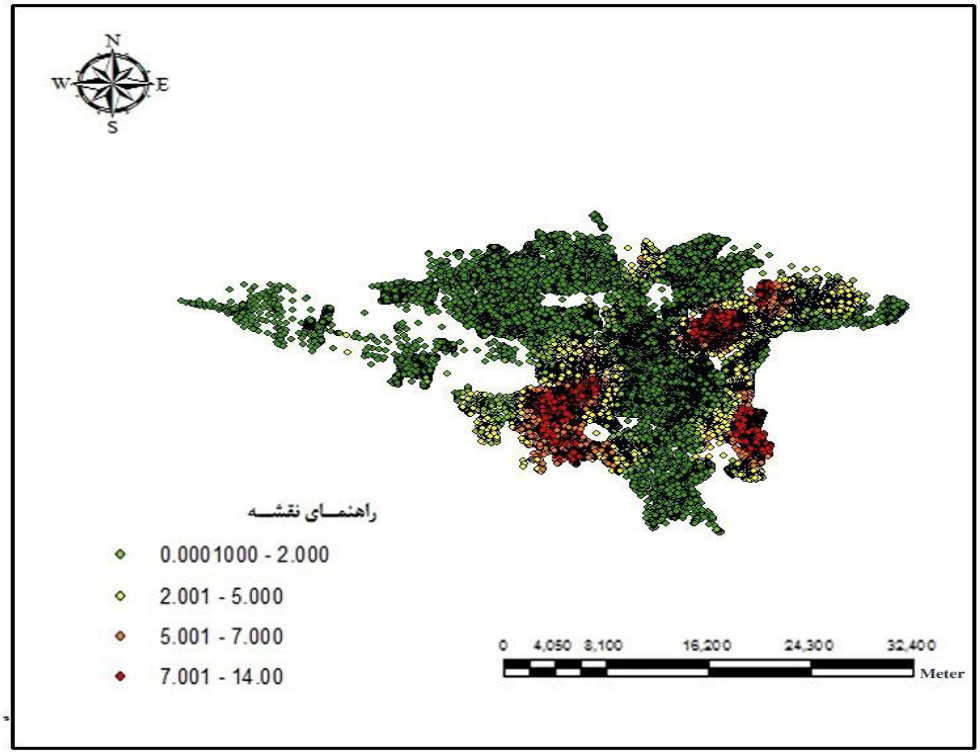
روند افزایش شاغلین در منطقه ١٤ در طول سال-های ۸۵-۱۳۷۵ صعودی بوده به نحوی که نرخ رشد شاغلین منطقه سالانه ۲/۲۳ درصد و تعداد شاغلین منطقه از ۹/۳۷ هزار نفر در سال ۱۳۷۵ به ٤/۱۱ هزار نفر در سال ۱۳۸۵ رسیده است. رشد منطقه ۱۵ نیز طی چند دهه اخیر پیوسته جریان داشته است و در سال‌های اخیر اکثر زمین‌های خالی سطح منطقه توسط واحدهای مسکونی اشغال شده است.

اما در سال ۱۳۸۵ خوشه های تراکمی شهر تهران افزایش پیدا می‌کند و به ٤ حوزه در ۸ ناحیه می‌رسد که شامل مناطق ٤، ۷، ۱۰، ۱۱، ١٤، ۱۵، ۱۷، ۱۹ است که به ترتیب دارای جمعیت ۸۱۳۲۳۸، ۳۰۵۲٤۰، ۳۱۵۱۷۳، ۲۷۵۲٤۱، ٤۷۵۵۲۰، ٦٤۳۲۹، ۲۵۵۸٦٤، ۲٤۹۷۸٦ هستند. افزایش تعداد خوشه‌های تراکمی در سال ۱۳۸۵ با سیاست های تراکمی شهر تهران، مانند مصوبه ۲٦۹ که برای جلوگیری ار رکود بازار مسکن تصویب شد، مصوبه ۳۲۹ که تراکم مبنا را در شهر تهران ۱۲۰ درصد در نظر می‌گیرد، مصوبه تراکم تشویقی شهرداری تهران به بافت‌های فرسوده در سال ۱۳۸۳ که منجر به افزایش ساخت و ساز در قسمت-های جنوبی شهر تهران می‌شود و افزایش تعداد مناطق تهران در سال ۱۳۸۳ از ۲۰ منطقه به ۲۲ منطقه

از طریق تغییر حریم منطقـه ۵ بـه منطقـه ۲۲ و حـریم مناطق ۹ و ۱۸ به منطقه ۲۱ در ارتباط است.



شکل۲. لکه های داغ تراکم ساختمانی شهر تهران در سال ۱۳۷۵



شکل ۳. لکه های داغ تراکم ساختمانی شهر تهران در سال ۱۳۸۵

۳. ۳. بررسی وضعیت آلودگی هوای تهران در وضع موجود

۳. ۳. ۱. بررسی تعداد سفرهای بین‌منطقه‌ای در شهر تهران

با توجه به این موضوع که شهر تهران یکی از کلان‌شهرهای آلوده جهان می‌باشد ودر آلودگی هوای شهر بیشترین سهم را حمل ونقل به خود اختصاص داده است، از این‌رو برای برآورد میزان آلودگی هوا نیاز به تعداد سفرهای انجام شده بین مناطق می باشد.

