Archive of SID

مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال چهارم، شماره چهاردهم، پاییز ۱۳۹۲
دریافت: ۱۳۹۱/۹/۷ - پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۱۷
صص ۱۴۲-۱۲۳

تاثیرات الگوی کاربری اراضی بر توزیع فضایی آلاینده‌های هوای شهر تهران

اکبر محمدی: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران*
سمیه رحیمی: کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

الگوی کاربری اراضی نشان دهنده نحوه توزیع و ترکیب افقی کاربری‌ها ی شهری می باشد که نقش بسیار مهمی در پراکنش آلاینده‌ها و کیفیت هوای شهر بر عهده دارد. تاثیر این الگو بر توزیع آلاینده‌ها را می توان در مکان گزینی منابع آلاینده (کاربریهای مسکونی، صنعتی، تجاری، اداری و...) و همچنین اثر گذاری آن بر توزیع سفرهای شهری و بدنبال آن آلاینده‌های منتشر شده از ترافیک شهری دانست. هدف اصلی این پژوهش نیز بررسی نقش الگوی کاربری اراضی بر تمرکز آلاینده‌های هوای شهر تهران با استفاده از ترکیب تکنیک‌های فضایی و روشهای آمار استنباطی است. آمار ۱۶ ایستگاه سنجش آلودگی شهر تهران در سال ۲۰۱۰ (شامل آلاینده‌های CO، NO2، O3، PM10 و SO2) بعنوان متغیر تاثیر پذیر انتخاب گردیده و شاخص‌های الگوی کاربری اراضی (استخراج شده توسط نرم افزار FRAGSTATS)، طول شبکه معابر و درصد فضای باز به عنوان متغیرهای تاثیر گذار انتخاب گردیدند. جهت استخراج متغیرهای تاثیرگذار از سیستم بافرینگ که در روش رگرسیون کاربری اراضی (LUR) بکار گرفته می شود، استفاده گردید تا نتایج در فواصل مختلف مورد تحلیل قرار گیرند. پس از بررسی‌های روابط همبستگی میان تمرکز آلاینده‌ها و شاخص‌های الگوی کاربری اراضی که در سه بخش شاخص‌های سرزمین، شاخص‌های طبقات و سایر شاخص‌ها (شاخص‌های طول معابر و درصد فضای باز) صورت پذیرفت، نتایج تحقیق حاکی از آن است که بالاترین ضریب همبستگی، مربوط به رابطه میان آلاینده NO2 و طول معابر در بافر ۱۰۰۰ متری می باشد. بطور کلی آلاینده NO2 در مقایسه با دیگر آلاینده‌ها همبستگی بیشتری با شاخص‌های مورد مطالعه نشان می دهد که دلیل آن را می توان در تاثیر الگوی کاربری اراضی بر منابع تولید این آلاینده که عمدتاً جریانهای ترافیکی می باشد، دانست. آلاینده‌های دیگر مثل CO، PM10 و SO2 نیز روابط متوسطی را (بویژه در بافر ۱۰۰۰ متری)با الگوی کاربری اراضی نشان می دهند. کمترین میزان ضریب همبستگی نیز میان آلاینده O3 و شاخص‌های الگوهای کاربری اراضی مشاهده می شود که دلیل آن را می توان در نحوه شکل گیری و واکنشهای متفاوت این آلاینده نسبت به آلاینده‌های دیگر دانست.

واژه‌های کلیدی: الگوی کاربری اراضی، آلاینده‌های هوا، Fragstats، شهر تهران

*نویسنده مسؤول: Email: a_mohammadi@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسأله

کیفیت هوا امروزه یکی از چالش‌های مهم کلان شهرها ی دنیا می باشد. عوامل متعددی در ایجاد و تشدید آلاینده‌های هوا دخیل هستند که مهمترین آنها نوع و کیفیت انرژی‌های مصرفی در بخشهای مختلف شهر مثل حمل و نقل، سکونت و سایر فعالیتها، عوامل و پدیده‌های هواشناسی مثل درجه حرارت، ارتفاع لایه آمیخته، باد و...، موقعیت و نشستگاه شهر، واکنشهای شیمیایی بین آلاینده‌ها و تکنولوژی ساخت وسایل نقلیه، گرمایشی و.... می‌باشد.

