نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال نوزدهم، شماره ۵۲، بهار ۹۸

اثرات توسعهٔ گسیختهٔ شهر بر شکل‌گیری جریان حمل‌ونقل و آلودگی هوای منطقه‌ی کلان شهر تهران

دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۱۰ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۳/۲۶

صفحات: ۹۷-۷۷

حمیدرضا تلخابی: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: HamidTalkhabi@Gmail.com
محمد سلیمانی: دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران[1].
Email: M_Soleimani_Mehr@Yahoo.Com
احمد سعیدنیا: استادیار بازنشسته شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران.
Email: Ahmad.Saeidnia@yahoo.com
احمد زنگانه: استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: Zanganeh45@yahoo.com

چکیده

این مقاله نقش حمل‌ونقل در شکل‌گیری آلودگی هوای منطقهٔ کلان شهر تهران را بررسی کرده است. این منطقه دارای جمعیتی بالغ بر ۱۵,۹۸ میلیون نفر می‌باشد. روش مقاله‌ی حاضر از نوع تحلیلی بوده و بر داده‌های ثانویه و سنت‌های روش پژوهش کمی استوار است. برای تحلیل فضایی جابجایی، از داده‌های خام ترددشماری درون‌شهری و برون‌شهری سال ۱۳۹۵، و به‌منظور تحلیل فضایی آلودگی هوا (ذرات معلق کمتر از ۲,۵ میکرون و ۱۰ میکرون)، از داده‌های خام ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا و تصاویر ماهواره‌ای لندست (OLI) برای سه روز منتخب در سال‌های ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ به‌عنوان نمونهٔ بررسی، در محیط نرم‌افزاری ArcGIS استفاده‌شده است. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که به دلیل شدت جریان سفرها و ترددهای درون کلان‌شهر تهران، حومه به حومه، حومه به شهر مرکزی (تهران) و بالعکس، کانون‌های خیزش آلودگی هوا را نمی‌توان تنها به شهر تهران نسبت داد، بلکه گسترهٔ شکل‌گیری کانون‌های آلاینده در محدودهٔ "منطقهٔ کلان شهر تهران" توزیع شده است. همچنین میزان همبستگی فضایی بین نقشه‌های آلودگی هوا و نقشه‌های جریان حمل‌ونقل در روزهای منتخب (۲ بهمن ۱۳۹۲، ۵ بهمن ۱۳۹۳ و ۷ آذر ۱۳۹۵)، در همه‌ی موارد ارتباط فضایی بالا (بیش از ۷۵ درصد) را نشان داده است. همچنین تحلیل این وضعیت در حلقه‌های سه‌گانه حاکی از این بود که بیشترین حجم ترددها به ترتیب در محدودهٔ شهر تهران به‌عنوان(CBD)، ناحیه‌ی حومه‌ای(Suburban) و فراحومه (Exurban) انجام شده و الگوی پراکنش و تجمع فضایی آلودگی نیز تابع این وضعیت بوده است.

کلید واژگان: توسعه‌ی گسیخته‌ی، حمل‌ونقل، آلودگی هوا، منطقهٔ کلان شهر، تهران.

---

۱ . **نویسنده مسئول:** تهران، خیابان مفتح جنوبی، دانشگاه خوارزمی تهران، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه جغرافیای انسانی.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

مقدمه

کلان‌شهرها به‌عنوان نوعی سکونتگاه جدید، در بیشتر کشورهای جهان تجربه شده است. این مناطق، شکل تازه‌ای از شهرنشینی هستند که نه‌تنها به لحاظ مقیاس بزرگ‌تر از مجموعه‌های پیشین هستند، بلکه با تمرکززدایی بیشتر، منعکس‌کنندهٔ پویایی‌های ساختاری بنیادینی هستند که جغرافیای مناطق کلان‌شهرها را دگرگون ساخته و شکل‌های متفاوتی از ساختار و سازمان فضایی را در نواحی پیرامون کلان‌شهرها به وجود می‌آورند(ر.ک: زبردست و حاجی پور، ۱۳۸۸: ۱۰۵-۱۰۶). الگوهای توسعه‌ی حومه‌ای در بسیاری از مناطق آن‌ها با ویژگی‌های توسعه پراکنده، با افزایش وابستگی به وسایل نقلیهٔ موتوری و افزایش ازدحام ترافیکی در خارج از مادر شهر اصلی همراه است (Ewing *et al*, 2003;177 & Donovan, *et al*., 2005). وابستگی به خودرو به‌عنوان سطح بالایی از سرانهٔ سفرهای وابسته به خودرو، الگوهای کاربری زمین خودرو مدار و کاهش گزینه‌های حمل‌ونقل تعریف شده است (Litman, 2014: ix) ، که به موجب آن بیش از سه‌چهارم سفرهای رفت‌وآمدی در مناطق کلان شهر با استفاده از خودرو انجام می‌شود. این نسبت برای ایالات‌متحده در سال‌های اخیر حدود ۸۸ درصد بوده است (Rodrigue *et al*,2006: 193). بخش حمل‌ونقل بخاطر برخورداری از رقم ۸۰ درصدی درزمینهٔ مصرف انرژی شهری، سهم بسزایی در آلودگی هوای شهر- منطقه‌ها ایفا می‌کند (Gan,2003: 537). این مسئله طی دهه‌های اخیر به‌مثابهٔ یکی از چالش‌های مهم محیط‌زیستی در مقیاس جهانی بوده است (Marcotullio et al, 2012: 2).

در این خصوص، بررسی روند توسعه منطقهٔ کلان شهر تهران نشان می‌دهد که به سال ۱۳۹۵، جمعیت این منطقه افزون‌بر ۱۵,۹۸ میلیون نفر بوده است که حدود ۸,۷۳ میلیون نفر (معادل ۵۴,۶ درصد) در محدودهٔ شهر تهران و بقیه در خارج از بدنهٔ کلان شهر استقرار داشته‌اند و تعداد شهرهای این قلمرو از ۴ شهر در سال ۱۳۳۵ به ۵۹ شهر در سال ۱۳۹۵ فزونی یافته است (ر.ک: داده‌های مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). این ارقام بیانگر واگرایی شدید از مرکز به پیرامون، تغییرات شدید جمعیت و فعالیت در شهرهای کوچک و روستاها است که در تحقیقات موجود علت و چگونگی آن بحث شده است. ارتباط عملکردی روزانه این کانون‌های گسیخته با یکدیگر و با شهر تهران که اغلب با وسیلهٔ وسایل نقلیهٔ شخصی انجام می‌شوند، مسائل محیط‌زیستی حادی را پدید آورده که مسئله"آلودگی هوا" از مهم‌ترین آن‌هاست، به‌طوری‌که طبق گزارش کیفیت هوای تهران (۱۳۹۵)، ذرات معلق (کمتر از ۲,۵ میکرون و ۱۰ میکرون)، شاخص‌ترین آلاینده‌های هوای تهران بوده است.

داده‌کاوی آمارهای موجود نشان می‌دهند که طی یک دههٔ اخیر (۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵)، بازهٔ زمانی آلودگی هوا نزدیک به سه برابر، و غلظت عوامل آلاینده نیز دو برابر شده است (ر.ک: شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۵). همچنین نتایج ارزیابی گزارش‌های محیط‌زیستی نشان می‌دهد که آلودگی هوا در کلان‌شهر تهران ۸,۲ برابر و در برخی سال‌ها (ازجمله سال ۱۳۸۸) حدود ۳۸ برابر استاندارد جهانی بوده است (روزنامه همشهری، ۲۸ دی ۱۳۸۸). با عنایت به بحث‌های پیش‌گفته، مسئله کلیدی و مشخص پژوهش حاضر این است که "توسعهٔ فضایی پراکندهٔ کانون‌های فعالیت و سکونت، به‌خاطر تولید حجم زیادی از ترددهای آونگی بین کانون‌ها و حوزه‌های پیرامون در گسترهٔ منطقهٔ کلان شهر تهران، مسئلهٔ محیط‌زیستی آلودگی هوا را شکل می‌دهند. بنابراین پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که" اثرات گسترش حومه‌ای بر شکل‌گیری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

جریان ترددهای درون‌شهری و برون‌شهری در گسترهٔ منطقهٔ کلان شهر تهران چگونه است و چه ارتباطی میان این عامل و آلودگی هوا وجود دارد؟"

بررسی تاریخچه و ابعاد پدیدآورندهٔ مسئله حاکی از آن است، که گسترش حومه‌ای شهر و شکل‌گیری گستره‌های مناطق کلان شهر از دههٔ پنجاه میلادی، ابتدا در کشورهای توسعه‌یافته و در چند دههٔ اخیر در کشورهای درحال‌توسعه ظهور یافته است (ر.ک: سعیدنیا، ۱۳۷۶: ۴۰). به‌طور خاص، در خصوص گسترش حومه‌ای و اثرات آن بر جریان حمل‌ونقل و شکل‌گیری آلودگی هوا در مقیاس مناطق کلان شهر، مطالعات و پژوهش‌های زیادی انجام‌شده است که در ادامه به شرح اجمالی برخی از آن‌ها پرداخته می‌شود :

ژائو و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی با عنوان پیامدهای اکولوژیکی گسترش شتابان شهری شانگهای چین، بررسی مسئلهٔ توسعهٔ شهری شانگهای و اثرات آن بر محیط زیست را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییرات کاربری و پوشش زمین اثرات مخربی بر نواحی شهری، پیراشهری و حومه‌ای داشته است و این اثرات با حرکت از حومه به شهر اصلی افزایش می‌یابد. برایان استون (۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان پراکندگی شهری و کیفیت هوا در شهرهای بزرگ ایالات‌متحده، این مسئله را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که بین عدم کنترل توسعهٔ کلان شهر و افزایش میزان انتشار اکسید نیتروژن، دمای فصلی هوا، و شدت یافتن ترکیبات آلی فرّار رابطه وجود دارد که این امر از حمل‌ونقل، صنعت و امکانات ایجاد نیرو تأثیر می‌پذیرد. دی ریدر و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان «شبیه‌سازی اثر پراکندگی شهری بر کیفیت هوا و حضور جمعیت در منطقهٔ روهر آلمان» به بررسی رابطهٔ پراکندگی شهری و پیامدهای آن بر کیفیت هوا پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که تسلط سرمایه‌گذاری صنعتی پیامدهای زیادی در پراکندگی شهری و افت کیفیت هوای " منطقهٔ روهر آلمان" داشته است. بدین صورت که پراکندگی با شکل‌دادن به جریان حمل‌ونقل، محل سکونت و فعالیت، اثرات محیط زیستی خود را در آلودگی هوا برجای گذاشته است. احمدی (۲۰۱۲) در رسالهٔ دکتری خود با عنوان «اثرات پراکندگی بر مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل و ردپای کربن حمل‌ونقل در شهرهای بزرگ ایالات‌متحده»، به بررسی رابطهٔ پراکندگی شهری و مصرف انرژی در بخش حمل و نقل پرداخت. نتایج این تحقیق که با استفاده از اطلاعات آماری ناحیهٔ کلان شهر در ۷۳ ناحیهٔ کلان شهر به‌دست‌آمده، حاکی از آن است که بین توسعهٔ شهری پراکنده و مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد. سونگ (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «اثرات ساختار فضایی بر میزان کیفیت هوا در نواحی کلان شهر ایالات‌متحده»، به بررسی تاثیر ساختار شهر بر کیفیت هوا پرداخت. در این تحقیق از نتایج ۶۱۰ ایستگاه سنجش کیفت هوا طی دوره‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که نواحی کلان شهر با پراکندگی زیاد، تراکم پایین و ترد زیاد بین مراکز، از کیفیت هوای نامناسب‌تری در مقایسه نواحی فشرده یا متراکم برخوردار هستند.

