

تبیین ارتباط فرم شهر و آلودگی هوا: مروری نظام مند

ایمان قلندریان

استادیار و عضو هیئت علمی گروه شهرسازی دانشگاه فردوسی مشهد

ghalandarian@um.ac.ir

روبدعه حضرت

دانشجو کارشناسی ارشد طراحی شهری دانشگاه فردوسی مشهد

Robede.haz@gmail.com

چکیده

آلودگی هوا به عنوان یکی از مشکلات بزرگ زیست محیطی در جهان شناخته شده است. این مشکل به خصوص در کشورهای در حال توسعه و نیمه توسعه مورد توجه ویژه قرار گرفته است. در سال های اخیر، شهرها با شاخص رشد بالا جمعیت، تغییرات زیادی در فرم و شکل شهری خود داشته اند که در این راستا، تنوع محیطی و فشارهای اکولوژیکی بوجود آمده است. پژوهش های علمی انجام شده ادعا می کنند که طراحی ساختمان تأثیر قابل توجهی بر میکرواقلیم محلی دارد و می تواند بر توزیع آلاینده ها تأثیر بگذارد. نویسندگان متوجه شدند که ساختمان هایی که دارای تهویه خوب و سیستم تهویه طبیعی هستند، می توانند منجر به کاهش سطح آلودگی شوند. بر این اساس این پژوهش با بهره گیری از رویکرد فرامطالعه به بازخوانی مطالعات علمی آلودگی هوا با فرم شهری پرداخته است و بر اهمیت مد نظر داشتن فرم شهری به عنوان یک عامل مهم در سیاست گذاری شهری تأکید می کند و در ادامه به رابطه و تعریف عوامل تأثیر گذار بر آلودگی هوا از منظر نظریه پردازان مختلف و تأثیر فرم شهر بر افزایش و کاهش آلودگی هوا پرداخته است. در این پژوهش سعی شده است علاوه بر تلفیق نتایج پژوهش های قبلی تأمل و تعمقی بر فرآیندهای آنها نیز صورت گیرد. لذا ابتدا به توصیف مشخصات عمومی و ساختاری پژوهش های پیشین پرداخته و در ادامه چارچوب نظری و محتوایی آلودگی هوا با فرم شهری منطبق با الگوی پیشنهادی ساندوسکی و باروسو پیشنهاد میگردد، جامعه مورد مطالعه در این پژوهش شامل 61 مقاله علمی-پژوهشی از مطالعات داخلی و خارجی، با محوریت موضوعی تبیین ارتباط آلودگی هوا با فرم شهری در بازه زمانی سال های 1392 تا 1402 مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج پژوهش، بیانگر این است که هر چه پراکندگی در شهرها بیشتر باشد آلودگی هوا نیز افزایش میابد و هرچه تراکم و ارتفاع ساختمانی را کاهش و فضای سبز را افزایش دهیم آلودگی هوای کمتری را خواهیم داشت.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، کدگذاری باز، فرامطالعه، فرم شهر.

در دهه‌ی اخیر، آلودگی هوا به عنوان یکی از مشکلات بزرگ زیست محیطی در جهان شناخته شده است. این مشکل به خصوص در کشورهای در حال توسعه و نیمه توسعه مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال 2019، 99 درصد از جمعیت جهان در محل‌هایی زندگی می‌کردند که معیارهای کیفیت هوای سازمان را نقض می‌کرد. برآورد می‌شود که آلودگی هوای محیطی در فضای باز در سال 2019 باعث بیش از 4.2 میلیون مرگ زودرس در سراسر جهان شده است. تعادل جوی و آلودگی هوا به علت ورود حجم زیاد و متنوع آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌ها و دخالت‌های انسانی به محیط زیست و اتمسفر بهم خورده می‌شود (مهدوی‌نژاد و همکاران، 1400). از دیدگاه توسعه پایدار، توجه به بحران آلودگی هوا باید در اولویت قرار گیرد، زیرا آلودگی هوا به عنوان یک چالش جهانی مطرح می‌شود که تأثیرات منفی بر سلامت جامعه و ایجاد بیماری‌های قلبی و عروقی، برونشیت، اختلالات تنفسی و سرطان دارد و همچنین در تضاد با اصول توسعه پایدار است (حسنوند و ندافی، ۱۳۹۵). به عبارت دیگر، هر موضوعی که به سلامت انسان تهدیدی وارد کند، به تعریف ویلر برخلاف اصول توسعه پایدار است. از این رو، کاهش آلودگی هوا به عنوان یکی از چالش‌های مهم و فوری در برنامه‌های حفاظت از محیط زیست باید مورد توجه قرار گیرد (WHO, 2022).

آلودگی هوا به معنای حضور ذرات و مواد آلاینده با منشأ انسانی یا طبیعی در جو زمین است که برای حیات انسانی،

گیاهی و جانوری مضر و اثرات منفی دارد (David Cooper and Alley, 1986). این آلاینده‌ها می‌توانند از منابع مختلفی مانند صنایع، وسایل نقلیه، سوخت‌های فسیلی، سوخت‌های گرمایی، پوسته زمین و... به جو زمین وارد شوند. همچنین، تغییرات آب و هوایی و عوامل طبیعی دیگر هم می‌توانند باعث افزایش آلودگی هوا شوند (EPA, 2021). تغییرات فیزیکی و هندسی محیط شهری نیز یکی از عوامل مهمی است که به طور قابل توجهی بر آلودگی هوای شهری تأثیر می‌گذارد (Edussuriya et al., 2014). آلودگی هوا ناشی از یک عامل خاص نبوده و مجموعه‌ای از عوامل به هم پیوسته موجب آلودگی هوا می‌شوند، از جمله قسمتی مربوط به صنایع، قسمتی ناشی از وسایل نقلیه، قسمتی وابسته به پارامترهای هواشناسی (مانند سرعت باد و پاره‌ای از موارد نیز مربوط به شرایط جغرافیایی مانند کوه‌ها، دریاها، سیب منطقه و ...) (مجید شفیع‌پور، ۱۳۸۷). افزایش جمعیت شهری و تغییرات در فرم شهری نیز نقش مهمی در تشدید آلودگی هوا ایفا می‌کنند (Givoni, 2018). بنابراین، بررسی رابطه بین فرم شهری و آلودگی هوا اهمیت بسیاری دارد.

ضرورت و اهمیت

در سال‌های اخیر، شهرها با شاخص رشد بالا جمعیت، تغییرات زیادی در فرم و شکل شهری خود داشته‌اند که در این راستا، تنوع محیطی و فشارهای اکولوژیکی بوجود آمده است (UN, 2018). این تغییرات شامل تغییر در کاربری اراضی، افزایش پوشش سطحی ساختمان‌ها و تراکم ساختمانی، توسعه شبکه‌های حمل و نقل و بزرگراه‌ها می‌شود (Bertolini et al., 2020). با توجه به الگوهای شکل‌گیری شهر، دو الگوی پراکندگی شهری (به معنای تراکم

کم یا گسترش افقی بی‌رویه شهر) و فشردگی شهری (به معنای تراکم زیاد و افزایش و تشدید کاربری‌های شهری) وجود دارد (Masnavi, 2003). الگوی پراکندگی افقی شهر، به دلیل طولانی بودن فاصله سفرهای شهری و عدم امکان استفاده از روش‌های پایدارتر حمل‌ونقل مانند دوچرخه‌سواری و یا حتی پیاده‌روی، به اصطلاح وابسته به اتومبیل است (Khani, ..., 2017). با این حال، هندسه شهری، خیابان به پارامترهای مختلفی مانند شکل و اندازه تقاطع، چیدمان و جهت‌گیری ساختمان‌ها و جزئیات سقف‌ها، نوع دیوار و زمین وابسته است. (Salizzoni P, 2008) ساختار فضایی شهری با سیستم حمل و نقل شهری در پیوند عمیقی است (Rodrigue et al, 2009). با افزایش تعداد ساکنین در شهرها، گرایش به حومه‌نشینی شدیدتر شده و پراکندگی فضایی و جدایی کاربری اراضی در فضاهای شهری، بر جریان‌های جابجایی و دسترسی شهری تأثیر مستقیمی دارد (Bent, et al and Garcia, 2010). در نتیجه، پراکندگی شهری الگوهای سفر را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در یک مطالعه تحقیقی، بحرینی و همکاران (1376) بیان می‌کنند که با اصلاحاتی در شکل شهر، شرایط سرعت و جهت باد در فضای شهری تغییر کرده و در نهایت می‌تواند منجر به ایجاد هوایی با کیفیت بهتر در محیط شهری گردد. تحقیقات فراوان نشان داده است که اقداماتی در زمینه تغییر شکل فیزیکی شهر می‌تواند به طرز چشم‌گیری بر تولید و انتقال آلاینده‌های هوای شهری مانند ذرات معلق (PM)، مونوکسید کربن (CO) و دی‌اکسید نیتروژن (NO₂) تأثیرگذار باشد (e.g., Fan et al., 2018; Gao, Wang, Liu & Peng, 2019; Liu, Wu, Yu & Ma, 2018; Manins et al., 1998; Marquez & Smith, 1999; Wang & Zhang, 2020; Yuan, Song, Huang, Hong & Huang, 2018b). برخی از

عوامل آلودگی هوا شامل ذرات معلق (PM)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، اکسیدهای گوگرد (SO_x) و هیدروکربن‌های غیرمتعادل (NMHC) هستند که می‌توانند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر سلامت انسان‌ها و محیط زیست تأثیر گذار باشند (Pope and Dockery, 2006). بررسی‌های متعددی در خصوص رابطه بین فرم شهری و آلودگی هوا انجام شده است (Frank et al., 2006; Marshall et al., 2009). این بررسی‌ها نشان داده‌اند که تغییرات فرم شهری می‌تواند بر توزیع و میزان آلودگی هوا تأثیر بگذارد. برای مثال، تراکم ساختمانی بالا و شبکه‌های حمل و نقل نامناسب می‌تواند منجر به افزایش آلودگی هوا شود (Stone, 2008). با این حال، رابطه بین شکل شهری و کیفیت هوایی به طور کلی پیچیده است (McCarty et al., 2019; Lu et al., 2016; Shi et al., 2015). اگر یک عاملی که بر کیفیت هوا تأثیر می‌گذارد تغییر کند، مقداری که این تغییر تحت تأثیر عوامل دیگر نیز قرار گیرد، دوباره باید رابطه بین شکل شهری و کیفیت هوایی را بازنگری کرد.