الگوی کاربری اراضی که یکی از عناصر فرم کالبدی شهر است، نقش بسیار مهمی در توزیع آلاینده‌ها و کیفیت هوای شهر عهده دار می باشد. بیشترین تاثیر این عامل بر کیفیت هوای شهر از طریق تاثیر بر جریانهای حمل و نقل و توزیع سفرها در شهر می باشد. از سوی دیگر کاربری‌های موجود در شهر به عنوان منابع آلاینده مطرح هستند که نحوه توزیع و ترکیب آنها نیز بر توزیع آلاینده‌های شهری موثر می باشد.

تهران به عنوان شانزدهمین شهر پرجمعیت دنیا در سال ۲۰۱۲ (به نقل از سایت city mayors) در زمینه کیفیت هوا با مشکلات عمده ای روبرو می باشد به گونه ای که در طی سال ۱۳۹۰ تعداد روزهای پاک و سالم شهر تهران در حدود ۱٤۷ روز بوده است. (شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، ۱۳۹۱) در کنار عوامل طبیعی مثل اقلیم، توپوگرافی و درات معلق وارد شده از کشورهای همسایه، مهمترین عامل در ایجاد آلودگی شهر تهران کیفیت نامناسب سوخت مصرفی وسایل نقلیه و کیفیت نامناسب وسایل نقلیه به لحاظ سن و فن آوری‌های بکار رفته در آنها می باشد. البته به نظر می رسد الگوی کاربری اراضی شهر تهران نیز بواسطه تاثیر در مکان گزینی کاربری‌ها و همچنین تاثیر بر توزیع سفرهای شهری در توزیع فضایی و تمرکز آلاینده‌ها اثر گذار باشد، که در این تحقیق به بررسی این امر پرداخته خواهد شد.

۱-۱- اهمیت و ضرورت

در دنیای کنونی کیفیت هوا در شهرهای بزرگ یکی از دغدغه‌ها و چالش‌های اصلی مدیریت شهری محسوب می گردد. وجود آلاینده‌هایی مثل مونوکسید کرین (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NO2)، ازن (O3)، ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرن (PM10) و دی اکسید سولفور (SO2) در هوای شهرها خطرات جانی و مالی زیادی را به همراه دارد که از مهترین آنها می توان به موارد زیر اشاره داشت:

بوجود آمدن امراض قلبی، ریوی، بینایی و...، تاثیرات منفی بر ساختمان و سازه‌ها، ورود این آلاینده‌ها به آب و خاک و آلودگی آنها، تاثیرات منفی بر پوشش گیاهی و اثرات اقلیمی و هواشناسی مثل تشکیل جزایر گرمایی.

موارد ذکر شده نشان دهنده اهمیت و ضرورت تحقیقات مرتبط با تمرکز آلاینده‌های شهری با هدف کاهش هزینه‌های ناشی از پیامدهای آلودگی هوا می باشد.

۱-۲- اهداف

هدف اصلی این تحقیق بررسی نقش و تاثیر الگوی کاربری اراضی بر توزیع و تمرکز آلاینده‌های CO،

www.SID.ir

Archive of SID

NO2، O3، PM10 و SO2 بـا اسـتفاده از روشـهای آماری می باشد.

۱-٤- پیشینه پژوهش

رابطه میان فرم کالبدی شهر، الگوی کاربری اراضی و کیفیت هوای شهرها تاکنون در مطالعات زیادی مـورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

در دستور العملـی کـه توسـط اداره حمـل و نقـل و کیفیت هوای سازمان محـیط زیسـت ایـالات متحـده آمریکا[1] تهیه شده است به ارائه راهکارهایی در جهت برنامه ریزی ترکیبی کاربری اراضی و حمل و نقل بـه دولتهای محلی و منطقـه ای در جهـت جلـوگیری از آلـودگی هـوا اقـدام گردیـده اسـت. در ایـن راهنمـا متغیرهای کاربری اراضی شهری کـه حمـل و نقـل را متاثر می سازند بـه صـورت زیـر آورده شـده اسـت: (EPA,2001)

۱- تراکم
۲- اختلاط کاربری اراضی
۳- دسترسی به حمل و نقل عمومی
٤- بهبود محیط‌هـای پیـاده رو از نظـر طراحـی شهری
۵- الگوهای توسـعه کالبـدی-سـاختاری(همان منبع)