ضرابی و مختاری(۱۳۸۱) در پژوهشی با عنوان «تحلیلی بر آلودگی‌های محیط‌زیستی شهر تهران»، به بررسی و مطالعهٔ مسائل محیط‌زیستی تهران پرداختند. نگارندگان علت اصلی آلودگی هوای کلان‌شهر تهران را افزایش جمعیت، عامل توپوگرافی و موقعیت خاص تهران، صنایع پیرامون تهران و حمل‌ونقل قلمداد کرده‌اند. مدنی پور و داودی (۱۳۸۳) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر تخریب محیط طبیعی تهران بر افزایش و مشکلات آن»، به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

بررسی رابطهٔ رشد گسیختهٔ شهر تهران بر محیط‌طبیعی پرداختند. به عقیدهٔ نگارندگان «مسائل شهری تهران را باید در منطقهٔ شهری آن پیگیری کرد، نه در مناطق شهرداری»؛ حومه‌نشینی در بخش‌های جنوبی تهران و رشد فزایندهٔ فعالیت، جمعیت و سکونت باعث شده که آلودگی هوا نیز از تردد فزاینده وسایل نقلیهٔ موتوری نشأت گیرد. صفوی و علیجانی(۱۳۸۵) در پژوهشی با عنوان «بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران»، به بررسی نقش ساختارهای جغرافیایی بر افت کیفیت هوای تهران پرداختند. بنا بر نتایج این پژوهش، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آلودگی هوای تهران عبارت‌اند از: توپوگرافی، اقلیم (بادهای جنوبی و غربی)، جمعیت (منطقهٔ کلان شهر)، صنعت (۳۰ درصد در غرب، ۵۴ درصد در جنوب و ۱۶ درصد در شرق تهران)، و شبکه حمل‌ونقل شهری درون و برون‌شهری. شهبازی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای با عنوان «سیاههٔ انتشار آلاینده شهر تهران»، به مطالعه میزان و آلودگی و سهم هریک از بخش‌های الوده کننده پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که سهم منابع متحرک در تولید پنج آلاینده هوا در سال ۱۳۹۲ در شهر تهران برابر ۶۱۸ هزار تن بوده است. این میزان برای مجموع تمام منابع ثابت ۱۰۸ هزار تن است و بنابراین ۸۵٫۱ درصد تولید آلودگی شهر تهران مربوط به منابع متحرک و ۱۴٫۹ درصد مربوط به منابع ساکن است.

تحلیل سابقهٔ پژوهش در ارتباط با مقالهٔ حاضر نشان می‌دهد که در تحقیقات خارجی به مسئلهٔ پراکندگی شهری به‌عنوان عاملی مهم در شکل‌گیری آلودگی‌های محیط‌زیستی و به‌ویژه آلودگی هوا توجه شده و قضاوت شده است که پراکندگی شهری با ایجاد فاصلهٔ زیاد بین کاربری‌ها در مناطق کلان شهر و تولید سفر بین فضاهای فعالیت و سکونت، وابستگی به حمل‌ونقل شخصی را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. همچنین در بیشتر پژوهش‌ها، بیش از ۸۵ درصد آلودگی‌های هوای تهران به وسایل نقلیهٔ شخصی نسبت داده‌شده و عمدتاً این مسئله در درون مرزهای کلان شهر و در مقیاس خرد بررسی‌شده است. با عنایت به موارد مذکور، می‌توان گفت که مقالهٔ حاضر آلودگی هوای تهران را در پیوند با مسئلهٔ پراکندگی شهری در گسترهٔ منطقهٔ کلان شهر و با تأکید بر عامل حمل‌ونقل درون و برون‌شهری بررسی کرده و بدین ترتیب آن را از پژوهش‌های پیشین متمایز می‌سازد.

مبانی نظری

شناخت عوامل ایجادکنندهٔ مسائل محیط‌زیستی و به‌ویژه آلودگی هوا در مطالعات جغرافیای شهری، نیازمند شناخت نظریات و دیدگاه‌هایی است که به جریان شهرنشینی و شکل‌گیری مناطق کلان شهر سمت‌وسو می‌بخشند، چراکه الگوی توسعهٔ فضایی مناطق کلان شهر که با اتکا بر شبکه‌های حمل‌ونقلی شکل می‌گیرند، وابستگی به حمل‌ونقل خودرو محور را تشدید می‌کند. شورت (۱۹۸۴) درباره نیروهای شکل‌دهنده توسعهٔ شهری در تاریخ شهرنشینی و فناوری‌های موجود در هر عصر، سه دورهٔ متفاوت را شامل شهر سنتی، شهر حمل‌ونقل همگانی و شهر اتومبیل‌محور شناسایی و تبیین نموده است (رنی شورت، ۱۹۸۴: ۱۶۸). شهر اتومبیل‌محور محصول عصر مدرن است که منجر به ظهور مناطق کلان شهر می‌شود. کان و گلیسر[1] بر آن هستند که گسترش نواحی مادرشهری به سمت پیرامونی به شکل تنگاتنگی با ظهور اتومبیل شخصی ارتباط و