در این مقاله، از منظر یک فرامطالعه، به بررسی رابطه بین فرم شهری و آلودگی هوا در بازه زمانی 1392 تا 1402 پرداخته شده است. این بررسی شامل مطالعه جامع مقالات و پژوهش‌های مرتبط با این موضوع و بررسی اثرات مختلف فرم شهری بر آلودگی هوا می‌باشد. هدف اصلی این فرامطالعه، تبیین رابطه بین فرم شهری و آلودگی هوا و شناسایی اقدامات موثر برای کاهش آلودگی هوا در شهرها می‌باشد. در نهایت، این فرامطالعه ارائه‌دهنده راهکارها و توصیه‌هایی برای بهبود طراحی شهری و کاهش آلودگی هوا خواهد بود. این راهکارها علاوه بر ارائه برنامه‌ریزی از پیش، به مسئولان و طراحان شهری

کمک می‌کند تا بتوانند به صورت موثرتر در برابر چالش‌های زیست محیطی ایستادگی کنند. در این راستا سه پرسش اصلی زیر مورد توجه قرار گرفتند:

1. مشخصات عمومی و ساختاری پژوهش‌های انجام یافته در حوزه آلودگی هوا در مقیاس شهری چیست؟
2. چارچوب نظری و محتوایی پژوهش‌های آلودگی هوا شهری چه مسائلی را دربر می‌گیرد؟
3. رابطه آلودگی هوا با فرم شهر چیست و چگونه می‌تواند در کاهش آلودگی هوا اثرگذار باشد؟

مبانی و چارچوب نظری

آلودگی هوای شهری در سال‌های اخیر به یک مشکل جهانی تبدیل شده است و اثرات منفی آن بر روی سلامتی انسان و محیط زیست قابل توجه است. این مسئله موضوع مطالعات بسیاری بوده است که بسیاری از آن‌ها رابطه بین آلودگی شهری و ساختار شهر را بررسی می‌کنند. در این مقاله، نتایج برخی از مهم‌ترین مطالعات در این زمینه بررسی خواهد شد. یکی از مطالعات کلیدی در این حوزه، تحقیقی است که توسط فرانک و همکاران انجام شده است (2006) که تأثیر ساختار شهری بر آلودگی هوا را مورد بررسی قرار داده است. این تحقیق نتیجه گرفت که طراحی شهر می‌تواند تأثیر قابل توجهی در توزیع و سطوح آلودگی هوا داشته باشد. نویسندگان این تحقیق بر این باورند که شهرهای فشرده با سطح بالای استفاده مختلط از زمین، ارتباطات حمل و نقل عمومی خوب و فضاهای سبز طراحی شده به درستی می‌توانند منجر به کاهش سطح آلودگی شوند. این مطالعه گسترده از آن استفاده شده و تأثیر قابل توجهی بر سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری داشته است. یکی دیگر از مطالعاتی که به درک ما از رابطه بین شکل شهر و آلودگی هوا کمک کرده است، کار مارشال و همکاران (2009) است. نویسندگان بر روی تأثیر طرح شبکه خیابان‌ها بر کیفیت هوای

شهر تمرکز کردند. آنها نتیجه گرفتند که الگوهای خیابان شبکه‌ای با درجه ارتباط بالا با سطح کمی از آلودگی مرتبط بودند. برعکس، شبکه‌های خیابانی با درجه بالایی از معبرهای کور و نقاط انتهایی با سطح بالایی از آلودگی مرتبط بودند. این تحقیق بر اهمیت طرح خیابان‌ها در کاهش سطوح آلودگی تأکید می‌کند. تراکم ساختمان‌ها در مناطق شهری نیز یکی از عوامل بحرانی در تعیین سطح آلودگی هوا می‌باشد. استون (2008) می‌گوید که مناطق با تراکم بالا به دلیل افزایش ترافیک و تمرکز انتشارات ساختمانی با سطح بالاتری از آلودگی هوا همراه هستند. با این حال، این مشکل با تامین زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی خوب و اقدامات پیاده‌سازی منطقه‌ای قابل برطرف شدن است. این مطالعه بر اهمیت توازن بین توسعه با تراکم بالا و سیاست‌های کاهش آلودگی هوا تأکید دارد.

یک جنبه دیگر از ارتباط بین شکل شهری و آلودگی هوا، تأثیر طراحی ساختمان‌ها است. ارل و همکاران (2011) بر این ادعا می‌کنند که طراحی ساختمان تأثیر قابل توجهی بر میکرواقلیم محلی دارد و می‌تواند بر توزیع آلاینده‌ها تأثیر بگذارد. نویسندگان متوجه شدند که ساختمان‌هایی که دارای تهویه خوب و سیستم تهویه طبیعی هستند، می‌توانند منجر به کاهش سطح آلودگی شوند.

• مساله و هدف تحقیق

این پژوهش بر اهمیت مد نظر داشتن فرم شهری به عنوان یک عامل مهم در سیاست‌گذاری شهری تأکید می‌کند و در ادامه به رابطه و تعریف عوامل تأثیرگذار بر آلودگی هوا از منظر نظریه پردازان مختلف و تأثیر فرم شهر بر افزایش و کاهش آلودگی هوا پرداخته است.

1- آلودگی هوا

1_1 آلودگی هوا

یکی از مهم ترین چالش های محیط زیستی پیش روی کلان شهرها، پدیده آلودگی هواست (زبردست و همکاران، 2018). آلودگی هوا از ره آوردهای توسعه صنعتی است که با افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی توسعه حمل و نقل موتوری و میزان مصرف سوخت، روز به روز بر شدت آن افزوده میشود بطوریکه این پدیده امروزه به یکی از معضلات کلان شهرها مبدل شده است (زبردست و همکاران، 2018). آلودگی هوا ورود یک یا چند آلاینده به هوای آزاد یا تغییر در نسبت طبیعی اجزای آن است؛ به طوری که برای انسان یا سایر موجودات زنده زیان آور بوده، به آثار تاریخی و اموال آسیب میرساند و راحتی و امنیت زندگی انسان ها را تهدید می کند (Shadmanlahiji et al. 2019). همچنین منابع آلاینده هوا نیز در دو دسته کلی شامل منابع متحرک و منابع ساکن معرفی شده اند (فورسیس، 2007). منابع متحرک شامل وسایل نقلیه موتوری مثل خودرو شخصی، اتوبوس ها، مینی بوس، موتورسیکلت و.... منابع ساکن نظیر منابع تجاری و خانگی، ترمینال ها، نیروگاه ها، کارخانجات و... می شوند. زیر مؤلفه های این منابع آلاینده شامل مؤلفه های فرم شهر هستند، شامل شبکه خیابان ها، چیدمان فضا، تراکم ساختمانی، حمل و نقل، کاربری زمین، ارتفاع ساختمان ها، جهت گیری خیابان ها و ساختمان ها و نسبت ارتفاع ساختمان ها به عرض خیابان که تأثیر بسیاری بر کاهش و یا افزایش آلودگی هوای شهر دارند. آلودگی هوا فارغ از شدت و منشأ آن هم چون سایر چالش های زیست محیطی ناشی از برهم خوردن توازن در عناصر، سیستم و عملکرد محیط طبیعی و ارگانیزم است (پور جعفر و همکاران، 1400). به طور کلی منظور از آلودگی هوا،

حضور ذرات آلاینده با منشأ انسانی یا طبیعی در جو است که برای حیات انسانی، گیاهی و جانوری مضر است (David Cooper, C. & Alley, F. C. (2002)). بیش از ۸۰٪ جمعیت شهرها در معرض هوای آلوده هستند. بر اساس پیش بینی حاضر میزان شهرنشینی کشور از مقدار ۷۴ درصد در سال ۱۳۹۵ به مقدار ۳/۸۵ درصد در سال ۱۴۳۰ خواهد رسید، بنابراین ملاحظه میشود بیشترین رشد جمعیت متعلق به مناطق شهری کشور خواهد بود (جاوید و همکاران، 1395). علاوه بر آن تحقیقات اخیر نشان داده است که مساله آلودگی هوا به علت توزیع منابع آلودگی و ریخت شناسی شهر، دارای یک طبیعت چند متغیره و تغییر پذیری مکانی- زمانی محلی می باشد (ma, m et al. 2008). در این راستا سازمان محیط زیست لندن در تحقیقی تخمین زده است که ۹۷٪ از CO و ۷۵٪ از NOx بخاطر ترافیک جاده ای است که دیگر بخش های تاثیر گذار در این آلودگی، مناطق صنعتی، مصرف انرژی خانگی و فعالیت های ساختمانی می باشند (ma, m et al. 2008). آلودگی هوا در محیط های شهری اثرات جدی ای بر روی سلامت و کیفیت زندگی ساکنین آن دارد. طیف گسترده ای از منابع انسانی و طبیعی، سطوح غلظت آلودگی هوای محیط را افزایش می دهند که منجر به بدتر شدن کیفیت هوای پیرامون میشود (Fang, Y et al. 2013). ورود حجم زیاد و متنوع آلاینده های ناشی از فعالیت ها و مداخلات انسانی به طبیعت و اتمسفر سبب برهم خوردن تعادل در جو و آلودگی هوا می شود (پور جعفر و همکاران، 1400). از منظر لیو و همکاران (2018) رابطه بین شکل شهری و آلودگی هوا، به فصلی بودن و اندازه شهر بستگی دارد. بدون شک بدون برنامه ریزی صحیح و اتخاذ راهکارهای کارشناسانه ممکن است آلودگی هوا اثرات جبران ناپذیری بر سلامت شهروندان

و محیط زیست شهر به جای گذارد(موسوی و همکاران، 2018). بنابراین میتوان نتیجه گرفت که از نگاه توسعه پایدار، توجه به بحران آلودگی هوا که این روزها به عنوان یک چالش جهانی مطرح می باشد و اثرات ناشی از آن بر سلامت افراد جامعه تاثیر دارد و منجر به مرگ زودرس، بیماری های قلبی و عروقی، برونشیت، اختلالات تنفسی و سرطان میشود، باید در اولویت قرار گیرد (حسنوند و ندافی، 1395).