اسـتون (Stone) در تحقیـق خـود بـا اسـتفاده از متغیرهایی مانند تمرکز؛ دسترسـی؛ تـراکم و اخـتلاط کاربری اراضی به محاسبه شاخص رشـد اسـپرال ٤۵ شهر بزرگ آمریکا اقدام نموده و سـپس ارتبـاط ایـن متغیرهـا و شـاخص اسـپرال (Sprawl) شـهری را بـا کیفیت هوای نـواحی شـهری سـنجیده اسـت. نتـایج تحقیق وی نشان دهنده رابطه قوی میان شاخص‌هـای فرم کالبدی شهر و تولید آلاینده‌های اکسـید نیتـروژن (NO2) و ذرات معلـق ($PM^{۲}$) مـی باشـد (R:0.91). ضریب همبستگی بین متغیرهـای تمرکـز؛ دسترسـی، اختلاط کاربری اراضی و این آلاینده‌ها نیز ۰.۹۱ بـود، ولی ضریب همبستگی بین دو آلاینده و متغیـر تـراکم ۰.۹۲ بدست آمده که نشان دهنده ایـن اسـت کـه در فرم شهری اسپرال تولید آلاینده‌هـا ی فـوق بیشـتر از فرم شهر فشرده می باشد.

شاخص همبستگی میان شاخص فرم شهری و آلاینده ازن نیز در حدود ۰.۵۲ اسـت کـه نشـانگر رابطـه نـه چندان قوی ولی معنادار است. متغیر تـراکم بیشـترین همبستگی را با میزان ازن موجود درهوا نشان می دهد (r:0.63). دیگر متغیرها، همبستگی کمتـری بـا میـزان ازن موجود در جو دارند. شاخص همبستگی بدسـت آمده بین متغیر تمرکـز و میـزان ازن موجـود در هـوا (۰.٤۱)؛ متغیر دسترسی و میزان ازن موجـود در هـوا (۰.٤۷)؛ متغیر اختلاط کاربری‌ها و ازن موجود در هوا (۰.۳۹) بوده است.

در پایان وی با توجه به نتایج به دست آمده بـه پـیش بینی تولیـد آلاینـده‌هـای شـهری بـر اسـاس تحلیـل رگرسیون پرداخته است. (Brian stone jr,2006)

محققان در دانشگاه کالیفرنیا و کالیاری (Cagliari) در طی یک تحقیق که هدف آن سنجش تـاثیرات منطقـه ای کاربری اراضی بود به این نتیجـه رسـیدند کـه در شهر ساکرامنتو(Sacramento) سیاست‌هـای کـاربری اراضی و حمل و نقل عمومی می تواند باعث کـاهش سفرهای درون شهری با خودرو و کاهش آلاینده‌های منشر شده از این خودروها بـه میـزان ٤ تـا ۷ درصـد گردد. (Johnston and others,2000)

[1] -US Environmental Protection Agency

[2] - Particulate matter

www.SID.ir

Archive of SID

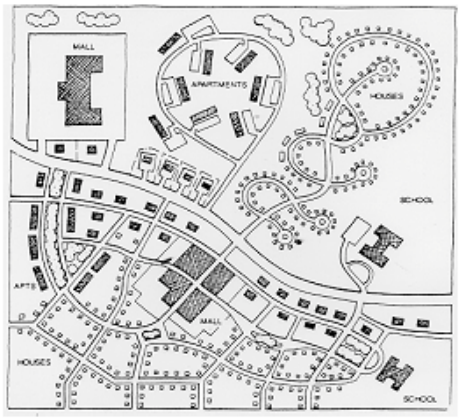
نتیجه یک تحقیق شبیه سازی در بالتیمور مریلند نشان داد که توسعه متمرکز در مقایسه با توسعه ای که در ۲۰ سال گذشته در شهر بوقوع پیوسته است می تواند ۰.۹ درصد سفر روزانه که با اتومبیل صورت می گیرد را کاهش دهد. البته این کاهش در مناطق پر تراکم به ۱.۷ درصد کاهش می رسد. همچنین طبق برآورد توسعه گسترده شهری می تواند سفرهای روزانه صورت گرفته با اتومبیل را روزانه تا ۱.۸ درصد افزایش دهد که این افزایش در مناطق پرتراکم به ۱.٦ درصد کاهش می یابد.(DeCorla-Souza,1992)