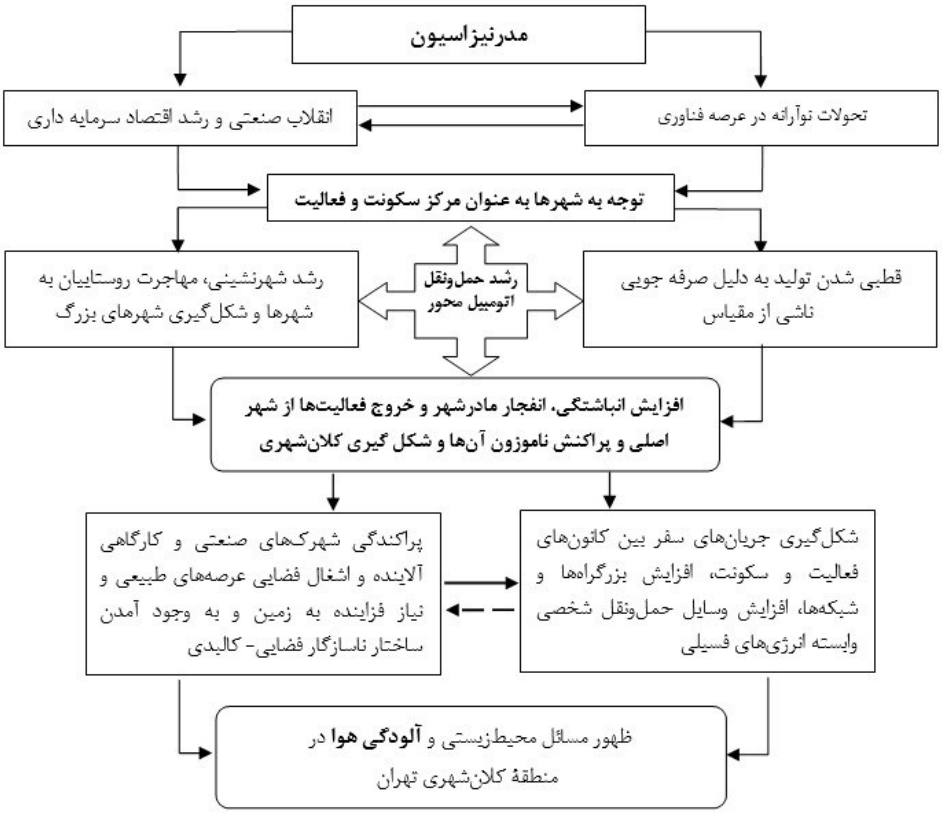
1- Kahn & Glaeser

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

پیوند دارد (ر.ک: سیف‌الدینی و شورچه، ۱۳۹۴: ۱۸۹). رابطه‌ی بین حمل‌ونقل و کاربری زمین در یک زمینهٔ وسیع‌تر، در حقیقت بازتاب ارتباط میان حمل‌ونقل و ساختار فرم شهری است. اهمیت حمل‌ونقل در تاریخ شهر تا حدی است که به‌زعم کالینگورث:"هم تاریخ توسعهٔ اقتصادی و هم تاریخ توسعهٔ شهری به‌نوعی بازتاب توسعهٔ حمل‌ونقل است"(سیف‌الدینی و دیگران، ۱۳۹۴: ۱۱۶). واکاوی روند تحولات شهری از «شهر صنعتی کلاسیک»(۱۸۵۰ تا ۱۹۴۵) به شهر «فوردیست» (۱۹۴۵ تا ۱۹۷۵) و سپس «مادرشهر نئوفوردیسیت» (۱۹۷۵ تاکنون) که ساختار فضایی متفاوتی را در مقیاس منطقه‌ای ایجاد می‌کنند، بازتاب عوامل و فرایندهایی است که تحت تأثیر حمل‌ونقل منطقه‌ای شکل گرفته‌اند (knox and pinch, 2010: 30). رودریگو (۲۰۰۶) بر آن است که زیرساخت‌های حمل‌ونقلی علت اصلی پیرا-شهرنشینی در مناطق کلان شهر بوده و ساختار فضایی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند و این یک تعامل دوسویه است؛ چراکه فضا شبکه‌ی حمل‌ونقلی را به وجود می‌آورد و شبکه-ی حمل‌ونقلی باعث پدیدار شدن مجدد آن می‌گردد (Rodrigue, et al, 2006: 81). افزون بر عامل حمل‌ونقل، مناطق کلان شهر تحت تأثیر نیروها و فرایندهای مختلفی ازجمله جهانی‌شدن (Castells 2000: 407)، توسعهٔ فناوری (Peterson, 1985:xi)، فرایند صنعتی‌شدن (Pacione,2002: 605)، بازساخت اقتصادی (Soja, 2000)، زوال مادرشهری (کلارک، ۱۹۸۹)، انفجار فضایی مادرشهر، جنبه‌های نهادی، پراکندگی شهری و شهر-لبه‌ها (Hamilton, 1999: 284)، و اجتماعات حاشیه‌نشین (Smolka,2008: 101) شکل می‌گیرند و تکوین می‌یابند. در خصوص منابع ایجادکننده آلودگی هوا در مناطق کلان شهر، مانینز[1] (۱۹۸۸) مدلی تحت عنوان "مدل ارزیابی کاربری زمین-حمل‌ونقل" ارائه کرده و آن را به سه دستهٔ اصلی؛ الف) منابع ناحیه‌محور شامل فعالیت-های نواحی صنعتی، تولید، مسکونی و تجاری؛ ب) منابع نقطه‌ای شامل مکان‌های صنعتی در قالب کارخانه‌ها و نیروگاه‌ها و؛ ج) منابع ارتباطی شامل گونه‌های وسایل نقلیهٔ زمینی و هوایی تقسیم می‌کند (بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۳- ۱۴). در یک جمع‌بندی کلی از دیدگاه‌ها و نظریات مطرح‌شده، می‌توان گفت که مسائل محیط-زیستی ازجمله آلودگی هوا، در یک بستر منطقه‌ای شکل می‌گیرد، چراکه عامل حمل‌ونقل به گسترده‌تر شدن مناطق کلان شهر و چیدمان عناصر فضایی آن در مقیاس منطقه‌ای می‌انجامد و این الگوی توسعه در قالب توسعهٔ پراکنده، وابستگی به وسایل نقلیهٔ موتوری شخصی را بیش‌ازپیش ضروری می‌سازد. ظهور این پدیده در عصر مدرن و پسامدرن، در یک رابطهٔ علت‌ومعلولی به تولید و بازتولید مسائلی منجر می‌شود که آلودگی هوا پیامد ناخواسته آن است. بنابراین درک چرایی شکل‌گیری مسائل محیط‌زیستی، درگرو فهم زمینه‌های شکل-دهنده به آن است. در یک نتیجه‌گیری منطقی می‌توان گفت که الگوهای توسعهٔ گسیختهٔ شهری که حمل‌ونقل شخصی را ترویج می‌دهند، ذاتاً مسئله‌زا بوده و بروز مسائل محیط‌زیستی و به‌طور خاص آلودگی هوا، در این عرصه‌ها اجتناب‌ناپذیر است. در شکل (۱)، مدل مفهومی (سازوکارهای) منجر به شکل‌گیری آلودگی هوای تهران ارائه شده است.

1- Manins

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]



شکل(۱). مدل مفهومی (سازوکارهای منجر به شکل‌گیری آلودگی هوای تهران)

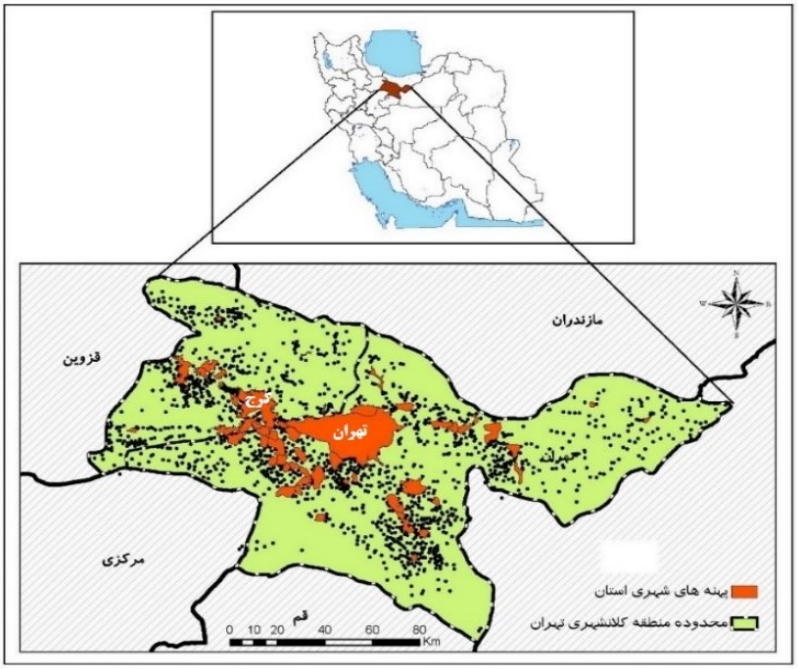
روش تحقیق

معرفی محدوده‌ی مورد مطالعه

منطقهٔ کلان شهر تهران، محدودهٔ این پژوهش است که دو استان تهران و البرز را شامل می‌شود که به لحاظ کارکردی، پیوندهای عمیقی باهم دارند. این محدوده بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ شامل دو استان، ۱۸ شهرستان، ۵۹ شهر و ۹۷ دهستان است و با مساحت ۱۸,۸۱۴ کیلومترمربع، ۱,۱۴ درصد از کل مساحت کشور را به خود اختصاص داده است شکل (۲). منطقهٔ کلان شهر تهران مهم‌ترین کانون جمعیتی کشور به شمار می‌رود و بر اساس آخرین سرشماری رسمی نفوس و مسکن کشور (۱۳۹۵)، ۱۹,۹۹ درصد از جمعیت کشور را در خود جای‌داده است. بررسی جمعیت این گستره در شکل‌گیری منطقهٔ کلان شهر تهران نشان می‌دهد که سهم جمعیتی محدودهٔ شهر تهران از ۸۵,۶۴ درصد در سال ۱۳۵۵ به ۵۴,۶۱ درصد در سال ۱۳۹۵ کاهش‌یافته و در مقابل سهم جمعیتی سکونتگاه‌های پیرامونی از ۱۴,۳۶ درصد به ۴۵,۴ درصد فزونی یافته است (ر.ک: داده‌های مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). همچنین نمود فضایی جریان رشد شتابان حومه‌ای، شکل‌گیری ۵۹ شهر رسمی و صدها کانون روستایی کوچک و بزرگ است که در یک الگویی فضایی پراکنده، گسترهٔ پیرامونی را تحت استیلای خود درآورده‌اند. از ویژگی‌های برجستهٔ دیگر این قلمرو جغرافیایی، سفرها و ترددهای روزانهٔ آونگی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

بین «حومه به مرکز»، «مرکز به حومه» و «حومه به حومه» است که به دلیل وابستگی زیاد به خودرو شخصی و غلبهٔ آن بر دیگر شیوه‌های حمل‌ونقلی، آلودگی‌های محیط‌زیستی زیادی را پدید می‌آورند. شکل(۲).



شکل(۲). منطقهٔ کلان شهر تهران

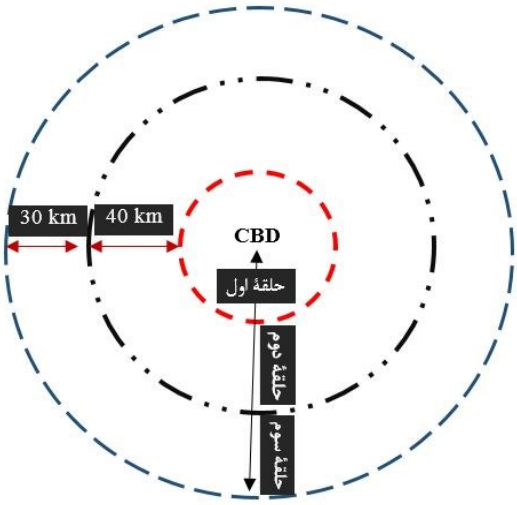
پژوهش حاضر از نوع تحلیلی است و بر اساس داده‌های رسمی ثانویه انجام‌شده و از سنت‌های روش پژوهش کمی بهره برده است. برای تحلیل الگوهای فضایی جابه‌جایی حومه‌ای، از داده‌های خام ترددشماری سازمان حمل‌ونقل جاده‌ای (۱۰۷ محور برون‌شهری) و داده‌های خام سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران (مناطق ۲۲ گانه تهران) در سال ۱۳۹۵ استفاده شده و در تحلیل فضایی آلودگی هوا (ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون و ۱۰ میکرون)، از داده‌های خام ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا و فناوری سنجش‌ازدور در محیط نرم‌افزاری ArcGIS بهره برده است. مراحل کار این بخش بدین‌صورت بوده که ابتدا داده‌های ایستگاه‌های پایش آلودگی مستقر در منطقهٔ کلان شهر اخذ گردید و بر اساس داده‌های موجود، روزهای آلوده مشخص شد. اهمیت این ایستگاه‌ها ازاین‌جهت بود که به‌عنوان نقاط کنترل استفاده شدند. با عنایت به اصل در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌های لندست (OLI)، روزهای مورد مطالعه (رأس ساعت ۷ بامداد) انتخاب شدند. پس از اعمال تصحیح هندسی و رادیومتری، روش‌های برنامه‌نویسی و الگوریتم رگرسیونی چند متغیره بر روی تصاویر اعمال گردید و نتایج در قالب ایستگاه‌های بیشتری به دست آمد. درنهایت نقشه‌های آلودگی هوا با استفاده از مدل میانیابی معکوس فاصله (IDW)؛ به دلیل پایین بودن (حدود ۲۹.۳ متر) میانگین میزان خطای مدل (RMSE) تهیه شدند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

جدول(۱). شماره تصاویر و روزهای انتخاب‌شده

شماره تصاویر(OLI)	روزهای منتخب (میلادی)	روزهای منتخب (شمسی)
۱۶۵-۰۳۵ و ۱۶۴-۰۳۵	۲۰۱۴/۰۱/۲۲	۲ بهمن ۱۳۹۲
	۲۰۱۵/۰۱/۲۵	۵ بهمن ۱۳۹۳
	۲۰۱۶/۱۱/۲۷	۷ آذر ۱۳۹۵

به‌منظور تحلیل عینی‌تر الگوهای فضایی استقرار جمعیت در ساختار فضایی منطقهٔ کلان شهر تهران، از «نواحی حلقه‌ای شکل» در چارچوب دیدگاه‌های مک‌گی[1] (۱۹۹۱) و ناکس و پینچ[2] (۲۰۰۴) نیز استفاده شده که انطباق زیادی با قلمرو پژوهش دارد، بر این مبنا، حلقه‌هایی بر اساس میزان فاصله از مرکز ثقل کلان‌شهر تهران به‌عنوان کانون تمرکز فعالیت‌های اقتصادی و جمعیت (CBD) در سه ناحیهٔ اصلی تعیین شده است. حلقهٔ اول، دربرگیرندهٔ کلان‌شهر تهران است که به فاصلهٔ ۱۷ کیلومتر از مرکز جغرافیایی شهر به لبهٔ بیرونی (حد نهایی شهر) مشخص گردید. حلقهٔ دوم که به‌عنوان ناحیهٔ حومه‌ای یا (Suburban) تعریف شده است، به فاصلهٔ ۴۰ کیلومتر از لبهٔ بیرونی حلقهٔ اول قرار دارد. بیشترین تمرکز اشتغال و جمعیت مناطق کلان شهر در این ناحیه است. حلقهٔ سوم با عنوان ناحیهٔ فراحومه (Exurban) تعریف شده است که با فاصله‌ای معادل ۳۰ کیلومتر از لبهٔ بیرونی ناحیهٔ دوم قرار دارد (ر.ک.: زاهدپور، ۱۳۹۴: ۱۵۱) شکل(۳).