۳. ۳. ۲. محاسبه میزان جاذبه (سفر) بین مناطق

در این بخش برای محاسبه میزان جاذبه بین مناطق، ابتدا مساحت کاربری‌های جاذب (کاربری-های تجاری، آموزشی، درمانی، بهداشتی، اداری، جهانگردی و پذیرایی، تفریحی، فرهنگی، نظامی) و جمعیت موجود هر منطقه به تفکیک مناطق طبق آخرین سرشماری، محاسبه و سپس فاصله بین مناطق با استفاده از ابزار Network analyst در محیط GIS محاسبه می‌شود. در گام بعدی با استفاده از مدل جاذبه سفر محدود به محاسبه میزان سفر بین مناطق اقدام می‌شود.

۳. ۳. ۳. شاخص‌های عملکرد سیستم حمل ونقل در شهر تهران در وضع موجود

با توجه به آمار ترافیکی تهیه شده از سازمان ترافیکی شهرداری تهران، آمار تعداد سفرهای خودروهای بنزینی و خودروهای گازوئیلی و تعداد جابجایی آنها در سال ۱۳۸۹ در جدول ۵ مشخص گردیده است. همان‌طور که ملاحضه می‌شود بیشترین سهم از نظر جابجایی توسط سواری و وانت صورت می‌گیرد وکمترین آن مربوط به مینی‌بوس است. به طوری که روزانه در شهر تهران ۱۵۸۰۰۰۰۰ سفر و۲۰۲٤٥۰۰۰ جابجایی انجام می‌شود.

۳. ۳. ٤. بررسی میزان انتشار آلودگی از منابع متحرک در وضع موجود

در بین منابع آلوده‌کننده هوا خودروهای بنزین-سوز به عنوان یکی از مهمترین منابع به شمار می‌آیند.

فاکتورهای انتشار آلاینده‌های مختلف هوا برای وسایل بنزین‌سوز وگازوئیل‌سوز به شرح جداول ٦ می‌باشد:

جدول ٤. تعداد جذب سفر به تفکیک مناطق

مناطق	میزان جاذبه سفر	مناطق	میزان جاذبه سفر
۱	۲۷۷۷٤۹۰	۱۲	۲٤٥٥۲٦۰
۲	٥۱۳٦٤٥٦	۱۳	۸۲٤۱۲۲
۳	٥۲٦۸۰٦۹	۱٤	۱۰۷٤۳۰۸
٤	۸۳۲٥٦٥۹	۱٥	٤۳۱۸۹۰٦
٥	٤۲۸۱۷٦۳	۱٦	۲۱۸۲۰۱٥
٦	۳۸٦۰٤۱۱	۱۷	۸۹۳٤۹۸
۷	۱۲۳۷۱۸٤	۱۸	٦٤۷۸۹۱۳
۸	۹۰۹۳۱٦	۱۹	۱۲۸۹۰۷۸

ادامه جدول ٤

مناطق	میزان جاذبه سفر	مناطق	میزان جاذبه سفر
۹	۸۱۲٦۳٥	۲۰	۲٤٥۰٤۷۰
۱۰	۸٥۸۲۸۹	۲۱	٤۱۰۲۹۲٥
۱۱	۱٤۸٤۲۰٥	۲۲	۸٤۷۳٤۰۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول٥. برآورد سفرهای روزانه شهر تهران در سال ۱۳۸۹

سیستم	وسیله	تعداد	درصد	ضریب جابجایی	جابجایی روزانه.تعداد	جابجایی روزانه درصد
شخصی	موتور سیکلت	۱۱۰۰۰۰۰	۷	۱	۱۱۰۰۰۰	٥/٤
	سواری و وانت	٥٥۰۰۰۰۰	۳٤/۸	۱	٥٥۰۰۰۰۰	۲۷/۲
عمومی	اتوبوس واحد	۲٤٥۰۰۰۰	۱٥/٥	۱/٦	۳۹۲۰۰۰۰	۱۹/٤
	مینی بوس	۳۰۰۰۰۰	۲	۱/٥	٤٥۰۰۰۰	۲/۲
	مترو	۱۰۳۰۰۰۰	٦/٥	۱/٥	۱٥٤٥۰۰۰	۷/٦
نیمه عمومی	از این قبیل تاکسی و ون	۳۸٥۰۰۰۰	۲٤/۳	۱/٦	٦۱٦۰۰۰۰	۳۰/٥
	سرویس وسایر	۱٥۷۰۰۰۰	۱۰	۱	۱٥۷۰۰۰۰	۷/۷
جمع کل		۱٥۸۰۰۰۰۰	۱۰۰	۰	۲۰۲٤٥۰۰۰	۱۰۰

مأخذ: (سازمان حمل ونقل و ترافیک شهرداری تهران،)۱۳۸۹

جدول ٦. فاکتورهای انتشار آلاینده‌های مختلف هوا برای وسایل بنزین سوز

نوع آلاینده	میزان انتشار	میزان انتشار
بنزینی	گرم به ۱۰۰۰ وسیله	گرم به ۱۰۰۰ لیتر بنزین
آلدیدها	۸٥/۰٥	٤۸۰
منواکسید کربن	٤٦۷۷۷/٥	۲۷٥۹۹٤
هیدرو کربورها	۳٥٤٤	۲۳۹۹۹/٥
اکسیدهای ازت	۲٤۱۰	۱۳٥٥۹/۷
اکسید های گوگرد	۱۷۰/۱	۱۰۸۰
اسیده ای آلی	۸٥/۰٥	٤۸۰
ذرات معلق	۲۲۷	۱٤٤۰
سرب	٥٥/۷۱	٤۱۲/۷

مأخذ : (خالقی،۱۳۷٥، ص. ۱٥)