در مطالعه ای که در شهر واشنگتن صورت پذیرفت بر اساس مدلسازی سناریوهای تعادل بین مسکن و اشتغال؛ پیش بینی گردید که با افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی، میانگین طول سفرهای با اتومبیل شخصی کاهش خواهد یافت. سفرهای درون شهری که توسط خودرو شخصی صورت می پذیرد در صورت نزدیکی مکانهای سکونت و اشتغال تا ۵ درصد کاهش خواهد یافت. همچنین در صورت دسترسی به وسایل حمل و نقل عمومی پیش بینی شد این میزان به ۹.۲ درصد کاهش یابد. (DeCorla-Souza,1992)

در تحقیقی که توسط موسسه بانک جهانی (world bank) به انتشار رسیده است، فصل پنجم آن اختصاص به ارائه راهکارهایی در خصوص کاهش تقاضای سفر دارد که یکی از بندهای آن در رابطه با کاربری اراضی می باشد. در این بند به تاثیر کاربری اراضی بر حمل و نقل شهری پرداخته شده است و متغیرهایی موثر کاربری اراضی که در حمل و نقل شهری و به دنبال آن کیفیت هوای شهرها موثر هستند را شامل تراکم؛ساختار؛اختلاط و طراحی محلی معرفی نموده است.(Ken Gwilliam, Masami Kojima, and Todd Johnson,2004)

در سال ۱۹۹۸ اپوگی و بیلی (Apogee and Hagler Bailly,1998)در بررسی تحقیقات انجام گرفته در خصوص رابطه میان فرم شهری و رفتار سفر به این نتیجه رسیدند که فرم کالبدی شهر تاثیر بسزایی در رفتار سفر دارد. این محققان در بررسی تحقیقات صورت گرفته (چه تحقیقات تجربی و چه تحقیقات مدلسازی) که بین اوایل تا اواسط دهه ۹۰ میلادی صورت پذیرفته بود دریافتند که شواهدی دال بر این موضوع که تغییر در الگوی کنونی توسعه (تراکم کم، تک خانواری و اتومبیل محور) می تواند استفاده از اتومبیل شخصی و انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهد، وجود دارد. در این بررسی محققان برخی از ویژگی‌های فرم شهری که می تواند رفتار سفر را تحت تاثیر قرار دهد به شرح زیر ذکر نموده اند:

Disconnected Network



Connected Network

تصویر ۱- دو الگوی متفاوت کاربری اراضی (بالا: اختلاط کم کاربری اراضی، دسترسی پایین تر، پایین: اختلاط کاربری‌ها، دسترسی بیشتر) Frank (Spielberg,1999)

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق دیگری که در سال ۲۰۰۸ توسط تاد لیتمن (Todd Litman, 2008) تحت عنوان تاثیرات کاربری اراضی بر روی حمل و نقل صورت پذیرفت به بررسی عوامل و متغیرهای کاربری اراضی که رفتار سفر در شهرها را متاثر می سازد، پرداخته شد، و در پایان عوامل و متغیرهای زیر به عنوان عوامل تاثیر گذار الگوی کاربری اراضی بر روی رفتار سفر و کیفیت هوای شهر عنوان گردیده است.

۱- تراکم: که بیان کننده افراد و یا مشاغل در هر واحد از مساحت اراضی (هکتار یا آکر) دارد.

۲- اختلاط: میزان اختلاط و کنار هم قرار گیری کاربری‌های مختلف بصورت عمودی و افقی. این عامل تحت عنوان تعادل مساکن/ مشاغل نیز شناخته می شود. ۳- دسترسی منطقه ای: مکان توسعه‌های جدید نسبت به مرکز منطقه ای شهر. اغلب توسط تعداد شغل‌های در دسترس در یک زمان سفر معین اندازه گیری می گردد.٤- تمرکز: سهم فعالیت‌های تجاری و... در مراکز عمده فعالیتی۵- درجه ارتباطات میان معابر: میزان ارتباطات میان سیستم معابر شهری که طول سفرها را کاهش می دهد. ٦- طراحی و مدیریت معابر: اندازه و طرح خیابانها جهت استفاده از سایر گزینه‌های سفر (دوچرخه، پیاده) ۷- تعداد و مدیریت پارکینگ‌ها: تعداد پارکینگ‌ها به ازای هر واحد ساختمانی یا در هکتار و مدیریت و قانونهای مربوط به پارکینگ‌ها ۸- شرایط محیط‌های دوچرخه سواری و پیاده روی ۹- دسترسی و کیفیت حمل و نقل عمومی ۱۰- طراحی سایت: طراحی ساختمانها و پارکینگ‌ها ۱۱- مدیریت حرکت: برنامه و استراتژیهایی که الگوهای سفرهای درون شهری بهینه تری را تشویق می نماید.(Todd Litman, 2008)