شکل (۳). شمای حلقه‌های تحلیل

1- McGee
2- Knox & Pinch

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

نتایج

گسترش منطقهٔ کلان شهر تهران و تولید جریان سفر

گسترش پرشتاب و بی‌رویهٔ شهر تهران و ترکیب‌بندی ناموزون آن در گسترهٔ منطقهٔ کلان شهر، گرچه زائیدهٔ مجموعه‌ای از عوامل تاریخی و اجتماعی-اقتصادی است، ولی خود سرچشمهٔ بروز بسیاری از مسائل محیط-زیستی و پیامدهای منفی آن در درون و بیرون گسترهٔ مذکور شده است. تمرکز بیش‌ازاندازهٔ عناصر شهری و وسایط حمل‌ونقل در مجموعه‌ای بی‌سازمان، بستری را به وجود آورده که مناسبات طبیعی "انسان با محیط" و "انسان با انسان" را دچار ناسازگاری و عدم تعادل ساخته است. سعیدنیا معتقد است که سه عامل عمدهٔ منشاء اصلی مسائل و تنگناهای محیط‌زیستی شهر تهران محسوب می‌شوند که عبارت‌اند از: ۱) اندازه و مقیاس شهر؛ ۲) ساختار کالبدی ناموزون، پراکندگی و بی‌نظمی در شبکه‌بندی و کاربری اراضی؛ ۳) ساختارتک مرکزی و توسعهٔ مراکز جدید در طول محورهای حمل‌ونقلی.

در ادامه به بررسی اثرات گسترش پراکندهٔ منطقهٔ کلان شهر تهران بر تولید و جذب سفر در درون شهر تهران و نیز بین‌شهرها در گسترهٔ منطقهٔ کلان شهر پرداخته شده است.

الف: سفرها و ترددهای درون شهر تهران

گسترش فیزیکی شهر تهران و انجام سفرهای گوناگون بین مناطق شهر، باعث شده است که آمار و اطلاعات به‌روز از وضعیت تولید و جذب سفر در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران از یک دههٔ پیش مورد توجه قرار گیرد. بر مبنای داده‌های معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۹۴)، تعداد سفرهای روزانه در شهر تهران از ۱۴٫۶ میلیون سفر در سال ۱۳۸۳ به ۱۸٫۳ میلیون سفر در سال ۱۳۹۴ رسیده است که حاکی از رشد ۲۵ درصدی سفرهای درون‌شهری است. در این میان، میزان جابجایی‌های روزانه بالغبر ۲۳٫۶ میلیون جابجایی بوده است. همچنین در این گزارش آمده است که حدود ۶۰ درصد از جابجایی‌ها به‌وسیلهٔ حمل‌ونقل عمومی، ۱۸ درصد به‌وسیلهٔ حمل‌ونقل ریلی (مترو)، ۲۰ درصد به‌وسیلهٔ اتوبوس، ۲۲ درصد به‌وسیلهٔ تاکسی و ۷ درصد نیز به‌وسیلهٔ سرویس‌ها بوده است. نتایج گزارش‌های موجود در خصوص تردد روزانهٔ وسایل نقلیهٔ موتوری (خودرو شخصی)، نشان می‌دهد که روزانه حدود ۳ میلیون خودرو در شهر تهران تردد می‌کنند که در این میان مناطق ۴، ۱۲، ۲، ۵، ۶ به ترتیب بیشترین تعداد تردد را به‌خود اختصاص داده اند. البته میزان تولید و جذب سفر در هریک از این مناطق متفاوت است. به‌طور مثال، مناطق ۱۲ و ۶ به ترتیب بیشترین جذب سفر و مناطق ۴، ۵ و ۲ به ترتیب بیشترین تولید سفر را دارند.

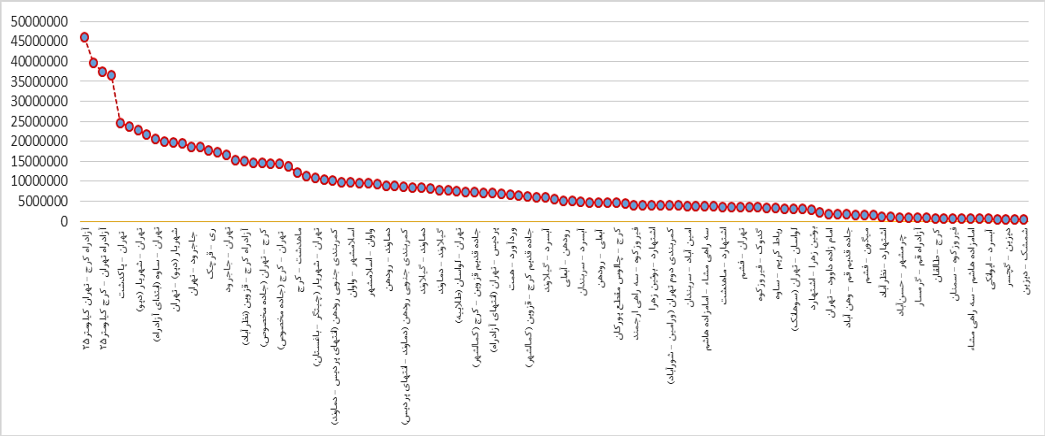
ب: سفرها و ترددهای جاده‌ای منطقهٔ کلان شهر

پیوندهای فضایی کلان‌شهر تهران به‌عنوان شهر مرکزی و سکونتگاه‌های پیرامونی در گسترهٔ منطقهٔ کلان شهر چنان درهم‌تنیده است که به دلیل پیچیدگی ارتباطات در حوزهٔ نفوذ روزانه و یا به عبارت دیگر در سیستم شهری روزانهٔ کلان‌شهر تهران، شاید دیگر نتوان آن‌ها را دو منطقهٔ کلان شهر مستقل از هم قلمداد کرد. بررسی‌های داداش‌پور و تدین (۱۳۹۴) در باب ساختار فضایی منطقهٔ کلان شهر تهران به‌وسیلهٔ الگوهای سفر نشان می‌دهد که در سطح منطقهٔ کلان‌شهری تهران سه نوع الگوی رفت‌وآمدی شامل: ۱) الگوی متمرکز (رفت‌وآمدها از نواحی پیرامونی به مراکز اصلی)؛ ۲) الگوی ضربدری (رفت‌وآمد میان بخش‌های مختلف نواحی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

پیرامونی) و ۳) الگوی مبادله‌ای (رفت‌وآمدها از مراکز اصلی به نواحی پیرامونی) قابل‌شناسایی هستند که البته میزان و شدت وقوع این الگوها در سراسر منطقه متفاوت است. به‌این‌ترتیب که الگوی متمرکز (شعاعی) بیشترین میزان حجم رفت‌وآمدها را به خود اختصاص داده و درجهٔ پایین‌تری از رفت‌وآمدهای مبادله‌ای و ضربدری شکل‌گرفته است (داداش‌پور و تدین، ۱۳۹۴: ۷۸).

بررسی‌های نمونه‌ای شکل(۴) درخصوص ارقام مربوط به حجم و شمار ترددهای انجام شده در سال ۱۳۹۵ در ۱۰۷ محور اصلی جاده‌ای منطقهٔ کلان شهر تهران نشان می‌دهد که به لحاظ تعداد و حجم این ترددها در محورهای غربی و جنوب غربی که عمدتاً به سمت شهر تهران انجام می‌شوند، بیشتر از سایر محورها است. آنچه در غرب منطقهٔ کلان‌شهری تهران و به‌ویژه در حول محورهای اصلی به‌طور فزاینده‌ای قابل‌شناسایی است، تمرکز جمعیت زیاد و شکل‌گیری اقمار شهرهای وابسته در پیرامون شهر اصلی تهران است. در این خصوص، مجموع ترددهای شمارش‌شده در محورهای منطقهٔ کلان شهر و همچنین محورهای منتهی به شهر تهران در سال ۱۳۹۵ معادل ۹۰۹ میلیون و ۹۱۹ هزار تردد است. همچنین بررسی حجم ترددهای سالانه درون‌شهری شهر تهران در سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که بیش از یک میلیارد و ۹۳ هزار تردد در شهر تهران انجام‌شده است. مقایسه تطبیقی کل ترددهای انجام‌شده حاکی از آن است که حدود ۵۴,۵۸ درصد از ترددها در شهر تهران و ۴۵,۴۲ درصد در منطقهٔ کلان شهر انجام‌شده است. شایان‌ذکر است که نسبتِ به‌دست‌آمده از تحلیل ترددها، با سهم جمعیتی شهر تهران از کل جمعیت منطقهٔ کلان شهر تناسب بالایی را نشان می‌دهد.