جدول ۷. فاکتورهای انتشار آلاینده های مختلف هوا برای وسایل گازویل سوز

گازوییلی	گرم در ۱۰۰۰لیتر
آلدیدها	۱۲۰۰
منواکسیدکربن	۷۲۰۰

ادامه جدول ۷

هیدروکربورها	۱۶۳۲۰
اکسیدهای ازت	۲۶۶۴۰
اکسیدهای گوگرد	۴۸۰۰
اسیدهای الی	۳۷۲۰
ذرات معلق	۱۳۲۰۰
مجموع	۷۳۰۸۰

مأخذ: (خالقی،۱۳۷۵، ص. ۱۳)

۳. ۳. ۵. بررسی میزان آلودگی تولید شده به تفکیک وسایل نقلیه در وضع موجود

میزان کل انتشار آلاینده‌ها در ارتباط با وسایل‌نقلیه که شامل، آلدیدها، منواکسید کربن، هیدروکربرها، اکسیدهای ازت، اکسیدهای گوگرد، اسیدهای آلی، ذرات معلق و سرب می‌باشد، در وضع موجود در سال ۱۳۸۹ بر اساس فاکتورهای آلایندگی وسایل نقلیه بنزین سوز، گازوییل سوز در این سال در جدول شماره ۷ آمده است:

جدول ۸. غلظت آلاینده ها به تفکیک وسایل نقلیه

کل آلودگی –وسیله	میزان غلظت (تن)	میزان غلظت (به گرم)
سواری	۳۶۱۹۰۹۲/۹۶۷	۲/۹۶۷۳۶۱۹۰۹
موتور	۲۵۹۳۸۸/۲۶۱۶	۲۶۱۶۲۵۹۳۸۸
اتوبوس	۲۳۲۸۲۵۸/۹	۸/۹۲۳۲۸۲۵
مینی بوس	۷۸۳۳۱۰۵/۲۹	۵/۲۹۷۸۳۳۱۰
ون وتاکسی	۸۵۰۱۶۲۸/۵۶۰	۸/۵۶۰۸۵۰۱۶۲
سایر وسایل نقلیه	۸۰۲۵۳۷/۲۳۰	۲۳۰۸۰۲۵۳۷
مجموع کل آلودگی در وضع موجود	۲۹۰۱۳۳/۴۴۱۴	۴۴۱۴۲۹۰۱۳۳

مأخذ: یافته های تحقیق

کل انتشار آلاینده‌های هوا در سال ۱۳۸۹ بر اساس کل وسایل نقلیه در شهر تهران نشان می‌دهد، بیشترین سهم آلایندگی در میان وسایل نقلیه در سال ۱۳۸۹ مربوط به سواری است که حدود ۵۶۱۴۱۱ تن و کمترین سهم مربوط به اتوبوس است که حدود ۹۲۳۲ تن می باشد. اختلاف این دو در حدود ۵۵۲۱۷۹ تن است که اختلاف چشم‌گیری می‌باشد. مجموع کل آلاینده‌ها در وضع موجود تهران معادل ۴۴۱۴ تن است.

۳. ۳. ۶. بررسی میزان آلاینده‌ها به تفکیک آلاینده‌ها وکل آلاینده‌ها در وضع موجود

بر اساس آمارهای موجود سال ۱۳۸۹ و همچنین بر اساس استانداردهای تعریف‌شده در ارتباط با

وسایل نقلیه، غلظت آلاینده‌ها به تفکیک آلاینـده‌هـا بـه شرح زیر می‌باشد:

جدول۹. میزان آلاینده به تفکیک آلاینده‌ها در سال ۱۳۸۹ در شهر تهران

آلاینده	میزان غلظت (به تن)	میزان غلظت (به گرم)
آلدیدها	٦٢٠٨١٦٣٤٩/٧	٣٤٩/٧٦٢٠٨١٦
منو اکسید کربن	٨١٩٤٦٥/٣٨٣٩	٣٨٣٩٨١٩٤٦٥
هیدرو کربورها	٤١٢٨٤٥١/٢٩٩	١/٢٩٩٤١٢٨٤٥
اکسید ازت	٩٧٩١٨٠٣/٢١١	٣/٢١١٩٧٩١٨٠
دی اکسید گوگرد	٥٣٤٣٨٨٣١/١٦	٣١/١٦٥٣٤٣٨٨
اسید آلی	٩٧٨٢٠٩٧٤٤/٨	٧٤٤/٨٩٧٨٢٠٩
ذرات معلق	٧٢٥٠٥٩٤٦/٢٥	٤٦/٢٥٧٢٥٠٥٩
سرب	٥٦٨٤٤١٧٥٤/٤	٧٥٤/٤٥٦٨٤٤١

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

نتـایج محاسـبات انجـام شـده در شـهر تهـران در وضعیت موجود به این شرح مـی‌باشـد کـه بیشـترین سهم در میان آلاینده‌ها مربـوط بـه منـو اکسـید کـربن معادل ۳۸۳۹ تن بوده و کمترین سهم مربوط به سـرب می‌باشد.

۳. ٤. میزان آلودگی هوای تهـران بـا توجـه بـه سناریوسازی ساختار فضایی شهر تهران

در راستای بررسی تأثیر سـاختار فضـایی بـر روی آلودگی هوا در شهر تهـران بـه سناریوسـازی سـاختار فضایی شهر پرداختـه مـی‌شـود، بـدین معنـی کـه بـا افزایش ۳۰ درصد در تعداد جمعیـت و کـاربری‌هـای جـاذب در وضـع موجـود بـه بررسـی آلـودگی هـوا پرداخته شده است. سناریوها شامل سه سناریوی ادامـه الگوی وضع موجـود، پراکنـده‌رویـی و تمرکزگرایـی می‌باشد، کـه سـناریوی وضـع موجـود A، سـناریوی پراکنده سازی B، و سناریوی تمرکزگرایـی C در نظـر گرفته شده است. در ادامه به بررسی ایـن سـه سـناریو پرداخته می‌شود.