بورگو و همکارانش در یک تحقیق جهت نشان دادن رابطه میان فرم شهری، الگوی کاربری اراضی و کیفیت هوای شهر اقدام به تهیه سه شهر تخیلی با الگوهای کاربری متفاوت (شهر خطی، شهر پراکنده و شهر فشرده) نموده و با استفاده از سیستم مدلسازی MEMO/MRAS[1] اقدام به پیش بینی آلاینده‌ها در سه شهر تخیلی نمودند. نتایج این تحقیق در زمینه آلاینده ازن (O3) نشان دهنده این است که اگرچه هر سه شهر الگوی تمرکز ساعتی مشابهی را داشته اند ولی در شهر پراکنده سطوح تمرکز ازن در ساعات بحرانی (بین ساعت ۱۲تا ١٦) بالاترین میزان را به خود اختصاص داده در حالی که پایین ترین سطح تمرکز ازن به شهر فشرده تعلق داشته است. (Borrego,C;et.al.;2004)

الگوی تمرکز ساعتی آلاینده NO2 نیز در سه شهر مشابه هم بوده و بیشترین میزان تمرکز آن در ساعات اولیه و پایانی روز مشاهده شده است، ولی بالاترین میانگین تمرکز NO2 متعلق به شهر خطی بوده و شهر فشرده دارای کمترین میانگین تمرکز NO2 می باشد. (Borrego,C;et.al.;2006)

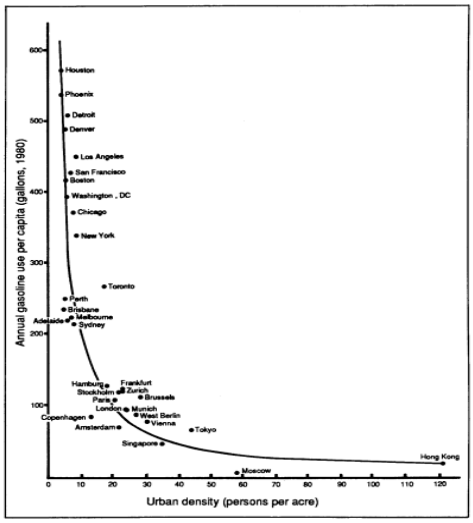
نیومن و نورثی در مطالعه ای جهت نشان دادن رابطه میان مصرف بنزین و تراکم شهری، ۳۲ شهر را در کشورهای آمریکا، کانادا، استرالیا، ژاپن و هنگ کنگ مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان دهنده

[1]- مدل MEMO یک مدل هواشناسی بوده و مدل MARS یک مدل انتشار جهت پیش بینی انتشار آلاینده ها در محیط می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

این است که یک رابطه همبستگی منفی بین تراکم شهری و مصرف بنزین وجود دارد یعنی هر چقدر تراکم شهری کاهش یابد میزان مصرف بنزین افزایش می یابد و برعکس (نمودار شماره۱). (Newman and Knowrthy,1989)



نمودار شماره۱- رابطه میان مصرف بنزین و تراکم شهری(Newman and Knowrthy,1989)

بعنوان یک جمع بندی در خصوص این مطالعات می توان گفت که در تمامی مطالعات صورت پذیرفته مهمترین عوامل مرتبط با فرم شهر-الگوی کاربری اراضی که بر کیفیت هوای شهر موثر هستند شامل موارد زیر هستند:

۱- تراکم شهری که شامل تراکم جمعیت و اشتغال در واحد سطح می باشد.

۲- اختلاط کاربری اراضی

۳- دسترسی به خدمات و حمل و نقل عمومی

۱-۵- سئوال‌ها و فرضیه‌ها

- آیا الگوی کاربری اراضی بر تمرکز آلاینده‌های هوا (CO، NO2، O3، PM10، SO2) در شهر تهران تاثیر دارد؟

- کدامیک از ویژگی‌های الگوی کاربری اراضی بیشترین نقش را در تمرکز پنج آلاینده در شهر تهران بر عهده دارد؟

با توجه به سوالات مطرح شده می توان فرضیات زیر را درخصوص این تحقیق مطرح نمود:

- الگوی کاربری اراضی نقش قابل توجهی را در تمرکز پنج آلاینده مورد بررسی در شهر تهران بر عهده دارد.