2- فرم شهر

فرم شهری به شکل فیزیکی شهر اشاره دارد. یعنی چگونه عناصر فضایی در یک شهر توزیع می شوند. فرم شهر ظرفی است که امکان می دهد فعالیت های شهری در آن به وقوع بپیوندد. با توجه به ماهیت پیچیده فرم شهر، متخصصان مختلفی از دیدگاه خاص به آن پرداخته اند. عده ای صرفاً جنبه زیبایی شناسی شکل شهر را مد نظر قرار داده اند. (zhou et al, 2018). فرم شهر از جمله مهم ترین عواملی است که طراحی شهری می تواند با مداخله در ابعاد گوناگون فضایی، کالبدی و محیطی آن، بر میزان وابستگی به سوخت های فسیلی، صرفه جویی در مصرف انرژی و ایجاد محیط های مطلوب برای حضور انسان در شهر اثرگذار باشد (نمکی و همکاران، 2021). فرم شهری یا ساختار شهری به الگوهای کاربری زمین، زیرساخت حمل و نقل، آب و زیرساخت انرژی و فرم فیزیکی توسعه که در آن فعالیت های انسانی و تعاملات آنها تسهیل می شود، اشاره دارد (فتحی و همکاران، 2020). علاوه بر آن محصولی از الگوهای فعالیت های اجتماعی و اقتصادی شهر، فرهنگ و تکنولوژی آن و نتیجه شیوه های برنامه ریزی فیزیکی است (Loureiro de Matos, F. 2018). فرم شهر به خودی خود پدیده ای خنثی است مگر اینکه اهداف و عملکردهای

اجتماعی، اقتصادی و محیطی خاصی را تحقق بخشد، بنابراین نباید فرم شهر را واقعیتی ایستا و ثابت در نظر گرفت، چرا که در هر وضعیتی حالتی پویا برای دگرگونی دارد و عامل این تغییرات هم عملکرد شهر است. (zhou et al, 2018). هنگام بررسی رابطه بین فرم شهری و کیفیت هوا، مطالعات قبلی معمولاً فرم شهری را با استفاده از شاخص های منظر اکولوژیکی توصیف کرده اند. این ها می توانند محتوای تصاویر سنجش از دور را منعکس کنند و به درک وضعیت چشم انداز و الگوهای کاربری زمین در منطقه کمک کنند. شاخص های منظر اکولوژیکی معمولاً برای توصیف اندازه شهری، شکل شهری، پراکندگی شهری و فشردگی شهری استفاده می شوند. به دلیل پیچیدگی ماهیت فرم شهر، تخصص های مختلفی با دیدگاه های خاص خود به آن پرداخته اند. برخی از افراد تنها به جنبه زیبایی شناسی شکل شهر توجه کرده اند (جو کوپچ، ۲۰۱۸). برخی دیگر تاکید خود را بر جنبه های عملکردی قرار داده اند و عده ای نیز به بررسی جنبه های متافیزیکی، اسطوره ای و نمادین شکل شهر می پردازن (جو کوپچ، ۲۰۱۸). فرم شهری یا ساختار شهری به الگوهای کاربری زمین، زیرساخت حمل و نقل، ساختمان ها، آب، فضای سبز و زیرساخت انرژی و فرم فیزیکی توسعه اشاره دارد. این الگوها طراحی و برنامه ریزی می شوند تا بتوانند فعالیت های انسانی و تعاملات متعددی که در شهر رخ می دهند را به بهترین شکل ممکن تسهیل کنند. از طریق این الگوها، بهبود کیفیت زندگی شهروندان و استفاده بهینه از منابع و خدمات شهری را ممکن می سازند (فتحی و همکاران، 2020).

3- رابطه بین فرم شهری و آلودگی هوا

آلودگی هوا در سطح خیابان به غیر از منابع تولید خود، با تعداد زیادی از متغیرهای پیچیده سرکار دارد که هنوز به درستی شناسایی و درک نشده اند. تهویه و شکل هندسی و فیزیکی محیط شهری یکی از این متغیرها است که به طور قابل توجهی بر آلودگی هوای شهری تأثیر میگذارد (edussuriya et al, 2014). به همین دلیل است که آلودگی هوا در سطح خیابان یکی از نگرانی های اصلی در مکان های مسکونی در جهان است (edussuriya et al, 2014). آلودگی هوا در کلان شهرها از دو منبع طبیعی و مصنوعی حاصل میشود، منابع مصنوعی منابعی هستند که انسان به طور مستقیم در تولید آنها دخالت دارد و آنها را وارد طبیعت میکند. منابع مصنوعی نیز به دو زیرمجموعه منابع ساکن و متحرک تقسیم بندی می شوند (shadmanlahii et al, 2019). پژوهشگرانی چون مک کارتی و کازا، (2015)، لیو و همکاران (2016) و شی و همکاران (2017) در مطالعات خود در مقیاس کلان (منطقه ای) به بررسی رابطه بین کیفیت هوا و ساختار مکانی شهرها با متغیرهایی چون تعداد، اندازه، شکل، نظم، چندپارگی تکه های شهری، مساحت شهری، نسبت فشردگی، نسبت کشیدگی و... پرداخته اند. در مقیاس متوسط (شهری) نیز کسانی چون بورگو و همکاران (2006) ساختار توسعه پراکنده، توسعه خطی، توسعه فشرده را بررسی کرده اند. هنگ و همکاران (2009) به تحلیل شکل کلی شهر، جهت گیری خیابان و پیکربندی خیابان (در مقیاس شهر) پرداخته است، مارتینس، (2012)، کیفیت هوا در دو سناریو توسعه آینده پراکنده و توسعه آینده فشرده بررسی کرده است. رشد شتابان شهری اثرات زیان باری را برای انسان و محیط زیست به همراه دارد، که از یک سو موجب رشد و توسعه 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-هیئات، 2009، شگری، 1390). یکی از مهمترین چالش های محیط زیستی پیش روی کلان شهرها، پدیده آلودگی هواست (زبردست و همکاران، 2015). آلودگی هوا از رهاوردهای توسعه صنعتی است که با افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی، توسعه حمل و نقل موتوری و میزان مصرف سوخت، روز به روز بر شدت آن افزوده می شود بطوریکه این پدیده امروزه به یکی از معضلات کلان شهرها مبدل شده است (زبردست و همکاران، 2015). منابع آلاینده هوا، منابع طبیعی و عوامل بهبود دهنده یا تشدید کننده که مؤلفه های شکل شهر را دارا می باشند و سبب کاهش و یا افزایش آلودگی هوا می شوند و رابطه آنها با یکدیگر با توجه به چارچوب نظری که در انتهابدست آمده مشخص گردیده است. تأثیر فرم شهر بر آلودگی هوا را در قالب چیدمان فضا، حمل و نقل، تراکم ساختمانی، باد و فضا های سبز مورد بررسی قرار داده ایم.

• چیدمان فضا

طرح های چیدمان شهری به سازماندهی و شکل دهی فضایی اجزای خیابان ها، بلوک ها و ساختمان ها می پردازد که معمولاً در مقیاس خیابان اجرا می شود. این طرح ها الگوهایی مانند الگوی شطرنجی یا درختی را برای معابر تعیین می کنند. طرح های شهری بر حرکت پیاده روی و ارتباط مکان ها و فضا های مختلف با یکدیگر تأثیر قابل توجهی دارند. طرح چیدمان شهری قابل نفوذ بوده و مسیرها به آسانی قابل شناسایی باشد و دسترسی و حرکت عابران پیاده را کنترل کند. این طرح می تواند بر جنبه های دیگر فرم شهری مانند کاربری و تراکم تأثیر گذار باشد. مطالعات اخیر در حوزه چیدمان فضا شهری و تأثیر آن بر آلودگی هوا نشان می دهند که طراحی مناسب و بهینه

فضاهای شهری می‌تواند در کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت آن نقش مهمی ایفا کند. یکی از مطالعات انجام شده توسط Gómez-Baggethun و همکاران (2019) به تأثیر فضاهای سبز در کاهش آلودگی هوا پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که وجود فضاهای سبز در شهرها، به خصوص پارک‌ها و باغ‌ها، منجر به کاهش غلظت آلاینده‌های هوایی مانند ذرات معلق و اکسید نیتروژن می‌شود. همچنین، فضاهای سبز می‌توانند در جذب و تثبیت آلاینده‌های هوا نقش مؤثری داشته باشند. در مطالعه دیگری، با موضوع تأثیر طراحی شهری محوری بر محیط زیست، Carteni و همکاران (2018) به نتایجی رسیدند که نشان می‌دهد طراحی شهری محوری که شامل افزایش فضاهای سبز، کاهش تراکم ساختمانی و ارتفاع ساختمان‌ها و افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی است، می‌تواند بهبود قابل توجهی در کیفیت هوا و کاهش آلودگی هوا ایجاد کند.

• حمل و نقل

حمل و نقل یکی از منابع مهم آلاینده هوا در مناطق شهری است. تعداد وسایل نقلیه در جاده‌ها و آلودگی‌های آنها به طور قابل توجهی در آلودگی هوای شهرها مؤثر هستند. واضح است که بررسی تلاطم ناشی از جهت‌گیری خیابان‌ها با توجه به سمت و سرعت باد غالب و همچنین حرکت وسایل نقلیه برای ارزیابی نحوه پراکندگی آلاینده‌ها بسیار مهم است. زیرا که نحوه پراکندگی آلاینده‌ها در خیابان‌ها و تقاطع‌ها بر سلامت عابرین پیاده و دوچرخه سواران بسیار تأثیرگذار است (tiwary et al, 2011). بخش حمل و نقل چه بصورت مستقیم در اثر استفاده از سوخت‌های فسیلی و چه به صورت غیر مستقیم از طریق تولید انرژی‌های دیگر تولید کننده انواع گازهای گلخانه‌ای می‌باشد و می‌توان گفت حمل و نقل از علل اصلی

آلودگی هوا به شمار می‌رود (bertaud et al, 2003). از این رو شناخت و طراحی ساختار فضایی که قابلیت تطابق با شرایط موجود و آتی را داشته باشد و در عین حال پایدار باشد امروزه یکی از ضرورت‌های حیاتی در حیطه برنامه ریزی شهری می‌باشد (bertaud et al, 2003). 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 (bertaud et al, 2003). در نتیجه، ناکارآمدی‌های مهم ناشی از یک ساختار فضایی ضعیف اغلب نادیده گرفته می‌شود تا جایی که زمان برای هرگونه اقدامی از دست می‌رود. میزان آلودگی هوای تولید شده توسط حمل و نقل شهری به طول، سرعت و تعداد سفرهای موتوری سفرهای تولید شده توسط وسایل نقلیه موتوری و نوع وسایل نقلیه بستگی دارد (قدمی و همکاران، 2018). جریان هوا در خیابان‌های یک منطقه شهری برای تهویه هوای آن منطقه و تضمین عدم تجمع آلودگی‌های مختلف از جمله دود حاصل از تردد وسایل نقلیه امری ضروری است. یک مطالعه انجام شده توسط پوپ و داکری (2006) نشان داد که آلودگی هوای مرتبط با ترافیک با افزایش خطر بروز بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی همراه است. طراحی شبکه جاده‌ها، شامل موقعیت، جهت‌گیری و تعداد تقاطع‌ها، نیز بر سطح و توزیع آلودگی هوا در مناطق شهری تأثیر دارد (استون، 2008).