۳. ٤. ۱. سناریوی تغییر ساختار فضـایی بـا ۳۰ درصد افزایش در الگوی وضع موجود (سـناریوی A)

۳. ٤. ۱. ۱. بررسی میزان آلودگی تولید شده بـه تفکیک وسایل نقلیه و آلاینده ها در سناریوی A

در سناریوی A بـا افـزایش ۳۰ درصـد در تعـداد جمعیت وکاربری‌های جاذب سفر در مناطق ۲۲ گانـه تهران مطابق الگوی وضع موجود به بررسـی آلـودگی هوا پرداخته شده است. میزان کل انتشار آلاینده‌هـا کـه شـامل، آلدیـدها، منواکسـید کـربن، هیـدروکربرها، اکسیدهای ازت، اکسـیدهای گـوگرد، اسـیدهای آلـی، ذرات معلـق و سـرب مـی‌باشـد، در سـناریوی A در ارتباط با وسایل نقلیه به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱۰. غلظت آلاینده‌ها به تفکیک وسایل نقلیه در سناریوی A

وسیله نقلیه	غلظت آلاینده(تن)	غلظت آلاینده (گرم)
سواری	۵۷۰۵۰۱/۱۲۵۷	۱۲۵۷۵۷۰۵۰۱
موتور سیکلت	۱۳۷۲۵۸/۳۴۰۱	۳۴۰۱۱۳۷۲۵۸
اتوبوس	۹۸۶۹۶۵۴۵/۱۱	۴۵/۱۱۹۸۶۹۶۵
مینی‌بوس	۷۱۸۳۰۳۶/۳۸	۶/۳۸۷۱۸۳۰۳
ون وتاکسی	۱۰۵۲۲۳/۷۲۹	۷۲۹۱۰۵۲۲۳
سایر وسایل نقلیه	۰۴۳۳۰۱۷/۳۰۰	۷/۳۰۰۰۴۳۳۰۱

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

جدول ۱۱. میزان آلاینده‌ها به تفکیک آلاینده‌ها وکل آلاینده‌ها در سناریوی A

آلاینده	غلظت آلاینده(به تن)	غلظت آلاینده(به گرم)
آلدیدها	۹۰۷۰۶۱۴۰۵/۹	۴۰۵/۹۹۰۷۰۶۱
منو اکسید کربن	۷۶۵۳۸۱/۴۹۹۱	۴۹۹۱۷۶۵۳۸۱
هیدرو کربورها	۲۳۶۷۰۴۵/۳۸۹	۵/۳۸۹۲۳۶۷۰۴
اکسیدهای ازت	۵۷۲۹۳۸۶/۲۷۵	۶/۲۷۵۵۷۲۹۳۸
اکسیدهای گوگرد	۴۹۴۷۰۵۱۳/۲۱	۱۳/۲۱۴۹۴۷۰۵
اسید های آلی	۶۷۱۶۷۲۸۴/۱۱	۸۴/۱۱۶۷۱۶۷۲
ذرات معلق	۴۲۶۸۶۹۱۳/۳۳	۱۳/۳۳۴۲۶۸۶۹
سرب	۹۳۸۹۷۴۳۷۱/۵	۵۹۳۸۹۷۴.۳۷۱
مجموع	۵۶۱۵۵۳/۵۷۳۸	۵۷۳۸۵۶۱۵۵۳

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

طبق نتایج، در وضعیت ۳۰ درصد افزایش در الگوی ساختار فضایی وضعیت موجود بیشترین سهم در آلایندگی هوا مربوط به منواکسیدکربن می باشد وکمترین سهم مربوط به سرب می‌باشد. این وضعیت در مقایسه با وضعیت موجود بدون افزایش ۳۰ درصد تغییراتی را نشان می‌دهد. این تغییرات شامل افزایش سهم منواکسید کربن در آلایندگی هوا می‌باشد. در وضعیت موجود این سهم برای اکسید گوگرد بود.

۳. ٤. ۲. سناریوی ۳۰ درصد رشد در پراکنده-رویی ساختار فضایی (سناریوی B)

در این بخش با افزایش ۳۰ درصد به میزان کاربری‌های جاذب و جمعیت در مناطق بیرونی تهران شامل مناطق۱-۲-٤-۵-۸-۱۳-١٤-١۵-١٨-١٩-۲۱-۲۲، به بررسی پتانسیل سناریوی B در ارتباط با آلودگی هوا پرداخته شده است.

۳. ٤. ۲. ۱. بررسی میزان آلودگی تولید شده به تفکیک وسایل نقلیه و آلاینده‌ها در سناریوی B

در سناریوی B موتور سیکلت بیشترین سهم و اتوبوس کمترین سهم را در آلودگی هوا دارا می‌باشد. در این سناریو میزان آلودگی تولید شده توسط موتور سیکلت برابر با ۳۲۹۸ تن است و سهم اتوبوس در این آلایندگی برابر با ۱۱ تن می‌باشد.