- به نظر می رسد در بین ویژگیهای الگوی کاربری اراضی، تنوع کاربری‌ها نقش بیشتری را در تمرکز پنج آلاینده در شهر تهران بر عهده دارد.

۱-۶- روش تحقیق و مراحل آن(روش تحقیق، جامعه آماری، روش نمونه‌گیری، حجم نمونه و روش تعیین آن، ابزار گردآوری داده‌ها و اعتبارسنجی آنها)

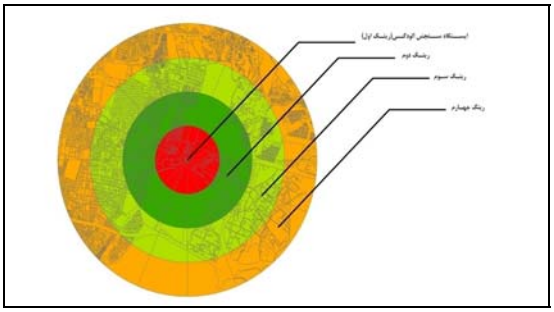
در این تحقیق جهت استخراج شاخص‌ها و متغیرهای الگوی کاربری اراضی موثر در کیفیت هوا از روش بافرینگ[1] رگرسیون کاربری اراضی (LUR[2]) استفاده شده است.

[1] - Buffering

[2] - Land use regression

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۲- سیستم بافرینگ مورد استفاده در روشLUR

در این تکنیک در اطراف ایستگاه سنجش آلودگی بافرهایی به شعاع‌های مختلف (از ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر) ایجاد شده و اطلاعات مربوط به الگوی کاربری اراضی در هر بافر استخراج شده و در بررسی روابط همبستگی با تمرکز آلاینده‌ها مورد استفاده قرار می گیرد.

اگر چه تمام ایستگاههای سنجش آلودگی این تحقیق در داخل مرزهای شهر تهران واقع شده اند، تمرکز ثبت شده آلاینده‌ها در هریک از این ایستگاهها در مقایسه با ایستگاههای دیگر متفاوت است که دلیل آن تغییرات در شدت انتشار ترافیک و کاربریهای اراضی داخل بافرها می باشد. برای آشکار سازی تاثیرات کاربری اراضی بر روی تمرکز آلاینده، روابط همبستگی پیرسون پنج آلاینده بطور مجزا با طول شبکه معابر، درصد فضاهای باز و همچنین شاخص‌های الگوی کاربری اراضی به تفکیک هر بافر محاسبه گردیده است. ضریب همبستگی پیرسون که به نام‌های ضریب همبستگی گشتاوری ویا ضریب همبستگی مرتبه ی صفر نیز نامیده می شود، توسط سرکارل پیرسون معرفی شده است. این ضریب به منظور تعیین میزان رابطه، نوع و جهت رابطه ی بین دو متغیر فاصله ای یا نسبی و یا یک متغیر فاصله ای و یک متغیر نسبی به کار برده می شود. (بی همتا، زارع چاهوکی، ۱۳۹۰)

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

در این معادله r ضریب همبستگی پرسون، n تعداد نمونه، X= متغیر الف و Y= متغیر ب می باشد.

۱-۷- معرفی متغیرها و شاخص‌های پژوهش

آلاینده‌های مورد بررسی در این تحقیق نیز شامل پنج آلاینده اصلی NO2، O3، CO، SO2 و PM10 است.

جهت استخراج داده‌های مربوط به شاخص‌های الگوی کاربری اراضی در هر بافر از نرم افزارهای Arc gis10 و Fragstats 4.1 استفاده شده است. در نرم افزار fragstats شاخص‌های مربوط به الگوی کاربری اراضی تحت عنوان شاخص ارائه شده و در سه سطح قطعه[1]، طبقه[2]و سرزمین [3]محاسبه می شود. در این تحقیق با توجه به هدف مطالعه برخی از شاخص‌های طبقه و سرزمین مورد استفاده قرار گرفته اند. در جدول شماره یک شاخص‌های مورد بررسی نشان داده شده اند، در این جدول علاوه بر شاخص طبقه و سرزمین، سایر شاخص‌های مربوط به الگوی کاربری اراضی مثل طول معابر (به تفکیک نوع) و درصد فضاهای باز نیز آمده است.