• تراکم ساختمانی

امروزه بحث مربوط به شهر پرتراکم یا کم تراکم با نگرش نوین توسعه پایدار که پراکندگی انسان‌ها و فعالیت‌ها را در پهنه‌های وسیع عامل تخریب محیط زیست میدانند به مقوله اساسی برنامه ریزی شهری تبدیل شده است (احدنژاد و همکاران، 1392).

یکی از موضوعات اساسی در علم شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری، مدنظر قرار دادن مفهوم تراکم است. این مفهوم در علوم و رشته‌های مختلف، با معانی و ابعاد متفاوتی مورد استفاده قرار گرفته است. در حوزه شهرسازی، تراکم به معنای پراکندگی یا فشردگی یک عامل در یک فضای محدود است و معمولاً به مسائلی مانند جمعیت، مسکن و ساختمان اشاره می‌کند. تراکم ساختمانی نیز به عنوان یکی از جنبه‌های بسیار مهم در شهرسازی، با هدف تعیین شدت استفاده از زمین برای ایجاد محیطی مناسب در شهر و برقراری تعادل و توازن بین اندازه جمعیت و ظرفیت شهر و کاهش تأثیرات محیطی مورد بررسی قرار می‌گیرد (داوودی و استورزکر، ۲۰۱۷). مطالعات اخیر در حوزه تراکم ساختمانی و تأثیر آن بر آلودگی هوا نشان داده‌اند که ارتفاع تراکم ساختمانی و نسبت فضای سبز به فضای ساختمانی در شهرها تأثیر قابل توجهی بر کیفیت هوا دارد. یک مطالعه انجام شده توسط Chen و همکاران (2018) به بررسی ارتباط بین تراکم ساختمانی و آلودگی هوا پرداخت که نتایج این مطالعه نشان داد مناطق با تراکم ساختمانی بالا، میزان آلودگی هوای بیشتری را تجربه می‌کنند. عواملی مانند تجمع بیشتر ماشین‌ها، استفاده افزایشی از انرژی و تخلیه آلاینده‌های هوایی از منابع مختلف در این مناطق می‌تواند به افزایش آلودگی هوا کمک کند. به طور مشابه، مطالعه‌ای انجام شده توسط Lee و همکاران (2019) نشان داد که ارتفاع ساختمان‌ها و تراکم بالا در شهرها، موجب افزایش غلظت ذرات معلق (PM) در هوا می‌شود. این ذرات معلق، که شامل ذرات ریز و نانو از منشأهای مختلف هستند، می‌توانند به آسم و بیماری‌های تنفسی دست دهند. به علاوه، مطالعه‌ای انجام شده توسط Zhang و همکاران (2020) نشان داد که ارتفاع ساختمان‌ها و تراکم ساختمانی باعث ایجاد افزایشی در

آلاینده‌های هوایی نظیر اکسید نیتروژن (NOx) و ذرات ریز معلق (PM) در شهرها می‌شود. به طور کلی، مطالعات اخیر نشان می‌دهند که تراکم ساختمانی بالا و نسبت کم فضای سبز به فضای ساختمانی در شهرها می‌تواند منجر به افزایش آلودگی هوا شود. این نتایج تأکید می‌کنند که در طراحی و برنامه‌ریزی شهری، توجه به حفظ فضای سبز و کنترل تراکم ساختمانی می‌تواند به بهبود کیفیت هوا کمک کند.

• باد

باد از متغیرهای مهم اقلیمی در بافت های شهری است که بر آسایش حرارتی عابران، پراکندگی آلودگی و تامین سلامتی انسان تاثیر گذار است (خدا کریمی و همکاران، 2020). جریان باد یکی از عوامل تاثیر گذار برافزایش و کاهش آلودگی هوای شهری است. بررسی مطالعات متعدد در زمینه تأثیر ساخت ساز بر تهویه و پراکنش آلودگی هوا حاکی از تأثیر مستقیم ساختمان سازی بر جریان هوا در مقیاس خرد اقلیم محلی است (Meno, A.H., et al., 2009). بادهای محلی که به نوسانات روزانه دما و توپوگرافی منطقه بستگی دارند، در صورت فقدان سیستم‌های هواشناسی قوی می‌توانند در انتقال افقی ذرات آلاینده مؤثر باشند، که ساخت و سازها در مقیاس محلی می‌تواند موجب کاهش سرعت باد محلی شود (موسوی و همکاران، 2018). در ارزیابی سرعت باد پیرامون ساختمان ها تأکید بر فضایی برای ایمنی عابران پیاده در مقابل بادهای تند است در حالی که کاهش سرعت باد برای فعالیت های مستمر و طولانی مدت مطلوب است و کاهش بیش از حد آن در محیط شهری سبب راکد شدن هوای منطقه خواهد شد که این خود زمینه ساز مشکلات بعدی می گردد (موسوی و همکاران، 2018). پایداری طولانی مدت هوا در یک منطقه

شهری میتواند به سرعت باعث تثبیت آلاینده ها و افزایش حجم آنها در فضای شهری شود (Tominaga et al 2013). پارامترهای هواشناسی اثر قابل ملاحظه ای در مسئله آلودگی هوا دارد که تأثیر گذارترین آنها را میتوان به دو دسته اولیه (جهت و سرعت باد، دما) و ثانویه (بارش، رطوبت، تابش و دید) تقسیم بندی کرد (Giasadin, M. 2006). این پارامترها به طور قابل ملاحظه ای تابع عرض جغرافیایی، فصل و توپوگرافی هستند. انتقال آلاینده ها و پراکنش آنها با سرعت باد و جریان های جوی متناسب است و هرچه سرعت باد بیشتر و تلاطم شدیدتر باشد، غلظت آلودگی کمتر خواهد شد (Giasadin, M. 2006). یوآن و همکارانش برای نفوذ حداکثر باد به فضاهای باز شهری، جهت گیری خیابان ها باید در راستای وزش باد غالب یا با حداکثر ۳۰ درجه چرخش نسبت به آن راستا باشد. تهویه طبیعی به تخلخل و فضای باز بین ساختمان ها وابسته می باشد، به طوری که در برج ها ایجاد فضای باز بین سکو و ساختمان برج و همچنین سکوی های پلکانی باعث هدایت هوا به تراز عابر پیاده می شود و تهویه هوای شهر را بهتر می کند (Yuan, C., et al., 2012. Zhang, N., et al, 2016). پژوهش ایزومو و نیز نشان می دهد ناهماهنگی در ارتفاع ساختمان ها سبب افزایش سرعت باد در تراز عابر پیاده و افزایش میزان تهویه در محیط های شهری می شود و بیشترین تأثیر در بافت هایی با ساختمان هایی با نسبت طول به عرض ۵/۳ مشاهده شده در این تحقیق که تأثیر حضور یک ساختمان بلند به ارتفاع ۲۹۷ متر و با ابعاد ۹۹×۶۱ متر مربع در ۵ بافت متنوع بررسی شده است، نتایج این گونه است: اضافه کردن ساختمان بلند، در همه بافت ها، با ارتفاع ثابت و متغیر، سبب افزایش سرعت باد در تراز عابر پیاده گردیده است؛ ولی بیشترین میزان تغییر در بستر با نسبت ارتفاع به عرض ۵/۲ و ارتفاع متغیر حاصل

شده است. برآیند مطالعات نشان میدهد که افزودن یک ساختمان بلند جریان هوا را تا چندین بلوک اطراف آن تحت تأثیر قرار میدهد و هرچه اختلاف ارتفاع ساختمان بیشتر و بستر کمتر باشد، تأثیرش بر جریان هوا نیز کم رنگ تر است.

• فضاهای سبز

فضاهای سبز، مانند پارک ها، جنگل ها و گیاهان شهری، به عنوان عناصر اساسی در کاهش تأثیرات آلودگی هوا در مناطق شهری شناخته شده اند. این فضاها به عنوان مخازن برای ذخیره و تصفیه آلاینده های هوا عمل می کنند که از طریق برگ ها و خاک آن ها را جذب و تصفیه می کنند (اسکوبدو و همکاران، 2018). علاوه بر این، فضاهای سبز سایه را فراهم می کنند که در کاهش دما در مناطق شهری و کاهش تشکیل اوزون در سطح زمین کمک می کند (قرانفری و همکاران، 2019).

این مطالعات نشان می دهند که طراحی شهری می تواند تأثیر قابل توجهی بر توزیع و سطوح آلودگی هوا داشته باشد. یافته ها، اهمیت ملاحظه شکل شهری را به عنوان یک عامل در سیاست های برنامه ریزی شهری جهت کاهش سطح آلودگی هوا بیان می کنند. همچنین چگونگی طراحی ساختمان ها و تأثیر آن بر میکروکلایمات های محلی و توزیع آلاینده ها نیز مورد توجه قرار گرفته است. در نهایت، این مطالعات بیانگر ضرورت توازن بین توسعه با دانستن چگونگی کاهش سطوح آلودگی هوا در سیاست های برنامه ریزی شهری هستند. در شکل 1، مؤلفه های شکل شهر و تأثیر آن بر آلودگی هوای شهری مشخص گردیده است.