جدول ۱۲. بررسی میزان آلودگی تولید شده به تفکیک وسایل نقلیه در سناریوی B

وسیله نقلیه	غلظت آلاینده(به تن)	غلظت آلاینده(به گرم)
سواری	۷۱٦۱٤۸/۱۲۱۹	۱۲۱۹۷۱٦۱٤۸
موتور سیکلت	۷٥۹۰۲/۳۲۹۸	۳۲۹۸۷٥۹۰۲۰
اتوبوس	٦٤٥٥۸۷۷٤/۱۱	۷٤/۱۱٦٤٥٥۸۷
مینی بوس	٥٥۲۸۳۷۰٦/۳۷	۰٦/۳۷٥٥۲۸۳۷
ون وتاکسی	۱٥۸۲۹۷/۷۰۷	۷۰۷۱٥۸۲۹۷
سایر وسایل نقلیه	۰۱۱٦٤٤۹/۲۹۱	۹/۲۹۱۰۱۱٦٤٤

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

جدول ۱۳. میزان آلاینده ها به تفکیک آلاینده ها وکل آلاینده ها در سناریوی B

آلاینده	غلظت آلاینده(به تن)	غلظت آلاینده (به گرم)
آلدیدها	٦۰۷۳۹٤٦۹/۹	٦۹/۹٦۰۷۳۹٤
منو اکسید کربن	٤۹۸٦٤۸/٤۸٤۱	٤۸٤۱٤۹۸٦٤۸
هیدرو کربورها	٥۰۰٤٦۷۳/۳۷۷	۳/۳۷۷٥۰۰٤٦۷
اکسیدهای ازت	۲٤٥٦۲۳۲/۲٦۷	۲/۲٦۷۲٤٥٦۲۳
اکسیدهای گوگرد	۸٤۱۸۷۹۲/۲۰	۲/۲۰۸٤۱۸۷۹
اسید های آلی	۳۱٥۸۳۹/۱۱	۱۱۳۱٥۸۳۹
ذرات معلق	٤۲٤۱٤۷٦/۳۲	٦/۳۲٤۲٤۱٤۷
سرب	۷٦۰۲۰٤۲٤۷/٥	۲٤۷/٥۷٦۰۲۰٤
کل آلودگی	۸٤۳٥۳٤/٥٥٦٥	٥٥٦٥۸٤۳٥۳٤

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

منواکسیدکربن نسبت به سایر آلاینده‌ها در سناریو B سهم بسیار بالای را نشان می‌دهد و همچنان سرب کمترین سهم را در آلودگی هوا دارا می‌باشد. مجموع کل آلاینده‌ها در این سناریو نیز معادل ٥٥٦٥ تن است که نسبت به سناریو مشابه (سناریوی A) گویای افزایش میزان آلاینده‌هاست.

۳. ٤. ۳. سناریوی ۳۰ درصد تمرکزگرایی ساختار فضایی

در این سناریو جهت تمرکزگرایی ساختار فضایی ۳۰ درصد به میزان کاربری‌های جاذب و جمعیت در مناطق مرکزی و میانی تهران که شامل مناطق ۲، ٦، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۲ می‌باشد، اضافه می‌گردد و سپس به

بررسی وضعیت آلودگی هوا در این سناریو پرداخته خواهد شد. هدف از این مرحله تمرکزگرایی ساختار فضایی می‌باشد تا از این طریق به ارزیابی وضعیت آلودگی در این سناریوی پرداخته شود.

۳. ٤. ۳. ۱. میزان آلودگی به تفکیک وسایل نقلیه و آلاینده‌ها در سناریوی C

در ادامه به بررسی پتانسیل هر یک از وسایل نقلیه در آلودگی هوای شهر در سناریوی C پرداخته شده است.

جدول ١٤. میزان آلودگی تولید شده به تفکیک وسایل نقلیه در سناریوی C

وسیله نقلیه	غلظت آلاینده(به تن)	غلظت آلاینده(به گرم)
سواری	۱۱۳۷/۹۹۲	۱۱۳۷۹۹۲٦۳۳
موتور	۳۰۷۷/۷۳۵	۳۰۷۷۷۳٥۳۱٥
اتوبوس	۱۰/۸۷۰	۱۰۸۷۰٦٥٦/٥۹
مینی بوس	۳٥/۰۳٦	۳٥۰۳٦۷۱۸/۹۹
ون وتاکسی	٦٥۹/۷۷۷	٦٥۹۷۷۷۲۲۲/٦
سایر وسایل نقلیه	۲۷۱/٥۱۳	۲۷۱٥۱۳۲٦۰/۳

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

بر اساس جدول فوق همچنان در این سناریو موتور سیکلت بیشترین سهم را در آلایندگی هوا را دارا می‌باشد. اما در مقایسه با سناریوی ۳۰ درصد پراکنده‌رویی کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد. این کاهش حدود ۲۲۱ تن می‌باشد. به همین صورت این کاهش در سایر وسایل نقلیه نیز صادق است. در این سناریو همچنین کمترین سهم آلایندگی مربوط به اتوبوس می باشد.