[1] - Patch
[2] - Class
[3] - Landscape

www.SID.ir

Archive of SID

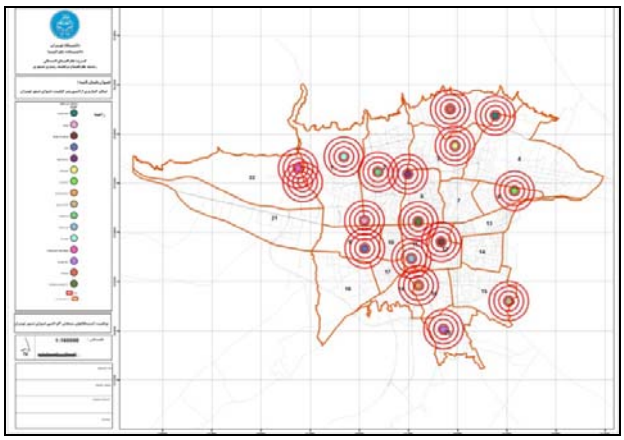
جدول ۱- شاخص‌های الگوی کاربری اراضی

شاخصها		
شاخص‌های طبقه	شاخص‌های سرزمین	سایر شاخص‌ها
PLAND: سهم هر طبقه (کاربری) از سرزمین	IJI: شاخص پراکندگی و کنارهم قرارگیری	طول معابر محلی
	PLADJ: درصد مجاورتهای مشابه	طول معابر جمع و پخش کننده
	AI: شاخص تجمع	طول معابر شریانی درجه دو
	NP: تعداد قطعات	طول معابر شریانی درجه یک
	PD: تراکم قطعات	درصد فضای باز
	PR: تعداد طبقات موجود در سرزمین	
	PRD: تراکم طبقات موجود در سرزمین	
	SHDI: شاخص تنوع شانون	
	SIDI: شاخص تنوع سیمپسون	
	MSIDI: شاخص تغییر یافته تنوع سیمپسون	
	SHEI: شاخص یکنواختی شانون	
	SIEI: شاخص یکنواختی سیمپسون	
	MSIEI: شاخص تغییر یافته یکنواختی سیمپسون	

ماخذ: شاخص‌های مورد بررسی بر گرفته از (McGarigal, K., and B.J. Marks.,2012)

۱-۸- محدوده و قلمرو پژوهش،

محدوده مورد بررسی این تحقیق محدوده شهر تهران و ایستگاههای سنجش آلاینده واقع در این محدوده می باشد. از نظر زمانی نیز سال ۲۰۱۰ میلادی بعنوان محدوده زمانی مطالعه انتخاب گردیده که علت انتخاب آن کامل بودن داده‌های ایستگاههای سنجش آلودگی مورد مطالعه در این سال است. البته از بین ایستگاههای سنجش آلاینده‌ها در سال ۲۰۱۰ که تحت نظر دو سازمان (شهرداری تهران و اداره کل محیط زیست استان تهران) بوده اند، ۱۶ ایستگاه با توجه به کامل بودن داده‌ها و همچنین پوشش فضایی سطح شهر انتخاب گردیده اند که نقشه زیر نشان دهنده موقعیت این ایستگاهها می باشد.



نقشه شماره۱- موقعیت ایستگاههای سنجش آلودگی مورد مطالعه و بافرهای اطراف آن (۵۰۰ تا۲۰۰۰ متر) (ماخذ: مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران)

www.SID.ir

Archive of SID

۲- مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

عوامل مختلف مانند منابع آلاینده ثابت و متحرک و شرایط آب و هواشناسی، تمرکز آلاینده‌های هوا در ایستگاههای سنجش واقع در شهر را تحت تاثیر قرار می دهند. منابع انتشار شامل تمام خطوط شبکه‌های حمل و نقل و منابع ثابت صنعتی، تجاری و مسکونی می باشد. فضاهای سبز می تواند نقشی دوگانه در کیفیت هوای شهر داشته باشند، هم بعنوان تولید کننده ترکیبات آلی فرار بیوژنیک (VOCs) و هم بعنوان فیلتر آلاینده‌ها. علاوه بر این محیط شهر در معرض آلاینده‌هایی که منشا خارج از شهر دارند نیز قرار دارد، بنابراین در مطالعات مدلسازی مربوط به کیفیت هوای شهر عوامل اصلی زیر مشخص گردیده اند: (Kim,2010)

i : ایستگاه سنجش آلودگی (1-n)

l: خطوط حمل و نقل (1-l)