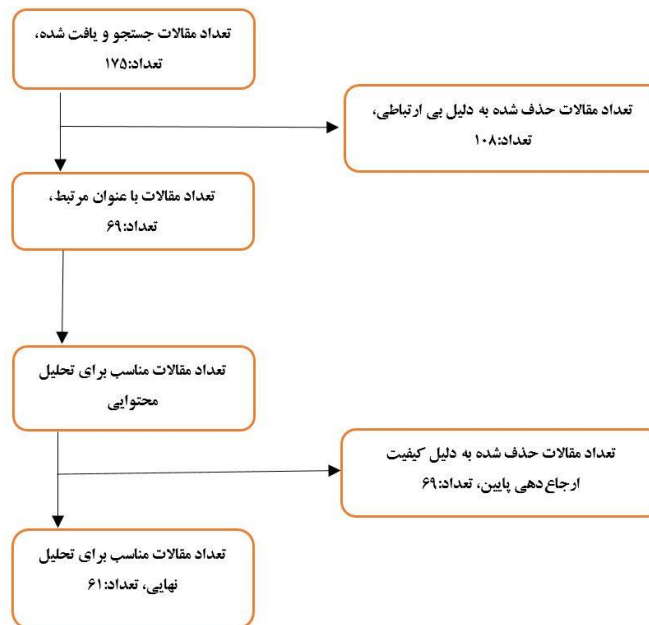
۲- مواد و روش ها

طرح تحقیق حاضر بر مبنای روش ترکیبی ساختار یافته است. به منظور پاسخ به هدف و پرسش های مطرح در این تحقیق، از روش فرامطالعه پاترسون و همکاران (2001) به عنوان راهبرد پژوهش استفاده شد. راهبرد فرامطالعه، نوع متفاوتی از مطالعه ثانویه است که در آن سعی می شود علاوه بر تلفیق نتایج پژوهش های قبلی، تامل و تعمقی برای فرایندهای آنها نیز داشته باشد. فرامطالعه، مطالعه درباره پژوهش های دیگر است (Zhao, 1991 در حقیقت فرامطالعه علاوه بر توصیف آنچه بوده، پژوهشی بازتابنده از آنچه باید باشد نیز است (پاترسون و همکاران (2001). از متدهایی چون مرور نظام مند و کدگذاری باز در گردآوری و تحلیل اطلاعات متناسب با راهبرد پژوهش استفاده شده است. منظور از مرور نظام مند، مطالعه کلان، جامع، تفسیر و تحلیل متونی است که به یک موضوع خاص مرتبط است (وفایان و منصوریان، 86، 1393). در این راستا از مقالات علمی-پژوهشی انگلیسی و فارسی در پایگاه های اطلاعاتی Sid, Google scholar, Science direct, Elmnet, Magiran از کلمات کلیدی چون (آلودگی هوا شهری، فرم شهر، باد، ساختار شهر، ذرات معلق هوا) استفاده شد. از این رو 61 مقاله چاپ شده با محوریت موضوعی آلودگی هوا شهری در فصلنامه های عملی-پژوهشی در حوزه مطالعاتی شهری در بازه زمانی 1392-1402 شناسایی شد. علاوه بر آن به دلیل کم بودن تعداد اعضای جامعه، نمونه گیری صورت

نگرفت و داده ها از نسوع داده های کیفی انتخاب شدند که از کدگذاری باز برای منطبق بر مراحل الگوی پیشنهادی ساندوسکی و باروسو جهت تحلیل داده های کیفی و تحلیل سیستم دار داده ها استفاده شد (رضوانی، 1389). کدگذاری باز فرایندی تحلیلی است که مفاهیم، شناسایی و ویژگیها و ابعاد آنها در دادهها کشف میشوند (قلندریان، 1401). این کدها سپس بر اساس میزان مشابهت در قالب کدگذاری محوری دسته بندی شده و مقوله های عام تری را تعریف می کنند. علاوه بر آن کدگذاری باز شیوه های مناسب برای تقلیل اطلاعات کیفی و ارائه توصیفی دقیق پیرامون یک موضوع است (رضوانی، 1389).

۲-۱- نمودار ها و جدول

آنچه در انتخاب مقالات بسیار مهم بود، تأکید بر رشته معماری و شهرسازی بود. ابتدا 175 مقاله با موضوع مرتبط با آلودگی هوا شهری جستجو و یافت شد و سپس 108 مقاله به دلیل بی ارتباطی عنوان آنها با موضوع پژوهش حذف شد و 69 پژوهش با عنوان مرتبط باقی ماند و در ادامه به بررسی چکیده مقالات پرداخته و به دقت مورد خوانش قرار گرفت و در نهایت مقالات با کیفیت و ارجاع دهی به پژوهش های دیگر مورد بررسی دقیق قرار گرفت و 8 مقاله به دلیل کیفیت ارجاع دهی پایین حذف شد و به طور کلی 61 مقاله مناسب از 175 مقاله یافت شده برای تحلیل نهایی باقی ماند و مورد تحلیل دقیق تر قرار گرفت شکل شماره (2)، روند طی شده را به طور کامل نشان می دهد.



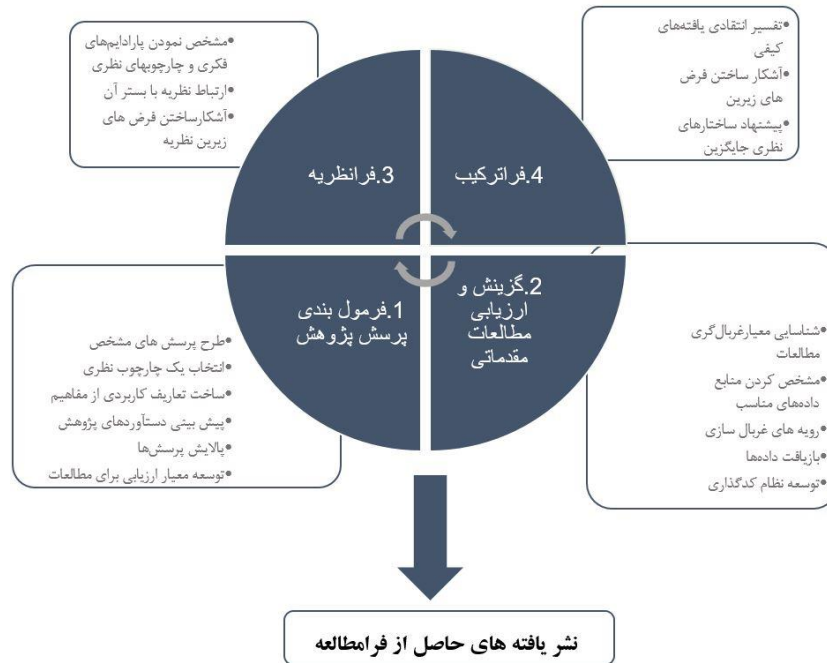
شکل شماره (2): روند انتخاب متون مناسب، (نگارندگان، 1402)

شد. فراترکیب مطالعه‌ای کیفی است که یافته های سایر تحقیقات کیفی در زمینه یک موضوع را به عنوان داده به کار می گیرد (ساندوسکی، 2008). فراترکیب یا متاستز روشی کیفی مبتنی بر مرور سیستماتیک مطالعات کتابخانه‌ای برای شناختی ژرف پیرامون پدیده مورد مطالعه است. روش فراترکیب یک روش تحقیق کیفی محسوب می شود که ابزار گردآوری داده‌های آن مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی پیشینه پژوهش است. تحقیق حاضر نیز با استفاده از روش کتابخانه‌ای بررسی پیشینه پروژه شکل گرفته است. شکل شماره 2 نشان دهنده مراحل راهبرد فرامطالعه می باشد.

از بین 61 مقاله منتخب، 16 مقاله فارسی و 45 مقاله انگلیسی بوده. در ارتباط با حوزه تخصصی مجریان پژوهش از میان 61 مقاله پژوهشی، 44 مورد در حوزه برنامه ریزی شهری، طراحی شهری و معماری، 6 مورد در حوزه جغرافیا و 15 مورد در حوزه علوم مشترک به انجام رسیده است. شکل شماره (3) نشان دهنده انواع روش های فرامطالعه است.

فراترکیب

در این پژوهش برای ترکیب و تلفیق مطالعات اولیه کیفی و نتایج آن ها از روش فراترکیب (meta synthesis) استفاده



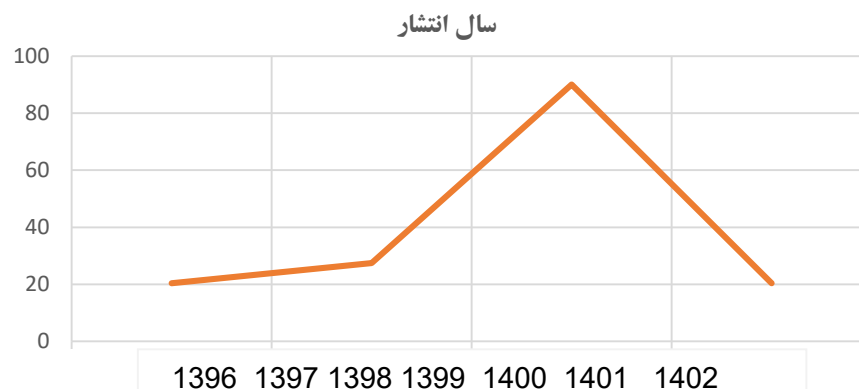
شکل شماره (3) : (ماخذ: محمدپور، 1389)

۳- نتایج و بحث

درصد مقالات در فاصله سال های 1392 تا 1402 تولید

شده اند.