جدول ۱٥. میزان آلاینده ها به تفکیک آلاینده ها وکل آلاینده ها در سناریوی C

نوع آلاینده	غلظت آلاینده(به تن)	غلظت آلاینده(به گرم)
آلدیدها	۸/۹٦۳۱٦۰۳۷٤	۸۹٦۳۱٦۰/۳۷٤
منو اکسید کربن	٤٥۱۷/۱۰٥۰۷۱	٤٥۱۷۱۰٥۰۷۱
هیدرو کربورها	۳٥۲/۲۰۰۰۹٤۷	۳٥۲۲۰۰۰۹٤/۷
اکسیدهای ازت	۲٤۹/۳۲۸۰۹۱٤	۲٤۹۳۲۸۰۹۱/٤
اکسیدهای گوگرد	۱۹/٤٤۳۳٥٤۳۳	۱۹٤٤۳۳٥٤/۳۳
اسید های آلی	۱۰/٥٥٦۰٤٥٦٤	۱۰٥٥٦۰٤٥/٦٤
ذرات معلق	۳۰/۲٥۱۳۰۱٦٦	۳۰۲٥۱۳۰۱/٦٦
سرب	٥/۳۷٤۲٥۸٦	٥۳۷٤۲٥۸/٦
مجموع کل آلودگی در وضع موجود	٥۱۹۲/۹۲٥۸۰۷	٥۱۹۲۹۲٥۸۰۷

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

بر اساس جدول بالا منواکسیدکربن بیشترین سهم را در آلایندگی هوای شهر دارا می باشد. در این سناریو (۳۰ درصد تمرکزگرایی) در مقایسه با سناریوی B کاهش چشم‌گیری در میزان سهم آلاینده-ها در آلودگی هوا مشاهده می‌گردد. به عنوان نمونه سهم منواکسیدکربن در سناریو ۳۰ درصد پراکنده-رویی برابر با ٤٨٤١ تن می‌باشد، ولی این عدد در سناریو C برابر با ٤٥١٧ تن است. مجموع کل آلاینده-ها در این سناریو نیز معادل ٥١٩٢ تن می‌باشد که نسبت به سناریو مشابه (سناریوی B-A) عدد پایین-تری را نشان می‌دهد .

۳. ۵. بررسی تطبیقی تأثیر سناریوهای تغییرات در ساختار فضایی بر آلودگی هوای تهران

جدول زیر بررسی تطبیقی بین سناریوهای ساختار فضایی در ارتباط با آلودگی هوا بر اساس وسایل نقلیه را نشان می‌دهد.

جدول ١٦. بررسی تطبیقی میان سناریو های A,B,C در ارتباط با آلودگی هوا به تفکیک وسایل نقلیه(تن)

وسایط نقلیه	وضع موجود(A)	پراکنده سازی(B)	تمرکزگرایی(C)
سواری	١١٣٨	١٢١٩/٧١٦	١٢٥٧/٥٧
موتور	٣٠٧٧/٧	٣٢٩٨/٧٥٩	٣٤٠١/١٤
اتوبوس	١٠/٨٧١	١١/٦٤٥٥٩	١١/٩٨٧
مینی بوس	٣٥/٠٣٧	٣٧/٥٥٢٨٤	٣٨/٧١٨٣
ون وتاکسی	٦٥٩/٧٨	٧٠٧/١٥٨٣	٧٢٩/١٠٥
سایر وسایل نقلیه	٢٧١/٥١	٢٩١/٠١١٦	٣٠٠/٠٤٣

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

بر اساس جدول فوق در بین وسایل نقلیه بیشترین پتانسیل آلایندگی برای موتور سیکلت در تمام سناریوها می‌باشد، و کمترین سهم برای اتوبوس است. اما تفاوت عمده بین سناریوها در میزان غلظت آلاینده‌ها می‌باشد. که به ترتیب بیشترین سهم در بین سناریوها مربوط به سناریو A برابر با ٣٤٠١ تن ، سناریو B برابر با ٣٢٩٨ تن و در آخر کمترین میزان غلظت آلایندگی برای سناریوی C با ٣٠٧٧ تن می باشد. بر این اساس می‌توان گفت در بین سناریوهای ساختار فضایی بیشترین میزان غلظت آلاینده‌ها به ترتیب مربوط است به ادامه الگوی وضع موجود، پراکنده‌سازی و تمرکزگرایی می‌باشد.

جدول ١٧. بررسی تطبیقی میان سناریوهای A,B,C ساختار فضایی در ارتباط با آلودگی هوا به تفکیک آلاینده-ها(تن)

آلاینده	وضع موجود(A)	پراکنده سازی(B)	تمرکزگرایی(C)
آلدیدها	٩/٩٠٧	٩/٦٠٧٣٩	٨/٩٦٣١٦
منو اکسید کربن	٤٩٩٢	٤٨٤١/٥	٤٥١٧/١١
هیدرو کربورها	٣٨٩/٢	٣٧٧/٥	٣٥٢/٢

ادامه جدول ۱۷

آلاینده	وضع موجود(A)	پراکنده سازی(B)	تمرکزگرایی(C)
اکسید ازت	۲۷۵/٦	۲٦۷/۲٤٦	۲٤۹/۳۲۸
اکسیدگوگرد	۲۱/٤۹	۲۰/۸٤۱۹	۱۹/٤٤۳٤
اسید آلی	۱۱/٦۷	۱۱/۳۱۵۸	۱۰/۵۵٦
ذرات معلق	۳۳/٤۳	۳۲/٤۲٤۱	۳۰/۲۵۱۳
سرب	۵/۹۳۹	۵/۷٦۰۲	۵/۳۷٤۲٦

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

بر اساس جدول فوق که به تفکیک سناریو های مختلف ساختار فضایی می‌باشد، در بین آلاینده‌ها بیشترین پتانسیل غلظت آلایندگی برای مونواکسیدکربن در تمام سناریوها می‌باشد، و کمترین سهم برای سرب است. اما تفاوت عمده بین سناریوها در میزان سهم آلاینده‌ها در آلایندگی هوا می‌باشد. که به ترتیب بیشترین سهم در بین سناریوها برای سناریو A برای مونواکسیدکربن برابر با ٤۹۹۲ تن، سناریو B ٤۸٤۱ تن و در آخر کمترین میزان غلظت آلایندگی برای سناریو C با ٤۵۱۷ تن می‌باشد. همان‌گونه که ملاحضه می‌گردد تفاوت بین سنایوی تمرکزگرایی با سناریوی وضع موجود بیش از ٤ تن می‌باشد. بر این اساس می‌توان گفت در بین سناریوها، سناریوی تمرکزگرایی کمترین پتانسیل آلایندگی در ارتباط با آلاینده‌ها را دارا می‌باشد.