شکل (۴). میزان تردد بین محورهای ارتباطی منطقهٔ کلان شهر تهران (۱۳۹۵)

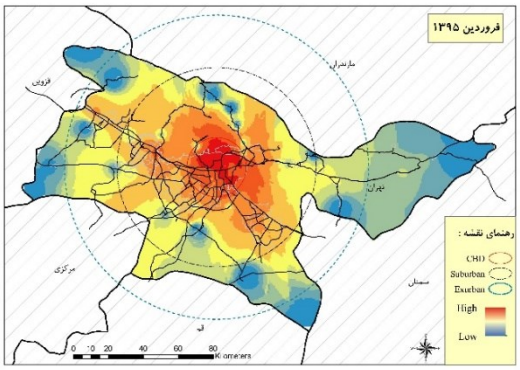
همچنین جهت جریان‌های ترددی شناسایی‌شده در اشکال (۵ و ۶) که به‌صورت ماهانه و سالانه تهیه‌شده‌اند، نشان می‌دهد که شهر تهران بیشترین مقصد ترددها را در منطقهٔ کلان‌شهری تهران به خود اختصاص داده است. عواملی نظیر فاصله‌های مناسب و کم نسبت به سایر شهرها، واقع‌شدن در مرکز نسبی جغرافیایی و گستردگی کالبدی و مجاورت بسیاری از شهرها با تهران، میزان جمعیت بسیار بالای این شهر به‌عنوان یک مرکز ملی و مرکز استان نسبت به سایر شهرها و همچنین بالا بودن ضریب اقتصادی این شهر که شمار بسیار بالای شاغلان بخش‌های اقتصادی- اجتماعی را در برمی‌گیرد، در پدیدار شدن این وضعیت نقش مهمی ایفا

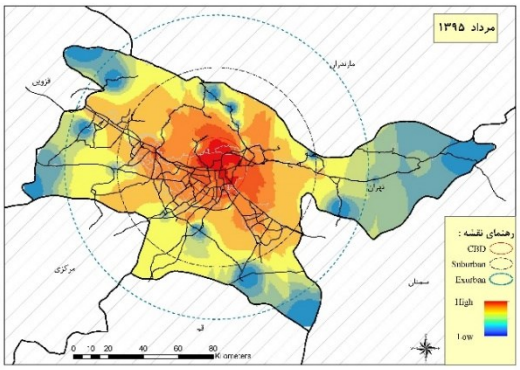
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

می‌کنند. در یک نتیجهٔ کلی می‌توان گفت که بیشتر جابه‌جایی‌های بین شهرهای پیرامون در سطح منطقهٔ کلان‌شهری تهران، با شهر اصلی یعنی تهران است.

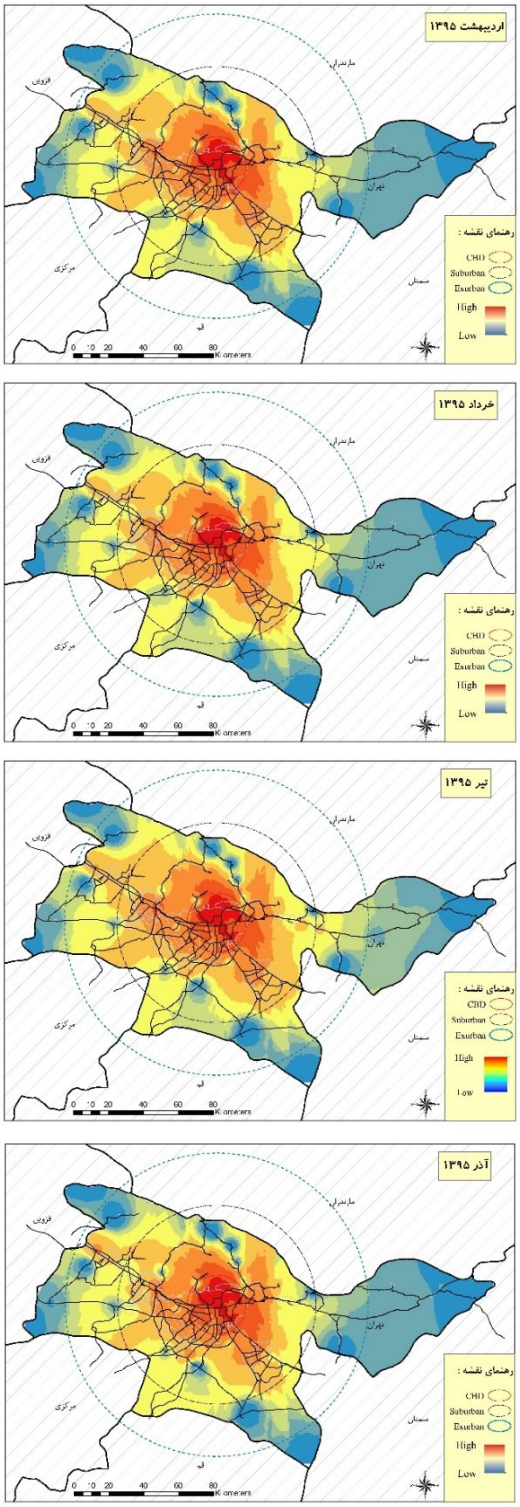
شواهد عینی از وضعیت حمل‌ونقل و برخورداری از خودروهای شخصی نشان می‌دهند که روند افزایش تعداد خودروهای شخصی سیر صعودی دارد و همین امر بر تعداد ترددهای بین‌شهری و درون‌شهری تأثیرگذار است. مقایسهٔ تعداد ترددهای انجام‌شده طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ در محور آزادراه تهران- کرج (که یکی از اصلی‌ترین و پرترددترین محورهای منتهی به شهر تهران است)، نشان می‌دهد که تعداد کل ترددها در سال ۱۳۹۰ حدود ۶۴ میلیون و ۴۹۴ هزار تردد بوده است، درحالی‌که این رقم در سال ۱۳۹۵ به ۷۶ میلیون و ۴۲ هزار تردد فزونی یافته که حاکی از رشد ۱۱.۵۴میلیونی و افزایش ۱۷.۹۰ درصدی ترددها است (ر.ک: داده‌های خام ترددشماری، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵)

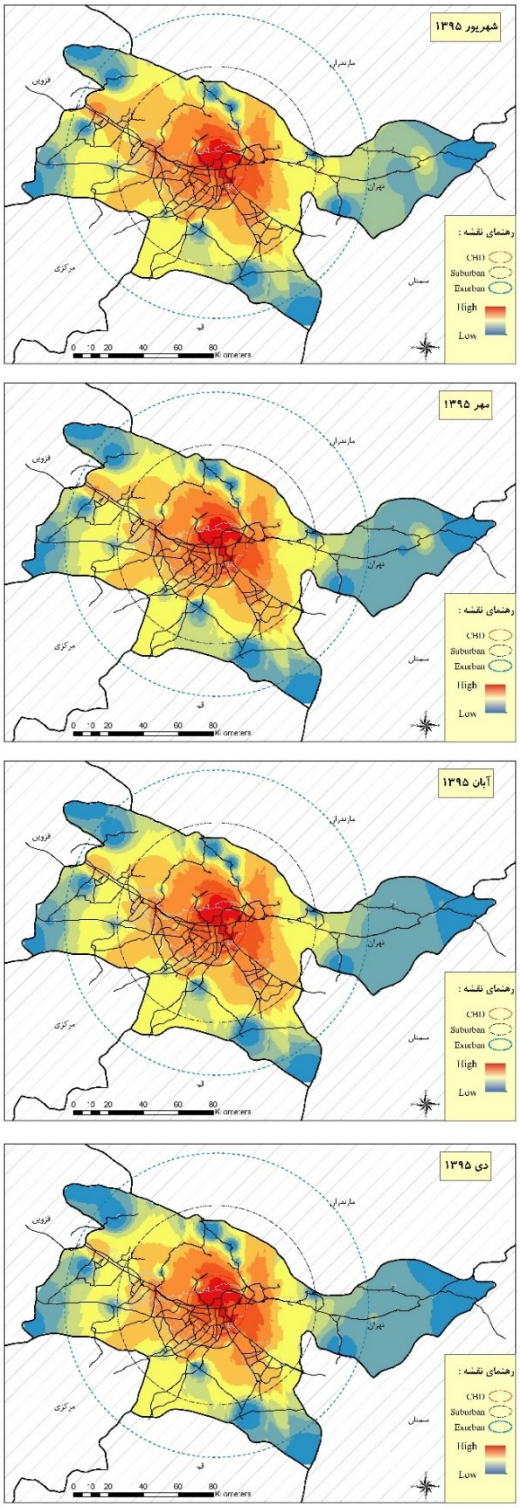
همچنین بررسی موقعیت پهنه‌های پرتراکم سفر و ترددهای آونگی در ارتباط با حلقه‌های سه‌گانه تحلیل در این پژوهش، نشان می‌دهد که بیش از ۵۴ درصد ترددها در درون مادرشهر اصلی (CBD) که دارای بیشترین تراکم اشتغال و جمعیت است، انجام می‌شود. ناحیهٔ حومه‌ای-پیراشهری (Suburban) در جایگاه بعدی قرار دارد که این وضعیت تحت تأثیر وجود بیش از ۹۵ درصد جمعیت و اشتغال در این دو حلقه است. حلقهٔ سوم که ناحیهٔ فراحومه (Exurban) نام‌گذاری شده است، به دلیل پایین بودن تمرکز جمعیت و اشتغال در مقایسه با دو حلقهٔ اول، کمترین تعداد و تراکم ترددها را دارد. وجود لکه‌های داغ تردد در محور غربی منطقهٔ کلان شهر تهران و حلقهٔ سوم، به دلیل وجود آزادراه قزوین-کرج است که شریان اصلی پیونددهندهٔ مرکز به غرب کشور محسوب می‌شود.