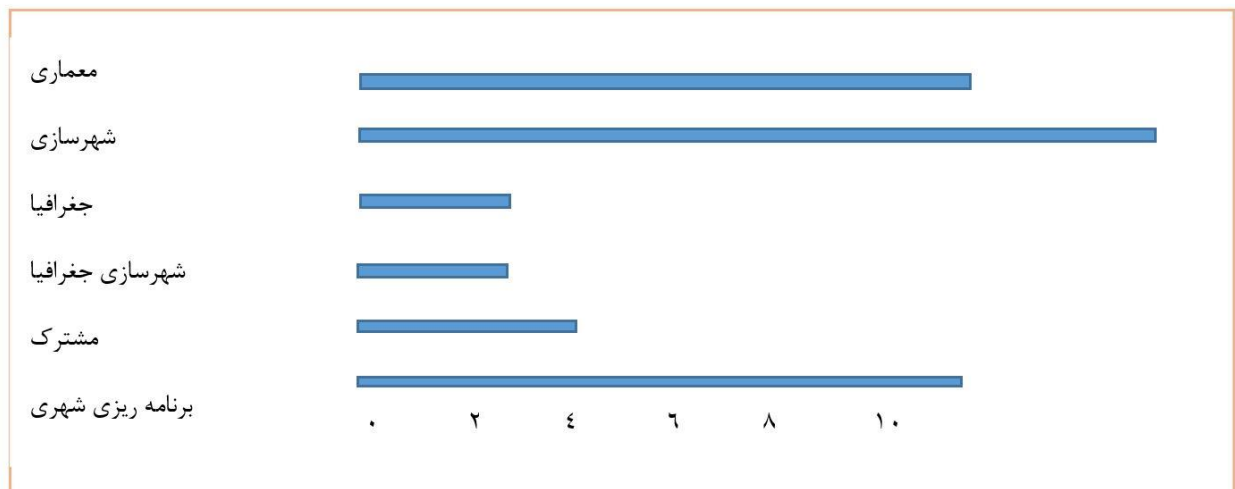
زمان: بررسی بازه های زمانی انتشار مقالات نشان می دهد که در سال 1398 حجم تولید مقالات افزایش چشمگیری داشته است. همانطور که در نمودار شماره 1 ملاحظه می شود. 80



نمودار 1. تعداد مقالات منتشر شده حوزه آلودگی شهری با فرم شهر به تفکیک سال انتشار (منبع: یافته های تحقیق)

تخصص نویسندگان: مطابق نمودار شماره 2، 80٪ نویسندگان، متخصصان حوزه معماری و شهرسازی بوده اند. پس از آن متخصصان حوزه مشترک با 15٪ حوزه تخصصی

دیگری هستند که بیشترین حجم مقالات را به خود اختصاص داده اند. سایر تخصص ها هر یک کمتر از 5 درصد مقالات را شامل می شود.



نمودار 2. تعداد مقالات منتشر شده حوزه آلودگی شهری با فرم شبهه تفکیک تخصص نویسندگان (منبع: یافته های تحقیق)

حوزه تخصص فصلنامه: در ارتباط با حوزه تخصصی فصلنامه هایی که مقالات در آنها منتشر شده است، گروه شهرسازی با بیشترین تعداد (18 مقاله، 49٪) در جایگاه نخست قرار دارد. بعد از آن مقاله های مشترک با 15 عنوان و گروه معماری با 11 عنوان در جایگاه های دوم و سوم قرار دارند. گروه های مدیریت برنامه ریزی شهری، جغرافیا و شهرسازی جغرافیا به ترتیب 4 و 3 و 1 عنوان را به خود اختصاص داده اند.

پراکندگی جغرافیایی: 33 درصد مقالات مرتبط با کلان شهرهای کشور (تهران، مشهد و شیراز) و 26 درصد مرتبط با

سایر کشورها (چین، کره، منچستر، آمریکا و...) بوده است و 6.5 درصد مرتبط با محلات است.

پیشینه تحقیق: پیشینه پژوهشی دروازه ای برای ورود هدفمند و نظام مند به بحث اصلی نظری در پژوهش ها است. بررسی پیشینه تحقیق یکی از مراحل مقدماتی و اساسی در انجام پژوهش ها است، در واقع پیشینه پلی است که آثار و پژوهش های پیشین را به اثر در دست انجام، پیوند میزند. نگارندگان مقالات در 42 مقاله (70٪ مقالات) در مطالعه خود پیشینه پژوهش را بررسی کرده اند و 30٪ از مقاله ها (19 مورد) فاقد پیشینه پژوهشی بوده اند. جدول شماره 1 جمع بندی مربوط به تحلیل ساختار مقالات را نشان می دهد.

11 مورد برنامه ریزی شهری، و 6 شاخص جغرافیا مورد بررسی قرار گرفته است.

محتوای مقالات

با توجه به اهمیت شاخص های آلودگی هوا با فرم شهری در شناخت و ارزیابی نظام مدیریت شهرها در این بخش شاخص های آلودگی هوا با فرم شهری در سطح مقالات مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا با بررسی محتوای کامل 61 مقاله (جامعه آماری) مشخص شد در 29 مورد از شاخص های معماری و شهرسازی به صورت مستقیم استفاده شده است. این شاخص ها به طور کامل و به تفکیک هر مقاله احصاء شد و مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفتند همان طور که در جدول شماره ۲ و نمودار شماره ۳ ملاحظه میگردد، در مجموع مقالات مورد بررسی 18 شاخص برای شهرسازی به دست آمد و به ترتیب 15 شاخص علوم مشترک (مهندسی، هنر و ...)، 11 شاخص معماری،

جدول 1: جمع بندی ساختار مقالات

مقوله ها	کد های استخراجی	فراوانی	درصد فراوانی
حوزه تخصص نویسندگان	معماری	11	18٪
	شهرسازی	18	29٪
	مشترک	15	24٪
	برنامه ریزی شهری	11	18٪
	جغرافیا	6	10٪
گروه تخصصی نویسندگان	معماری	11	18٪
	شهرسازی	18	29٪

پراکندگی جغرافیایی	شهرها	5	33٪
	محلات	1	6.5٪
	کلان شهر	5	33٪
	کشورها	4	26٪
پیشینه تحقیق	دارد	26	70٪
	ندارد	11	30٪

(منبع: یافته های تحقیق)

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش سعی شده تا با استفاده از مقاله های چاپ شده در فصلنامه های علمی معتبر مطالعات موجود آلودگی هوا با فرم شهری ایران و سایر کشورها از طریق تحلیل محتوای مقالات و از منظر فرامطالعه، تصویری جامع و روشن از روند تحقیقات فراهم کنیم. همچنین تلاش نمودیم تا با استفاده از چارچوب نظری موجود تصویری نسبتاً دقیق از پیشینه های علمی آلودگی هوا با فرم شهری ترسیم نموده تا چشم انداز آتی پژوهش را پیش بینی کنیم. آلودگی هوا در این پژوهش به معنای ورود یک یا چند آلاینده که شامل دی اکسید گوگرد، دی اکسید کربن، مونواکسید کربن، هیدرو کربن و ذرات می شود، به طوری که برای انسان یا سایر موجودات زنده زیان آور بوده و این باعث می شود تا به آثار تاریخی، اموال، راحتی و امنیت زندگی انسان ها را تهدید کند. با توجه به مطالعات صورت گرفته به صورت کلی آلودگی به دو منبع طبیعی و مصنوعی تقسیم می شود، منابع مصنوعی منابعی هستند که انسان به طور مستقیم در تولید آنها دخالت دارد و آنها را وارد طبیعت میکند

و منابع مصنوعی نیز به دو زیرمجموعه منابع ثابت و متحرک تقسیم بندی می شوند. در نهایت به منظور سنجش آلودگی هوا از زیر مؤلفه های منابع آلاینده که شامل مؤلفه های فرم شهر، شبکه خیابان ها، باد، چیدمان فضا، تراکم ساختمانی، حمل و نقل، کاربری زمین، ارتفاع ساختمان ها، جهت گیری خیابان ها و ساختمان ها و نسبت ارتفاع ساختمان ها به عرض خیابان که تأثیر بسیاری بر کاهش و یا افزایش آلودگی هوای شهر دارند، استفاده شده است. چارچوب نظری پیش رو از دو رویکرد اساسی فرم شهر و آلودگی هوا تشکیل شده است. جریان نظری اول آلودگی هوا با سهمی برابر 60 درصد از پژوهش های انجام یافته است، نتایج بررسی ها نشان داد که در بازه زمانی 10 ساله (1392_1402) آلودگی هوا حاکی از تأثیر مستقیم ساختمان سازی، حمل نقل، برنامه ریزی شهری و بر جریان هوا در مقیاس خرد و کلان است. در دیگر موارد، محققین در تلاش بوده اند مفاهیم دیگری را با آلودگی هوا پیوند بزنند، به طور مثال رشد شتابان شهری اثرات زیان باری را برای انسان و محیط زیست به همراه دارد، که از یک سو موجب رشد

و توسعه سریع کلان شهرها و مناطق حاشیه آنها می‌گردد و از سوی دیگر مخاطراتی را در نحوه و چگونگی این توسعه در برابری قرار می‌دهد.

جریان دوم نظری، فرم شهری که با سهمی برابر 40 درصد از پژوهش‌های انجام یافته است. با توجه به اینکه مفهوم آلودگی هوا با فرم شهری در جهان معضلی جدی است جای خالی متخصصان شهرسازی و مدیریت برنامه ریزی شهری و... در این حوزه کاملاً مشهود است. از پژوهش‌های انجام یافته ذیل پارادایم‌هایی چون عوامل بهبود دهنده یا تشدید کننده و منابع طبیعی هدف قرار داده شده است. از این رو معیارهایی همچون سرعت و جهت باد، فضای سبز، حمل و نقل، و ریه‌های تنفسی در مطالعات منتخب تبیین شده‌اند. علاوه بر آن کمبود فضاهای شهری سبز و سرزنده باعث گره ترافیکی در مراکز اصلی شهر و سایر مشکلاتی که شهرهای اتومبیل محور کنونی در پی داشته‌اند می‌شود. از دیگر مشخصه‌های محیط انسان ساخت شهری تاثیرگذار در غلظت آلاینده‌ها می‌توان به شاخص مساحت بلوک‌ها اشاره نمود که با افزایش مساحت بلوک‌های شهری و در پی آن کاهش کیفیت ارتباطات میزان غلظت آلاینده‌های اولیه افزایش می‌یابد. در پژوهشی فراگیرتر، متخصصان باید طراحی و برنامه‌ریزی شهری مناسبی داشته باشند تا بتوانند فعالیت‌های انسانی و تعاملات متعددی که در شهر رخ می‌دهند را به بهترین شکل ممکن تسهیل کنند. این الگوها بهبود کیفیت زندگی شهروندان و استفاده بهینه از منابع و خدمات شهری را ممکن می‌سازند. در این پژوهش مقاله‌های چاپ شده در فصلنامه‌های علمی معتبر در دهه‌ی اخیر با قلمروی موضوعی آلودگی هوا با فرم شهری با استفاده از فن مرور نظام مند و تحلیل محتوای مقالات فرامطالعه شده است.