جدول ۱۸. مجموع کل آلودگی هوا به تفکیک سناریوهای نسبی ساختار فضایی(تن)

سناریوها	وضع موجود(A)	پراکنده سازی(B)	تمرکزگرایی(C)
مجموع کل آلودگی	۵۷۳۸/۵٦۲	۵۵٦۵/۸٤٤	۵۱۹۲/۹۳

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

بر اساس جدول فوق بیشترین پتانسیل آلایندگی هوا در بین سناریوها برای سناریوی A با بیش از ۵۷۳۸ تن می باشد و کمترین پتانسیل آلایندگی برای سناریوی C برابر با ۵۱۹۲ تن می‌باشد.

در ادامه جهت رتبه‌بندی سناریوهای مختلف در ایجاد آلودگی شهر تهران از آزمون فریدمن در محیط نرم‌افزار آماری SPSS استفاده به عمل آمده است.

جدول ۱۹. رتبه بندی آزمون فریدمن مربوط به میزان آلودگی هوا به تفکیک سناریوهای ساختار فضایی تهران

سناریوها	تعداد	میانگین	df	Chi-Square	sig
پراکنده سازی	۲۲	۲/۵۲۹۹	۲	٦/۰۹۱	۰/۰٤۸
وضع موجود	۲۲	۲/۵۵۱۷			
تمرکزگرایی	۲۲	۲/۳٦۰٤			

مأخذ: (یافته‌های تحقیق)

با توجه به سطح معنی داری آزمون (0/048 =sig)، با ۰/۹۵ اطمینان می‌توان گفت که بین سناریوهای مختلف ساختار فضایی به لحاظ ایجاد میزان آلودگی هوا تفاوت معنی داری وجود دارد.

٤. نتیجه گیری و پیشنهادها

هدف این تحقیق بررسی تأثیر ساختار فضایی شهر بر روی آلودگی هوا می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد، ساختار فضایی شهر تهران بر اساس ضریب آنتروپی شانون دارای الگوی غیر متمرکز و تصادفی اما بر اساس ضریب موران طبق جرم جمعیتی دارای الگوی چند مرکزی است.

دراین تحقیق به منظور بررسی تأثیر ساختار فضایی بر روی میزان آلودگی هوا در شهر تهران سه سناریو A (ادامه الگوی وضع موجود)، B (پراکنده‌سازی) و C (تمرکزگرایی) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از سناریوسازی ساختار فضایی نشان می‌دهد در بین سناریوهای مختلف بیشترین پتانسیل آلایندگی در سناریوهایی که پراکنده‌رویی را تشدید می‌کنند، مشاهده می‌شود و به همین ترتیب کمترین پتانسیل آلایندگی به سناریوی تمرکزگرایی مربوط است. این یافته نشان می‌دهد ساختار فضایی نقش مهمی در میزان آلودگی هوا دارد.

از مجموع آنچه که بیان شد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که دو سناریوی ادامه وضع موجود و رشد پراکندرویی (از طریق رشد جمعیت و فعالیت درمناطق بیرونی تهران) بالاترین پتانسیل افزایش میزان آلودگی هوا را دارا می‌باشند. سناریوهای مذکور با الگوی فعلی ساختار فضایی تهران رابطه قوی‌تری دارند و این نشان می‌دهد، مسئله آلودگی هوای تهران بدون توجه به ساختار کلان فضایی شهر همچنان به قوت خود باقی خواهد بود و در صورت عدم تغییرات اساسی در ساختار فعلی، افزایش شدیدتر آلودگی تهران مورد انتظار است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در شهر مورد مطالعه، در نظرگرفتن ملاحظات کلان فضایی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تأکید بر ترکیب و اختلاط کاربری‌ها در مقیاس‌های محله‌ای و ناحیه‌ای، بازآفرینی بافت‌های فرسوده و مناطق مرکزی شهر و حمایت از طرح‌های انبوه‌سازی در کانون‌های مرکزی با دسترسی به ایستگاه‌های شبکه حمل و نقل عمومی همچون ایستگاه‌های مترو، در راستای پایدارسازی ساختار فضایی شهر تهران مفید و مؤثر به نظر می‌رسد.

کتابنامه

۱. خالقی، ح. (۱۳۷۵)، ***طرح بررسی منابع آلوده کننده هوای اصفهان، تعیین استانداردهای خروجی از منابع آلودگی هوای تهران***، اداره کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان.

۲. رهنما، م.، عباس زاده، غ. (۱۳۸۷)، **اصول، مبانی و مدل های سنجش فرم کالبدی شهر، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد**.چاپ اول.

۳. سازمان حمل ونقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۸۹)، ***طرح جامع حمل ونقل شهر تهران***.

٤. شکری فیروجاه، پ. (۱۳۹۰)، ***تأثیر پراکنش فضایی کاربریهای شهری تبریز بر آلودگی هوا***، دوفصلنامه پـژوهش های بوم شناسی شهری، دوره ۲، شماره ۳، صص.۸۲-۷۸.