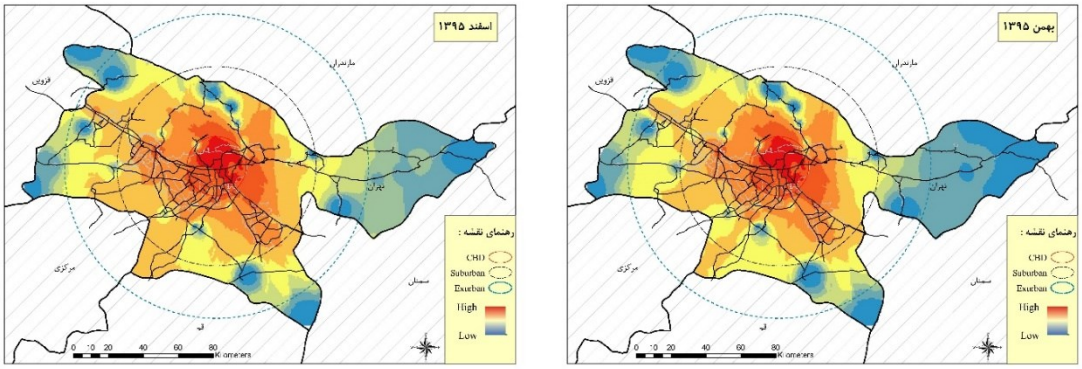


[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

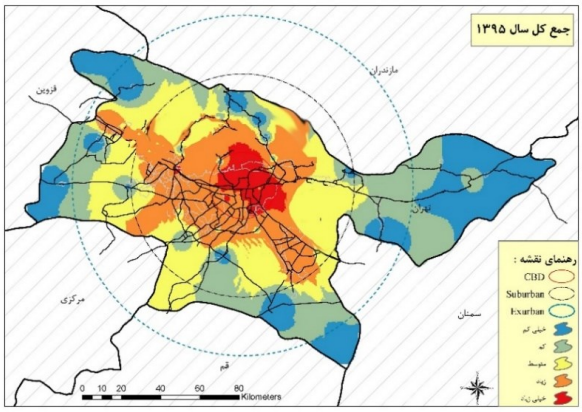




[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]



شکل (۵). تراکم ترددهای وابسته به اتومبیل در گسترهٔ منطقهٔ کلان شهر به تفکیک ماه‌های سال ۱۳۹۵



شکل (۶). تراکم ترددهای سالیانه اتومبیل در محورهای منطقهٔ کلان شهر تهران(۱۳۹۵)

پایش فضایی آلودگی هوای منطقهٔ کلان شهر تهران

در بسیاری از مطالعات موجود در باب آلودگی هوا و به‌طور مشخص "آلودگی هوای شهر تهران"، (طرح مجموعهٔ شهری، ۱۳۸۱، طرح جامع شهر تهران ۱۳۸۵، گزارش سیاههٔ انتشار آلودگی هوای شهر تهران ۱۳۹۲، گزارش کیفیت هوای تهران ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵) گزارش شده است که بیش از ۸۵ درصد آلودگی هوای این شهر ناشی از منابع متحرک (شامل ناوگان خودروهای سواری، تاکسی، موتورسیکلت، وانت، مینی‌بوس، اتوبوس و کامیون) است و تنها ۱۵ درصد دیگر به منابع ثابت خانگی و صنعتی اختصاص دارد. همچنین به‌طور مشخص آمده است که میزان تولید آلاینده‌های شهر تهران از منابع آلایندهٔ مورد بررسی در حدود ۷۲۷ هزار تن در سال است. در این گزارش‌ها سهم منابع متحرک در تولید آلاینده‌ها، منواکسید کربن (۹۸ درصد)، اکسیدهای نیتروژن (۴۷ درصد)، اکسیدهای گوگرد (۶ درصد)، ترکیبات الی فرار (۸۶ درصد) و ذرات معلق (۷۰ درصد) است.

بررسی وضعیت شاخص آلایندهٔ ذرات معلق با قطر کمتر از ۲٫۵ میکرون ($PM_{2.5}$) طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵ گویای آن است که این شاخص به‌عنوان مطرح‌ترین و چالش‌برانگیزترین آلاینده سالیان اخیر تهران بوده است. جدول (۲) نشان‌دهندهٔ کیفیت هوا ازنظر ذرات معلق با قطر کمتر از ۲٫۵ میکرون طی سال‌های پیش-

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

گفته است. این آلاینده در تمام‌روزهای سال، آلایندهٔ شاخص هوای تهران محسوب می‌شود و طی ماه‌های آبان تا اسفند بر هوای تهران حاکم است.

جدول (۲). وضعیت ذرات معلق ($PM_{2.5}$) شهر تهران طی دوره ۹۵-۱۳۸۹ (برحسب تعداد روز)

($PM_{2.5}$)	پاک	سالم	ناسالم برای گروه‌های حساس	ناسالم برای همه گروه‌ها	بسیار ناسالم	خطرناک
۱۳۸۹	۴	۷۲	۶۱	۲۲	۰	۰
۱۳۹۰	۸	۱۳۹	۲۰۸	۸	۲	۰
۱۳۹۱	۳	۲۱۶	۱۳۴	۱۳	۰	۰
۱۳۹۲	۴	۲۰۱	۱۴۸	۱۲	۰	۰
۱۳۹۳	۱۶	۲۳۳	۱۱۳	۳	۰	۰
۱۳۹۴	۲۱	۲۳۳	۱۰۶	۵	۰	۰
۱۳۹۵	۱۷	۲۶۱	۷۹	۹	۰	۰

مأخذ: (گزارش کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۵: ۱۱۷)

جدول (۳) نشان‌دهنده وضعیت شاخص کیفیت هوا ازنظر آلایندهٔ ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون (PM_{10}) طی دورهٔ ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تعداد روزهای آلوده ازنظر این آلاینده در سال ۱۳۸۷ بیشتر از سایر سال‌های موردبررسی بوده است (۲۴ روز). همچنین سال ۱۳۹۰ با سه روز بسیار ناسالم و نیز سال ۱۳۸۸ با یک روز خطرناک در شرایط نامطلوبی قرار داشته‌اند. این در حالی است که سال ۱۳۸۵ با داشتن ۳ روز فراتر از حد مجاز نسبت به سایر سال‌های موردبررسی، به لحاظ این آلاینده دارای شرایط بهتری بوده است.

جدول (۳). وضعیت ذرات معلق (PM_{10}) طی دوره ۹۵-۱۳۸۵ (برحسب تعداد روز)

(PM_{10})	پاک	سالم	ناسالم برای گروه‌های حساس	ناسالم برای همه گروه‌ها	بسیار ناسالم	خطرناک
۱۳۸۵	۱۷۵	۱۸۷	۳	۰	۰	۰
۱۳۸۶	۱۰۲	۲۵۳	۱۰	۰	۰	۰
۱۳۸۷	۴۹	۲۷۴	۴۰	۲	۱	۰
۱۳۸۸	۱۱۵	۲۲۸	۱۶	۴	۱	۱
۱۳۸۹	۹۳	۲۵۲	۱۷	۲	۱	۰
۱۳۹۰	۶۳	۲۹۰	۹	۰	۳	۰
۱۳۹۱	۶۰	۲۹۶	۶	۳	۱	۰
۱۳۹۲	۷۳	۲۸۲	۱۰	۰	۰	۰
۱۳۹۳	۱۱۶	۲۴۰	۷	۲	۰	۰
۱۳۹۴	۱۱۹	۲۳۵	۹	۱	۱	۰
۱۳۹۵	۹۱	۲۶۹	۶	۰	۰	۰

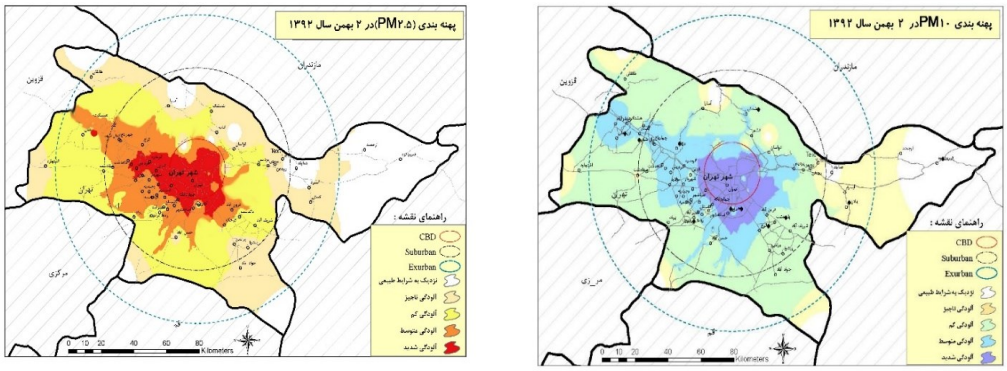
مأخذ: (گزارش کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۵: ۱۱۷)

نتایج مربوط به پهنه‌بندی شدت آلودگی هوا با به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای (RS) و GIS در دو شاخص در اشکال (۷) آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، به لحاظ پراکنش و تراکم فضایی آلودگی‌ها، هر دو نوع آلودگی در سه بازهٔ زمانی موردمطالعه، دارای الگوی نسبتاً مشابهی هستند؛ به این صورت که از سمت غرب به سمت شرق در یک محور نسبتاً عریض امتداد دارند و با رسیدن به مرکز منطقهٔ کلان شهر تهران، به‌شدت آن‌ها

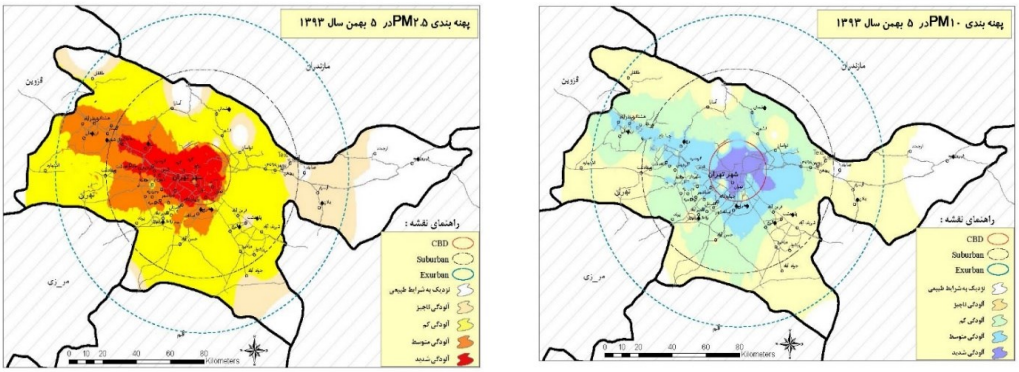
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

افزوده می‌شود و ازآن‌پس، روند نزولی به خود می‌گیرند. بررسی الگوی پهنه‌های آلودگی با حلقه‌های تحلیل سه‌گانه، نشان می‌دهد که تمرکز فضایی عمدهٔ ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون، در حلقه‌های اول (CBD) و دوم (Suburban) قرار دارد. اما به دلیل وجود محور آزادراهی قزوین-کرج در حلقهٔ سوم (Exurban)، در این محور نیز آلودگی مشاهده می‌شود که مقدار و غلظت آن در مقایسه با حلقه‌های قبلی کمتر است. عامل اصلی تمرکز این نوع آلودگی در ناحیهٔ مرکزی و حومه‌ای به دلیل ترددهای فزاینده خودروهای شخصی وابسته به سوخت فسیلی است. هرچند در ۵ سال اخیر به دلیل برخی تدابیر و اقدامات در کیفیت سوخت خودروها، از میزان آن کاسته شده است، اما همچنان ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون به‌عنوان شاخص‌ترین آلایندهٔ تهران محسوب می‌شود. بررسی الگوی فضایی پراکنش و تجمع شاخص ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون هم تا حدود زیادی مشابه وضعیت ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون است و عمدهٔ تمرکز آن در ناحیهٔ مرکزی و حومه‌ای است، اما میزان آن در ناحیهٔ مرکزی بیشتر است.