نتایج تحلیل‌ها نشان داد حدود 30 درصد مقالات توسط متخصصان حوزه علوم دیگر و برنامه ریزی شهری نگاشته شده و سهم بسیاری از تخصص‌های دیگر تنها 5 درصد است. علاوه بر آن عدم بهره‌گیری از منابع به روز، انسجام پایین مطالب و عدم تطبیق ساختار مطالب ارائه شده در مبانی نظری در راستای پاسخگویی به اهداف اصلی مقاله ازجمله دلایل موردتوجه در این امر بوده است که این امر خود می‌تواند دلیلی بر ضعف پایه‌های نظری پژوهش باشد. در ارتباط با چارچوب نظری مورد استفاده در این مقاله نیز می‌توان به نتایج پژوهش که حاکی از آن است که علی‌رغم اهمیت و محوریت مفهوم آلودگی هوا با فرم شهری در میان مفاهیم مرتبط با برنامه ریزی شهری این مفهوم به لحاظ نظری آن چنان که باید توجه پژوهشگران را در ایران به خود جلب نکرده بود. هر چند که در دهه اخیر مفهوم آلودگی هوا مورد توجه جهان قرار گرفته شده است. به طوری که از بین مقالات مورد بررسی، تنها تعداد معدودی مورد از مقالات به صورت نظری به تبیین موضوع پرداخته‌اند و سایر مقالات بیش از 70 درصد مورد همراه با نمونه‌موردی بودند. در نتیجه جز تعداد معدودی از مقالات، بیشتر پژوهش‌ها در بخش مبانی نظری یا تکرار سایر مقالات هستند و یا سایر کارهای پژوهشی نویسندگان و عملاً پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در این خصوص مشاهده نمی‌شود.

براساس مطالعات صورت گرفته و با توجه به مولفه‌های فرم شهر که شامل چیدمان فضا، تراکم ساختمانی، حمل و نقل و فضای سبز می‌باشد، نتیجه می‌گیریم هر چه پراکندگی شهرها بیشتر باشد موجب پراکندگی بیشتر فعالیت‌ها می‌شود که این امر سبب استفاده بیشتر خودرو و شخصی خواهد شد که این وابستگی به اتومبیل موجب افزایش آلودگی هوا می‌شود. بنابراین پیشنهاد

میشود از طریق طراحی شهری محله‌هایی طراحی شوند که اکثر فعالیت‌ها و نیازهای انسانی در دسترس باشند تا مردم را به استفاده از حمل و نقل عمومی، دوچرخه و پیاده روی ترغیب کند، تا از این طریق بتوانیم هوای تمیزتر و آلودگی کم‌تری را در محله‌ها و در نهایت در شهرها داشته باشیم. همچنین پیشنهاد میشود تا جهت گیری خیابان‌ها نیز در راستا یا حداکثر سی درجه نسبت به باد غالب باشد. علاوه بر آن، هر چه تراکم و ارتفاع ساختمانی را کاهش دهیم، آلودگی هوا نیز کاهش می‌یابد، همچنین اگر نسبت فضای سبز به تراکم ساختمانی افزایش پیدا کند، شاهد افزایش سایه، کاهش دما و کاهش تشکیل لایه اوزون و در نهایت سبب کاهش آلودگی هوا می‌شود. بنابراین پژوهشگران این حوزه باید به دنبال یافتن راهکارهای علمی برای تغییر وضعیت باشند. در باب پیشینه پژوهشی (19مورد) از مقالات فاقد پیشینه پژوهشی هستند، از این رو پژوهش‌ها فاقد ارتباط و انسجام با تحقیقات قبلی و چه بسا تکرار مطالب قبلی بوده اند، این در حالی است که تا زمانی که تحقیقات پیوست مناسبی با پژوهش‌های قبل نداشته باشند دانشی جامع و یکپارچه پیرامون یک موضوع به وجود نخواهد آمد. در این راستا

ضرورت است تا فرصت پژوهش‌های آتی بیشتر به منظور تحقق عدم آلودگی هوا با فرم شهری، جهت انتقال بهتر آلاینده‌ها و پیشگیری از تجمع آنها در سطح خیابان و افزایش غلظت آلودگی‌ها، توسعه معابر شهر و ساختمان‌ها باید در ارتباط با جهت بادهای غالب با توجه به این اصل که با تغییر جهت جریان از حالت موازی با معابر به حالت عمودی، میزان غلظت آلاینده‌ها افزایش می‌یابد انجام پذیرد. علاوه بر این تنها راهکار پیش رو اصلاحات ساختاری در فرم کلی شهرهاست که در چند دهه اخیر در مجامع علمی شهرسازی به طور جدی مطرح شده و هم اکنون در برخی شهرهای اروپایی و آمریکایی در حال اجرا است. مجموعاً در یک ارزیابی کلی میتوان گفت که مبانی نظری موجود در این حوزه در مطالعات داخلی هنوز به عمق و گستردگی موردنظر نسبت به مطالعات خارجی دست نیافته اند، لذا پژوهش در این حوزه نیازمند تعمیق و ساماندهی است. بر این اساس چارچوب نظری رابطه فرم شهری در افزایش و کاهش آلودگی هوا حاصل از فرامطالعه مقاله‌های منتخب استخراج شد (نمودار ۳).

```

graph TD
    City[شهر] --> Wind[باد]
    City --> AirPollution[آلودگی هوا]
    City --> GreenSpace[فضای سبز]
    City --> PublicTransport[حمل و نقل عمومی]
    City --> BuildingDensity[تراکم ساختمانی]
    City --> SpatialLayout[چیدمان فضا]
    
    Wind --> HeightMismatch[ناهماهنگی در ارتفاع ساختمان‌ها]
    HeightMismatch --> SpeedIncrease[افزایش سرعت]
    SpeedIncrease --> Wind
    
    AirPollution --> Decrease[کاهش]
    Decrease --> WindSpeedDecrease[کاهش سرعت باد بیشتر و تلاطم شدیدتر]
    WindSpeedDecrease --> AirPollution
    
    GreenSpace --> Increase[افزایش]
    PublicTransport --> Increase
    
    BuildingDensity --> Decrease
    
    SpatialLayout --> Streets[اجزای خیابان‌ها، بلوک‌ها و ساختمان‌ها]
    Streets --> UrbanSprawl[پراکندگی شهری]
    UrbanSprawl --> CarDependent[وابسته به اتومبیل]
    CarDependent --> Increase
    
    City --> Decrease
    Decrease --> WindSpeedDecrease
    WindSpeedDecrease --> AirPollution
  
```

1. احدنژاد محسن، احمدی لیال، شامی اصغر، حیدری تقی، (1392)، بررسی روند توسعه درون شهری با تاکید بر تغییرات تراکم و کاربری اراضی، نمونه موردی بافت فرسوده شمالی شهر زنجان - 1388 1375). آمایش جغرافیایی فضا، دوره 3، شماره 8، صص 1
2. بحرینی حسین و مهیار عارفی و ناصر برک پور و حسن خوشپور. «کاربرد مطالعات هواشناسی آلودگی هوا در طراحی شهری (نمونه خاص شهر تهران)»، (در محیط شناسی ش 18، زمستان 1396)، صص 17-32.
3. تلخایی، سلیمانی، محمد، سعیدنیا، احمد، زنگانه، & احمد. (2019). اثرات توسعه گسیخته شهر بر شکل گیری جریان حمل و نقل و آلودگی هوای منطقه کلان شهری تهران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، 19 (52)، 77-97.
4. حسونند، م. ص. و ندافی، ک. (1395). آلودگی هوا و سلامت: مروری بر مطالعات و تحقیقات جهانی درباره اثرات آلودگی هوا. تهران: موسسه نشر شهر.
5. حمیده موسوی، سیده، حافظی، دلفانی، نعمتی مهر، & مرجان السادات نعمتی مهر. (2018). بررسی تأثیرات الگوهای استقرار تراکم (حاصل از تغییر در سطح اشغال و ارتفاع ساختمان) بر جابه جایی هوای حوزه های شهری. صفه، 28 (2)، 33-46.
6. ریاضی حسین. (2012). ویژگی های فرم شهری و آلودگی هوا.
7. زبردست، اسفندیار، & ریاضی. (2015). شاخص های محیط انسان ساخت و تأثیرات آن بر آلودگی هوا (مطالعه موردی: محدوده پیرامونی چهارده ایستگاه سنجش کیفیت هوا در شهر تهران). نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، 20 (1)، 55-66.
8. شادمان لاهیجی، شادمان لاهیجی، & کاملی. (2019). بررسی کارایی فنی خطوط قطار شهری تهران. جاده، 27 (99)، 79-93.
9. صدرالغروی، تیناسادات، محمودی زرنندی، & مهدیزاده سراج. (2021). تبیین برهم کنش چیدمان بلوک های مسکونی و پراکنش آلودگی با توجه به جریان هوای طبیعی (نمونه موردی: مجتمع مسکونی سبحان تهران)*. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، 23 (3)، 267-281.
10. قدمی، عبدالله وند، & هادی. (2018). بررسی تأثیر سناریوهای ساختار فضایی شهر بر آلودگی هوا (نمونه مورد مطالعه: شهر تهران). جغرافیا و توسعه فضای شهری، 5 (1)، 261-280.
11. قهرمانلو، صفارزاده، محمود، نادران، جوانشیر، & حسن. (2022). مکانیسم تأثیر شکل شهری و کاربری زمین بر حمل و نقل و آلودگی هوای کلانشهر تهران. باغ نظر، 19 (109)، 35-46.
12. کارگاه، ه. آ. ارزیابی تأثیر گشودگی فضایی کریدور شهری بر پراکنش آلاینده مونوکسید کربن با کمک CFD.
13. کردوانی محمد، امیدوار امیر، & خراتی کوپایی مسعود. (2022). عوامل موثر بر کیفیت هوا و کنترل توزیع آلاینده های در دره خیابانهای شهری.
14. کریمی، خوشنواز، شمسی پور، & مقبل. (2020). مدل سازی اثر جهت خیابان در پراکنش آلودگی هوا (مطالعه موردی: ناحیه 2 منطقه 6 شهرداری تهران). فصلنامه مطالعات شهری، 9 (34)، 77-90.
15. نمکی، عبدالله زاده طرف، & ستاری ساربانقلی. (2021). تأثیر مولفه های چیدمان فضا، کاربری زمین و ترافیک و شبکه معابر بر آلودگی هوای شهری (مورد مطالعه: شهر تبریز). جغرافیایی سرزمین، 18 (70).
16. یوسفیان، پورجعفر، مهدوی نژاد، مشفق. (1400). ارزیابی تأثیر گشودگی فضایی کریدور شهری بر پراکنش آلاینده مونواکسید کربن با کمک CFD.