۵. ضرابی، ا.، محمدی،ج.، عبدالهی،ع. (۱۳۸۹)، ***بررسی و ارزیابی منابع ثابت و متحرک در آلودگی هـوای شـهر ، مطالعه موردی اصفهان***، مجله پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران، دوره جدید، شماره ۲٦، صص ۱۵۱-١٦٤

٦. قدمی،م.، محمدی،س.، و غلامیـان، ط. (۱۳۹۱)، ***بررسی نقش ساختار فضایی شهر در تمایل شهروندان به شـیوه سفر شخص،مطالعه موردی شهر بابلسر***؛ مجله پژوهش وبرنامه ریزی شهری، دوره ۳، شماره ۹، صص. ۹٤-۷۷.

۷. قدمی،م.،یوسـفیان،پ.(۱۳۹۳)، ***تحلیلی بر تغییرات ساختار فضایی شهر اصفهان بـا گریـزی بـر آلـودگی هـوا***، فصلنامه مطالعات ساختار و کارکرد شهری، دوره ۲، شماره ۸ ، صفحه ٦۳-۸٦

۸. مرکز آمار ایران، ***سرشماری نفوس و مسکن شهر تهران***، (۱۳۷۵) .

۹. مرکز آمار ایران، ***سرشماری نفوس و مسکن شهر تهران***، (۱۳۸۵) .

۱۰. مرکزتحقیقات معماری و شهرسازی ایران، (۱۳۷۵)، ***طرح مجموعه شهری تهران، وزارت مسکن و شهرسازی***.

۱۱. ویلیامز، ک.، برتون،ا.، جنکنر،م. (۱۳۸۳)، ***دستیابی به شکل پایدار شهری؛ شکل پایداری و حمل و نقل، ترجمـه واراز مرادی مسیحی***، جلد اول، چاپ اول، شرکت پردازش و برنامه ریزی شهری، تهران.

12. Bardhan, R., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2015). Does compact urban forms relate to good quality of life in high density cities of India? Case of Kolkata. *Cities, 48*, 55-65.
13. Bento, A. M., Cropper, M. L., Mobarak, A. M., & Vinha, K. (2005). The effects of urban spatial structure on travel demand in the United States. *The Review of Economics and Statistics, 87*(3), 466-478.
14. Bertaud, A. (2003). *Tehran spatial structure: Constraints and opportunities for future development* Retrieved from http://alain-bertaud.com images/ AB_ Teheran_ report_ final_3 .pdf
15. Bertaud, A., & Malpezzi, S. (2003). *The spatial distribution of population in 48 world cities: Implications for economies in transition* Retrieved from https:// www2. lawrence. edu/fast/finklerm/ Complete% 20Spatial% 20Distribution% 20of%20 Population% 20in%20 50%20 World%20 Ci.pdf:
16. Branscomb, L. M. (2006). Sustainable cities: Safety and security. *Technology in Society, 28*(1), 225-234.
17. Burton, E. (2000). The compact city: Just or just compact? A preliminary analysis. *Urban Studies, 37*(11), 1969-2006.
18. Dai, F. C., Lee, C. F., & Zhang, X. H. (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: A case study. *Engineering Geology, 61*(4), 257-271.
19. Edwards, B. (2002). *Rough guide to sustainability*. London, England: RIBA.
20. Ferguson, N., & Woods, L. (2010). Travel and mobility. In M. Jenks & C. Jones (Eds.), *Dimensions of the sustainable city* (Vol. 2, pp. 53–74). London, England: Springer.
21. Gainza, X., & Livert, F. (2013). Urban form and the environmental impact of commuting in a segregated City, Santiago de Chile. *Environment and Planning B: Planning and Design, 40*(3), 507-522. García-Palomares, J. C. (2010). Urban sprawl and travel to work: The case of the metropolitan area of Madrid. *Journal of Transport Geography, 18*(2), 197-213.

22. Graedel, T. E., & Crutzen, P. J. (1993). *Atmospheric change: An earth system perspective*. New York, NY: W. H. Freeman and Company.
23. Jenks, M., & Jones, C. (2010). *Dimensions of the sustainable city*. London, England: Springer.
24. Kørnøv, L. (2009). Strategic environmental assessment as catalyst of healthier spatial planning: The Danish guidance and practice. *Environmental Impact Assessment Review, 29*(1), 60-65.
25. Madanipour, A. (2006). Urban planning and development in Tehran. *Cities, 23*(6), 433-438.
26. Milder, J. (2012). Sustainable urban form. In E. V. Bueren, H. V. Bohemen, L. Itard, & H. Visscher (Eds.), *Sustainable urban environments: An ecosystem approach* (pp. 263–284). London, England: Springer.
27. Muñiz, I., & Galindo, A. (2005). Urban form and the ecological footprint of commuting: The case of Barcelona. *Ecological Economics, 55*(4), 499-514.
28. Newman, P., & Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities: Overcoming automobile dependence*. London, England: Island Press.
29. OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). (2012). *Compact city policies: A comparative assessment*. East Jerusalem, Israel: OECD.
30. Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2009). *The geography of transport systems*. London, England: Routledge.
31. United Nations Human Settlements Programme. (2009). *Planning sustainable cities: Global report on human settlements*. London, England: Earthscan/UNHabitat.
32. Zebardast, E. (2006). Marginalization of the urban poor and the expansion of the spontaneous settlements on the Tehran metropolitan fringe. *Cities, 23*(6), 439-454.