۲ بهمن سال ۱۳۹۲

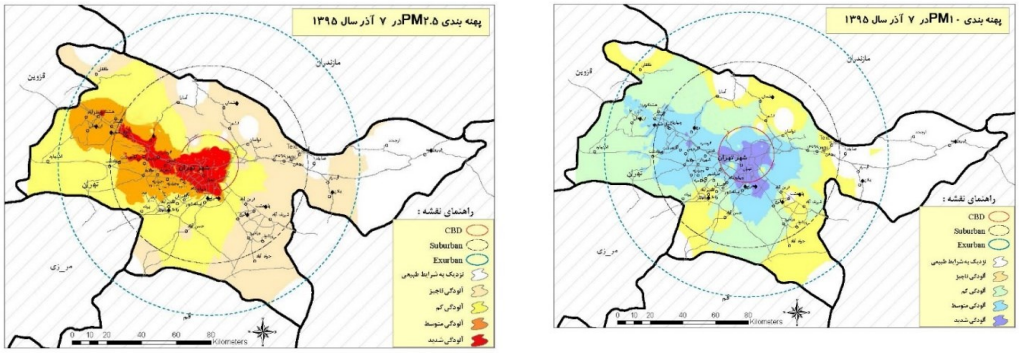


۵ بهمن سال ۱۳۹۳



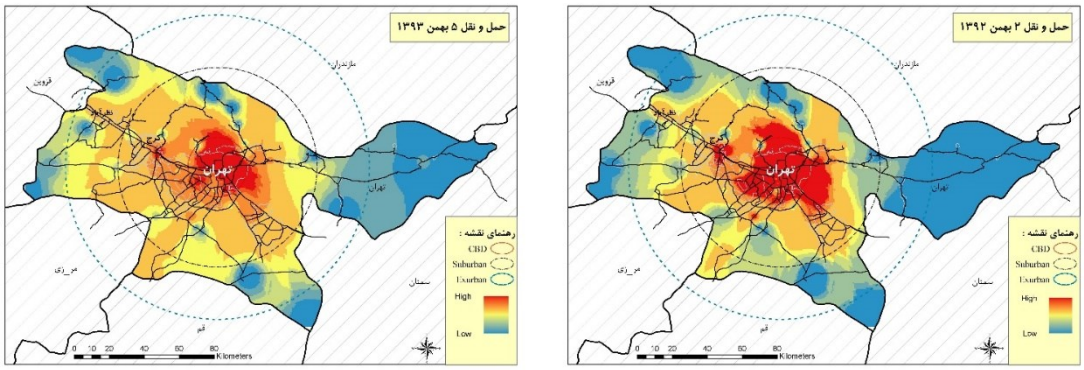
در ۷ آذر سال ۱۳۹۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

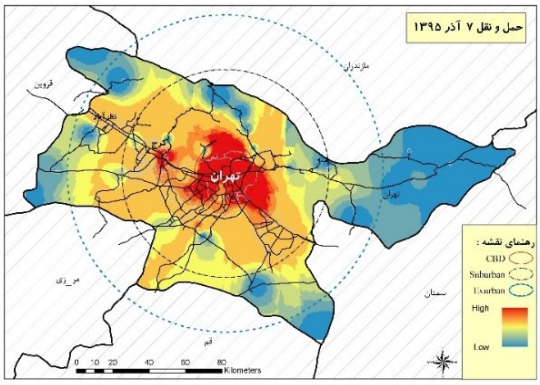


شکل (۷). پهنه‌بندی شدت آلودگی PM_{10} (سمت راست) و $PM_{2.5}$ (سمت چپ) در نمونه‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ (۷:۰۰ بامداد)

بررسی وضعیت ترددهای ساعت ۷ بامداد (سه روز منتخب در روزهای ۲ بهمن ۱۳۹۲، ۵ بهمن ۱۳۹۳ و ۷ آذر ۱۳۹۵) و تحلیل آن‌ها با حلقه‌های سه‌گانه نشان می‌دهد که بخش اعظم جریان‌های حمل‌ونقل در درون شهر تهران (CBD) انجام می‌شود و بیش از ۵۴ درصد کل ترددهای منطقهٔ کلان شهر تهران را به خود اختصاص می‌دهد. در وهلهٔ بعد، بیشترین تراکم حمل‌ونقل در ناحیهٔ حومه‌ای (Suburban) است. این حلقه که ۴۰ کیلومتر از سطح فضای منطقهٔ کلان شهر را شامل می‌شود، دارای بیشترین تمرکز جمعیت (۳۷,۸۳ درصد)، اشتغال (۳۶,۴ درصد) و حمل‌ونقل بعد از حلقهٔ اول در محور غربی است و بدین سبب است که بیشترین ترددهای جاده‌ای از این‌سو به سمت تهران جریان می‌یابد. شهرهای اصلی این ناحیه عبارت‌اند: رباط‌کریم، اندیشه، محمد شهر، کمال شهر، نسیم شهر، ورامین، قرچک، پاکدشت، گلستان، ملارد، قدس، شهریار، اسلامشهر که دارای بیشترین مقدار و تراکم جمعیت این حلقه را به خود اختصاص داده‌اند. ناحیهٔ فراحومه یا حلقه سوم و خارج از آن، با تمرکز کمتری از جمعیت (۲,۲۲ درصد) و اشتغال (۲,۳۱ درصد) مواجه است، و عمدهٔ جریان‌های تردد از محورهای فرامنطقه‌ای نظیر قزوین-کرج، جادهٔ ساوه، اتوبان قم-تهران و ... انجام می‌شود.



[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]



شکل (۸). پهنه‌بندی حمل‌ونقل در نمونه‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ (۷:۰۰ بامداد)

درک میزان همبستگی و تأثیرات فضایی میان شاخص‌های تأثیرگذار، به درک بهتر عوامل و نیروهای مؤثر در ایجاد مسائل محیط‌زیستی آلودگی هوا در مقیاس شهر و منطقهٔ کلان شهر کمک می‌کند. ارتباط فضایی بین شاخص حمل‌ونقل و آلودگی هوا در دو شاخص ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ و ۱۰ میکرون برای سه روز منتخب که پیش‌تر ذکر شد، حاکی از وجود همبستگی بالا (بیش از ۷۵ درصد) بین حمل‌ونقل و آلودگی هواست، به این صورت که با افزایش میزان حمل‌ونقل، میزان آلودگی نیز روند افزایشی داشته است. جزئیات مربوط به میزان همبستگی مکانی بین عامل حمل‌ونقل و بروز پدیدهٔ آلودگی هوا در جدول (۴) آمده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، ارتباط فضایی در تمام‌روزهای منتخب در شاخص ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون بیشتر از ۷۸ درصد است و در مقایسه با شاخص ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون، همبستگی با شدت بالا را نشان می‌دهد.

جدول (۴). میزان همبستگی فضایی بین حمل‌ونقل و آلودگی هوا (۷:۰۰ بامداد)

روز / نوع آلودگی	ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون	ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون
۲ بهمن ۱۳۹۲	۰٫۷۶۴۷۹	۰٫۷۹۲۹۰
۵ بهمن ۱۳۹۳	۰٫۷۵۶۰۰	۰٫۷۸۱۲۸
۷ آذر ۱۳۹۵	۰٫۷۷۹۸۶	۰٫۸۱۷۵۰

نتیجه‌گیری

آلودگی هوا یکی از چالش‌های حاد بسیاری از شهرهای بزرگ و به‌ویژه منطقهٔ کلان شهر تهران محسوب می‌شود و در این میان سهم حمل‌ونقل در تولید آلودگی‌هوا بیش از ۸۵ درصد است. درک زمینه‌های اصلی در شکل‌گیری مسئله آلودگی هوا، منوط به فهم تحولات و الگوهای فضایی رشد شهری است، چراکه در ادبیات نظری شهرنشینی، این قضاوت وجود دارد که گسترش شهر در قالب الگوهای توسعهٔ پراکنده، منجر به تولید سفرها و ترددهای آونگی بین «حومه به مرکز»، «مرکز به حومه» و «حومه به حومه» می‌شود. باید توجه داشت که ماهیت و جریان‌های شکل‌دهنده بر توسعهٔ حومه‌ای در کشورهای درحال‌توسعه، با مدل کلاسیک آن در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

کشورهای پیشرفته غربی-اروپایی تفاوت‌های ماهوی دارد. در این مقاله، با اتکا به زمینه‌های نظری طرح‌شده، آلودگی هوای منطقهٔ کلان شهر تهران به‌عنوان مسئله این پژوهش بررسی شد و نتایج زیر به دست آمد:

۱) امروزه منطقهٔ کلان شهر تهران جمعیتی بالغبر ۱۵,۹۸ میلیون نفر را در خود جای‌داده است که ۵۴,۶۱ درصد آن در درون محدودهٔ کلان‌شهر تهران و بقیه در ۵۸ شهر و صدها سکونتگاه استقرار دارند. گسترش زیاد شهر اصلی و گسیختگی حوزه‌های پیرامونی که از ۵ دههٔ اخیر با سرعت بالایی پدیدار شده‌اند، عامل اصلی شکل‌دهندهٔ سفرهای درون‌شهری و برون‌شهری است؛ به‌طوری‌که طبق آمارهای رسمی طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۴، سهم سفرها ۲۵ درصد رشد داشته و میزان جابه‌جایی‌های روزانه به ۲۳,۶ میلیون رسیده است. تردد بیش از سه میلیون خودرو شخصی به‌صورت روزانه در سطح شهر تهران و عمدتاً در مناطق ۴، ۱۲، ۲، ۵، ۶، گویای وابستگی زیاد سفرهای درون‌شهری به خودرو شخصی است. همچنین بررسی ترددهای انجام‌شده در سال ۱۳۹۵ در ۱۰۷ محور اصلی جاده‌ای منطقهٔ کلان شهر تهران نشان داد که بالغبر ۹۰۹ میلیون و ۹۱۹ هزار تردد در این محورها انجام‌شده، که مقصد اصلی آن‌ها شهر تهران بوده است.

۲) بررسی پهنه‌های پرتراکم سفر و ترددهای آونگی در ارتباط با حلقه‌های سه‌گانهٔ تحلیل در این مقاله نشان داد که بیش از ۵۴ درصد ترددها در درون مادرشهر اصلی انجام می‌شود و ناحیهٔ حومه‌ای در مرتبهٔ بعدی قرار دارد. حلقهٔ سوم که ناحیهٔ فراحومه را دربر می‌گیرد، به دلیل پایین بودن تمرکز جمعیت و اشتغال در مقایسه با حلقه‌های اول و دوم، کمترین تعداد و تراکم ترددها را دارد. وجود لکه‌های داغ تردد در محور غربی منطقهٔ کلان شهر تهران و حلقهٔ سوم، به علت وجود آزادراه قزوین-کرج است که شریان اصلی پیونددهندهٔ شمال غرب کشور به مرکز محسوب می‌شود.