1. Ahn, H., Lee, J., & Hong, A. (2022). Urban form and air pollution: Clustering patterns of urban form factors related to particulate matter in Seoul, Korea. *Sustainable Cities and Society*, 81, 103859.
2. Badach, J., Wojnowski, W., & Gębicki, J. (2023). Spatial aspects of urban air quality management: Estimating the impact of micro-scale urban form on pollution dispersion. *Computers, Environment and Urban Systems*, 99, 101890.
3. Bertolini, L., Le Clercq, F., & Straatemeier, T. (2020). *Urban Transportation Planning in Transition*. Routledge.
4. 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%20Population%20in%2050%20World%20Ci.pdf>
5. Borrego, C., Martins, H., Tchepel, O., Salmim, L., Monteiro, A. & Miranda, A. I. (2006). How urban structure can affect city sustainability from an air quality perspective, environmental modelling and software: 21, 461-467.
6. Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., ... & Feigin, V. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907-1918.

7. David Cooper, C. & Alley, F. C. (2002). *Air pollution control: a design approach*, Waveland press.
8. Edussuriya, P. R. I. Y. A. N. T. H. A., Chan, A. N. D. R. E. W., & Malvin, A. (2014). Urban morphology and air quality in dense residential environments: Correlations between morphological parameters and air pollution at street-level. *Journal of engineering science and technology*, 9(1), 64-80.
9. EPA. (2021). Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)." US Environmental Protection Agency, 4 May 2021, <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>
10. Fan, C., Tian, L., Zhou, L., Hou, D., Song, Y., Qiao, X., et al. (2018). Examining the impacts of urban form on air pollutant emissions: Evidence from China. *Journal of Environmental Management*, 212, 405–414.
11. Fang, Y., Naik, V., Horowitz, L. W., & Mauzerall, D. L. (2013). Air pollution and associated human mortality: the role of air pollutant emissions, climate change and methane concentration increases from the preindustrial period to present. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(3), 1377-1394.
12. Fathi, S., Sajadzadeh, H., Mohammadi Sheshkal, F., Aram, F., Pinter, G., Felde, I., & Mosavi, A. 2020. The Role of Urban Morphology Design on Enhancing Physical Activity and Public Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol 17, No.7, 2359. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072359>. www.mdpi.com/journal/ijerph.
13. Frank, L. D., Sallis, J. F., Conway, T. L., Chapman, J. E., Saelens, B. E., & Bachman, W. (2006). Many pathways from land use to health: associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 75-87.
14. Gao, Y., Wang, Z., Liu, C., & Peng, Z. R. (2019). Assessing neighborhood air pollution exposure and its relationship with the urban form. *Building and Environment*, 155, 15-24.
15. Giasadin, M. (2006). Air pollution sources, effects and control, Tehran University Pub.
16. Givoni, M. (2018). Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities. *The Lancet*, 392(10162), 2765-2767.
17. Hang, J., Sandberg, M. & Li, Y. (2009). Effect of urban morphology on wind condition in idealized city models. *Atmospheric environment*, 43, 869-876.
18. Jackson, P. (1978). The evaluation of windy environments. *Journal of building and environment* 13, 251- 260.
19. Khodakarami, J., Nouri, S., & Mansouri, R. (2020). Influence of Tall Buildings on the Distribution of Particulate Matter and Air Pollution in the Environment around Them. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*, 10(3), 193-203.
20. Liu, M., Wei, D., & Chen, H. (2022). Consistency of the relationship between air pollution and the urban form: Evidence from the COVID-19 natural experiment. *Sustainable Cities and Society*, 83, 103972.
21. Liu, Y., Arp, H. P. H., Song, X., & Song, Y. (2017). Research on the relationship between urban form and urban smog in China. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(2), 328-342.
22. Liu, Y., H. Arp, H. P., Song, X. & Song, Y. (2016). Research on the relationship between urban form and urban smog in china. *environment and planning b: planning and design*, 44 (2), 328-342.
23. Liu, Y., Wu, J., Yu, D., & Ma, Q. (2018). The relationship between urban form and air pollution depends on seasonality and city size. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 15554-15567.
24. Loureiro de Matos, F. 2018. Urban morphology: An introduction to the study of the physical form of cities. *Journal of Urban Affairs*, 1–2. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352166.2018.1470872#>.
25. Lu, C., Liu, Y., 2016. Effects of China's urban form on urban air quality. *Urban Stud.* 53 (12), 2607–2623.
26. Ma, Y., Richards, M., Ghanem, M., Guo, Y., & Hassard, J. (2008). Air pollution monitoring and mining based on sensor grid in London. *Sensors*, 8(6), 3601-3623.
27. Manins, P. C., Cope, M. E., Hurley, P. J., Newton, P. W., Smith, N. C., & Marquez, L. O. (1998). The impact of urban development on air quality and energy use. *Clean Air*, 18, 21.
28. Marquez, L. O., & Smith, N. C. (1999). A framework for linking urban form and air quality. *Environmental Modelling & Software*, 14(6), 541–548.
29. Marshall, J. D., Brauer, M., & Frank, L. D. (2009). Healthy neighborhoods: walkability and
30. Martins, H. (2012). Urban compaction or dispersion? An air quality modelling study. *Atmospheric environment*, 54, 60-72.
31. Masnavi, Mohammad Reza (2003), Sustainable Development and New Paradigms of Urban Development, Intensive City and Extensive City, *Journal of Environmental Studies*, No. 31. (In Persian).
32. McCarty, J., & Kaza, N. (2015). Urban form and air quality in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 139, 168-179.
33. Mosammam, H. M., J. T. Nia, H. Khani, A. Teymouri and M. Kazemi (2017). "Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms: The case of Qom city." *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 20(1): 103-116.
34. Pope III, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), 709-742.
35. Salizzoni P, Soulhac L, Mejean P, Perkins RJ. (2008) *Influence of a Two Scaleroughness on a Neutral Turbulent boundary Layer. Boundary-Layer Meteorology*. 127(1):97-110.
36. Shadmanlahiji, F., & Kameli, M. J. (2019). Technical Efficiency Analysis of the Tehran Urban Rail Ways Structure. *Road*, 27(99), 79-93.
37. She, Q., Peng, X., Xu, Q., Long, L., Wei, N., Liu, M., Jia, W., Zhou, T., Han, J. & Xiang, W. (2017). Air quality and its response to satellite-derived urban form in the yangtze river delta, china. *Ecological indicators*, 297–306
38. Shen, J., Gao, Z., Ding, W., Yu, Y. (2017). An investigation on the effect of street morphology to ambient air quality using six real. *Atmospheric environment*, 164, 85-101.
39. Shi, K., Li, Y., Chen, Y., Li, L., Huang, C., 2019. How does the urban form-PM2.5concentration relationship change seasonally in Chinese cities? A comparative analysis between national and urban agglomeration scales. *J. Clean. Prod.* 239.
40. Sun, J., Zhou, T., & Wang, D. (2022). Relationships between urban form and air quality: A reconsideration based on evidence from China's five urban agglomerations during the COVID-19 pandemic. *Land use policy*, 118, 106155.

41. Tan, X., Zhou, Z., & Wang, W. (2023). Relationships between urban form and PM2.5 concentrations from the spatial pattern and process perspective. *Building and Environment*, 234, 110147.
42. Tiwary A, Robins A, Namdeo A, Bell M. (2011) Air Flow and Concentration Fields at Urban Road Intersections for Improved Understanding of Personal Exposure. *Environment International*. 37:1005-
43. Tominaga, Y., & Stathopoulos, T. (2013). CFD simulation of near-field pollutant dispersion in the urban environment: A review of current modeling techniques. *Atmospheric Environment*, 79, 716-730.
44. UN. (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
45. Wang, M., & Zhang, B. (2020). Examining the impact of polycentric urban form on air pollution: Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(34), 43359–43371.
46. WHO. (2022). Ambient air pollution: Health impacts. World Health Organization. Retrieved from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
47. Yuan, M., Song, Y., Huang, Y., Hong, S., & Huang, L. (2018b). Exploring the association between urban form and air quality in China. *Journal of Planning Education and Research*, 38(4), 413–426.
48. Zhang, A., Xia, C., & Li, W. (2022). Exploring the effects of 3D urban form on urban air quality: Evidence from fifteen megacities in China. *Sustainable Cities and Society*, 78, 103649.
49. Zhou, C., Li, S., & Wang, S. 2018. Examining the Impacts of Urban Form on Air Pollution in Developing Countries: A Case Study of China's Megacities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 15, No.8, 1565. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081565>.

Explaining the relationship between city form and air pollution: a systematic review

Iman Ghalandarian

Assistant Professor and Faculty of Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad
ghalandarian@um.ac.ir

Robede Hazrat

Assistant Professor Faculty of Urban Planning Ferdowsi University of Mashhad

Robede.haz@gmail.com

Abstract

Air pollution is known as one of the major environmental problems in the world. This problem has received special attention especially in developing and semi-developed countries. In recent years, cities with a high population growth index have undergone many changes in their urban form, which has resulted in environmental diversity and ecological pressures. Scientific research has been maintained that the building's design has a remarkable influence on local micro government and can affect the distribution of the gerons. The writers realized that the building with good ventilation and natural ventilation could cause pollution to decrease. This research is based on exploitation. it is by increasing the scientific study of air pollution by taking into account the importance of the city's importance as an important factor in municipal worry and continuing to define the influences that air pollution has to bear on the city. In the research, he had tried to think more about the conclusions of previous research and speculation. First, it is described as a general, scientific study, and, as the case may be traced to the spirit of air pollution by the town patterns of Santesky and Baruso, that the study of the science consists of the ubiquitous and internal studies, and the growth of the city by the light of the 1302 on the air. The results of research suggest that the more dispersal in the cities, the more air pollution in the city, the less pollution in the air, and the greater the density of buildings and green spaces, the less contamination of air.

Keywords: Air pollution, Open coding, Meta study, City form.