۳) بررسی وضعیت آلاینده‌های اصلی هوا نشان داد که ذرات معلق با قطر کمتر از ۲,۵ و ۱۰ میکرون به‌عنوان مطرح‌ترین آلایندهٔ سال‌های اخیر تهران بوده‌اند. این آلاینده‌ها در تمام‌روزهای سال، آلاینده شاخص هوای تهران محسوب می‌شوند و طی ماه‌های آبان تا اسفند بر هوای تهران حاکم هستند. همچنین نتایج مربوط به پهنه‌بندی شدت آلودگی هوا با به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای در دو شاخص ذکر شده حاکی از آن بود که به لحاظ پراکنش و تراکم فضایی آلودگی‌ها، هر دو نوع آلودگی در سه بازهٔ زمانی موردمطالعه، دارای الگوی فضایی نسبتاً مشابهی بودند؛ به این صورت که از سمت غرب به سمت شرق در یک محور نسبتاً عریض امتداد داشتند و با رسیدن به مرکز منطقهٔ کلان شهر تهران، بر شدت آن‌ها افزوده می‌شد و ازآن‌پس، روند نزولی به خود می‌گرفتند. همچنین یافته‌های این مقاله نشان داد که الگوهای پراکنش و تجمع فضایی آلودگی هوا در حلقه‌های سه‌گانه تحلیل، از الگوی فضایی جریان حمل‌ونقل تبعیت می‌کنند و به لحاظ ارتباط فضایی نیز، شدت همبستگی در همهٔ موارد بیش از ۷۵ درصد بوده است.

۴) یافته‌ها و نتایج این پژوهش، با نتایج پژوهش‌های ژائو و همکاران (۲۰۰۶)، برایان استون (۲۰۰۸)، دِ ریدر و همکاران (۲۰۰۸)، احمدی (۲۰۱۲)، سونگ (۲۰۱۳)، ضرابی و مختاری (۱۳۸۱)، مدنی‌پور و داودی (۱۳۸۳)، صفوی و علیجانی (۱۳۸۵)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۴) همسو است.

طبق نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، پیشنهادات زیر را می‌توان در راستای حل مسئله ارائه داد:

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

- پیشنهاد می‌شود که سیاست‌های حمل‌ونقلی با لحاظ زیرساخت‌ها و نیازمندی‌های کل منطقهٔ کلان شهر در یک مجموعهٔ پیوسته، تهیه و اجرایی شوند.
- از آنجایی که آلودگی هوا در یک بستر طبیعی خاص (بادهای غربی و توپوگرافی) و در مقیاس شهر و منطقه شکل می‌گیرد و حومه‌ها نیز همپای شهر اصلی (تهران) در تولید جریان سفر و آلودگی هوا نقش دارند، بنابراین پیشنهاد می‌شود که برای حل این مسئله، سیاست‌ها و مدیریت یکپارچهٔ محیط‌زیستی در مقیاس منطقهٔ کلان شهر تدوین و اجرا شود.

منابع

داداش‌پور، هاشم و تدین، سپیده (۱۳۹۴)، **شناسایی پهنه های همگن جریانی بر اساس جابه جایی های فضایی و الگوهای سفر- مطالعهٔ موردی: منطقهٔ کلان شهر تهران**، مجلهٔ مطالعات شهری، ۴(۱۴) : ۶۱-۷۶

رنی شورت، جان (۱۹۸۴)، **مقدمه‌ای بر جغرافیای شهری**، ترجمهٔ محمد سلیمانی، احمد زنگانه و حمیدرضا تلخابی، انتشارات جهاد دانشگاهی خوارزمی (۱۳۹۶)، چاپ اول، تهران.

روزنامهٔ شرق (۱۳۸۹)، **گزارش تحلیلی آلودگی هوا**، بخش چوب‌خط، روز ۲۸ آذر، ۵، (۱۱۳۸).

زبردست، اسفندیار و حاجی‌پور، خلیل (۱۳۸۸)، **تبیین فرایند شکل‌گیری، تکوین و دگرگونی مناطق کلان شهر**، مجلهٔ پژوهش‌های جغرافیای انسانی، **۶۹** : ۱۰۵-۱۲۱.

سایت سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای (۱۳۹۵)، **داده‌های ترددشماری جاده‌ای استان تهران و البرز**، تهران.

سعیدنیا، احمد (۱۳۷۶)، **ساختار ناسازگار تهران**، مجلهٔ معماری و شهرسازی، **۳۶ و ۳۷**: ۴۰–۴۳.

سیف‌الدینی، فرانک و شورچه، محمود (۱۳۹۴)، **برنامه‌ریزی و طراحی هوشمندانهٔ کاربری زمین و حمل‌ونقل شهری**، ویرایش دوم، انتشارات پرهام نقش، تهران.

شرکت کنترل کیفیت هوا (۱۳۹۵)، **گزارش کیفیت هوای تهران**، مرکز چاپ نشر شهر، تهران.

شهبازی، حسین؛ مصطفی‌زاده، علی؛ احمدی، مسعود؛ تقوایی، سینا؛ بابایی، مهدی؛ سلامت، یاسمین؛ افشین، حسین؛ حسینی، وحید (۱۳۹۴)، **سیاهه انتشار آلایندگی شهر تهران برای سال مبنای ۱۳۹۲**، جلد اول: گزارش جامع سیاهه انتشار شهر تهران، گزارش تهیه‌شده در شرکت کنترل کیفیت هوا شهرداری تهران، شمارهٔ گزارش QM/94/04/03/(U)/01.

صفوی، رحیم و علیجانی، بهلول (۱۳۸۵)، **بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران**، فصلنامهٔ پژوهش‌های جغرافیایی، **۵۸**: ۹۹-۱۱۲.

ضرابی، اصغر؛ مختاری ملک‌آبادی، رضا (۱۳۸۱)، **تحلیلی بر آلودگی‌های محیط‌زیستی شهری- مورد: تهران**، ماهنامهٔ شهرداری‌ها، **۴۶**: ۱۲-۱۹.

فرزاد بهتاش، محمدرضا؛ مرادی، سلمان؛ نگین تاجی، صمد (۱۳۹۲)، **بررسی ابعاد تأثیرگذار فرم شهر بر کیفیت هوا- نمونه موردی: تهران**، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، گزارش شمارهٔ ۲۱۲، تهران.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

کلارک، دیوید (۱۳۹۲)، **زوال شهری**، ترجمهٔ احمد زنگانه، بهاره جانه، ابوالفضل زنگانه و الهام امیرحاجلو، انتشارات جهاد دانشگاهی خوارزمی تهران، چاپ اول.

مدنی پور، علی؛ داودی، سیمین (۱۳۸۳)، **تأثیر تخریب محیط طبیعی تهران برافزایش و مشکلات آن**، مجلهٔ جستارهای شهرسازی، **۸**: ۴-۱۰.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۵)، **داده‌های خام سرشماری عمومی نفوس و مسکن**، تهران، ایران.

معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۹۵)، **گزیدهٔ آمار و اطلاعات حمل‌ونقل شهری تهران**، تهران.

Ahmad, Leila. (2012). **the impact of sprawl on transportation energy consumption and transportation carbon footprint in large u.s. cities**, Thiess for Doctor of philosophy in Environmental Department field, Supervising Professor: Ardeshir Anjomani, in The University of Texas at Arlington

Castells, Manuel E. (2000). **The rise of the network society**. Oxford: Blackwell Publishers.

De Ridder, K., F. Lefebre, S. Adriaensen, U. Arnold, W. Beckroege, C. Bronner, O. Damsgaard .(2008). **Simulating the impact of urban sprawl on air quality and population exposure in the German Ruhr area. Part II: Development and evaluation of an urban growth scenario**. Atmospheric Environment 42 (30): 7070–7077.

Donovan, R.G., et al. (2005)**. Development and application of an Urban Tree Air Quality Score for photochemical pollution episodes using the Birmingham, United Kingdom, area as a case study**. Environ. Sci. Technol. 39, 6730–6738.

Ewing, R., Pendall, R., Chen, D. (2003). **Measuring sprawl and its Transportation impacts.** Transportation Research Record 1831, 175–183.

Gan, L. (2003). **Globalization of automobile industry in china, Dynamics and barriers in greening of road transportation**, Energy Policy, Vol 31, pp537-551.

Hamilton.k. David. (1999). **Governing Metropolitan Areas: Response to Growth and Change in a Networked Age**. 2nd Edition.

Knox, Paul & Pinch, Steven. (2010). **Urban Social Geography: An Introduction**, 6th Edition, Englewood Cliffs, and NJ: Prentice Hall.

Litman, Todd. (2014).**Win-win transportation solutions, Mobility Management Strategies That Provide Economic**, Social and Environmental Benefits. Victoria Transport Policy Institute 18 December.

Marcotullio, Peter j, McGranaham, Gordon. (2012). **Scaling urban environmental challenges: from local to global and back,** Publisher Earthscan, ISBN: 1849772479, 9781849772471.

Pacione, Michael. (2005). **Urban Geography a Global Perspective**, Second edition 2005 by Routledge.

Peterson, paul. (1985). **New Urban Reality**, Brookings Institution Press.

Rodrigue, Jean-Paul, Claude Comtois, and Brian Slack. (2006). **the geography of transport systems:** New York: Routledge, 440 pages. ISBN 978-1138669574

Smolka, M. (2008**). Informality and poverty in Latin American urban policies. In: Martine,** G, et al. (Eds.), The New Global Frontier: Urbanization, Poverty, and Environment in the 21st Century, Earthscan, London, pp.99-114.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]

Soja, E. (2000). **Postmetropolis: Critical Studies of Cities and Regions**. Oxford: Basil Blackwell.

Song, Chang-shik. (2013). **Effects of Spatial Structure on Air Quality Level in U.S. Metropolitan Areas**, ETD Archive. Paper 276.

Stone, Brian. (2008). **Urban sprawl and air quality in large US cities**, Journal of Environmental Management, Volume 86, Issue 4, March 2008, Pages 688–698

Zhao, Shuqing, Da Liangjun, Tang Zhiyao, Fang Hejun, Song Kun, and Fang Jingyun. (2006). **Ecological consequences of rapid urban expansion: Shanghai, China**, The Ecological Society of America, pp341.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.13.9]

[DOI: 10.29252/jgs.19.52.77]