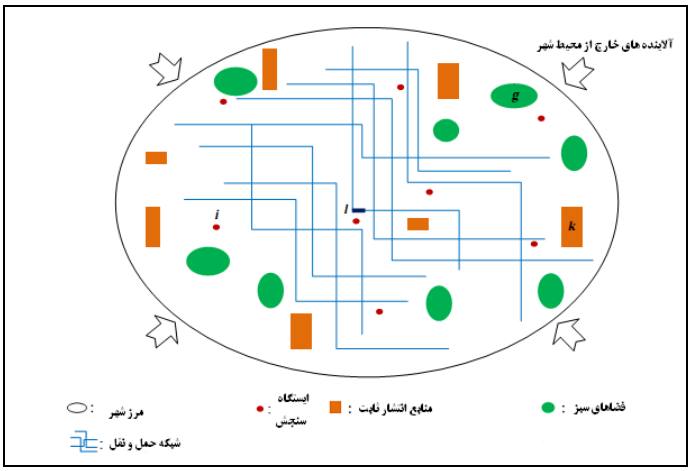
k : منبع آلودگی ثابت (1-k)

P : آلاینده (1-p)

G : فضای سبز (1-g)

t : زمان (1-t)

M : عوامل هواشناسی (1-m)



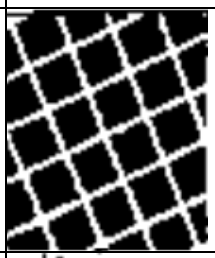
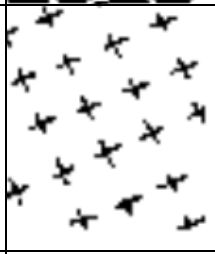
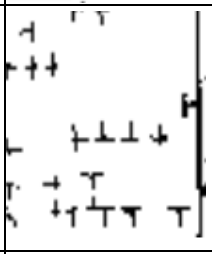
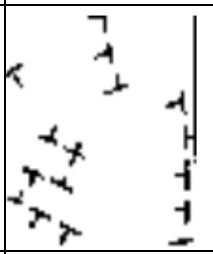
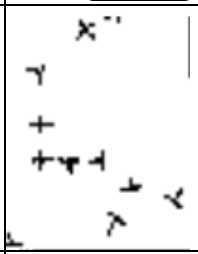
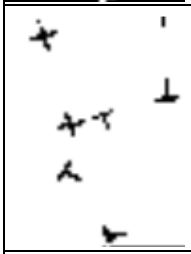
تصویر ۳- سیستم عمومی کیفیت هوای شهر ماخذ (Kim,2010)

خطوط حمل و نقل: یکی از مهمترین منابع آلودگی در فضای شهرها شبکه‌های حمل و نقل می باشد. طراحی این شبکه‌ها در فرآیند طراحی الگوهای کاربری اراضی شکل می گیرد. از مهمترین شاخصهای شبکه حمل و نقل که می تواند انتشار آلاینده‌ها را تحت تاثیر قرار دهد می توان به حجم ترافیک اشاره داشت. حجم ترافیک در شبکه‌های حمل و نقل شهری تحت تاثیر الگوی کاربری اراضی اطراف این شبکه‌ها و یا به عبارت دیگر پهنه‌های تولید کننده و جذب سفر، طول شبکه و الگوی شبکه می باشد. الگوی شبکه معابر نشانگر فرم و شکل شبکه است و حجم ترافیک شبکه‌ها را از طریق تاثیر بر انتخاب نوع سفر (اتومبیل شخصی، پیاده، دوچرخه و...) تحت تاثیر قرار می دهد. (جدول ۱)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه الگوی شبکه معابر

الگوی شبکه معابر	Gridiron	Fragmented Parallel	Warped Parallel	Loops and Lollipops	Lollipops on a Stick
الگوی معابر					
تقاطع‌ها					
طول شبکه	۲۰۸۰۰	۱۹۰۰۰	۱٦٥۰۰	۱٥۳۰۰	۱٥٦۰۰
تعداد بلوکها	۲۸	۱۹	۱٤	۱۲	۸
تعداد تقاطع‌ها	۲٦	۲۲	۱٤	۱۲	۸
تعداد نقاط دسترسی	۱۹	۱۰	۷	٦	٤
تعداد بن بست‌ها و لوپها	۰	۱	۲	۸	۲٤

ماخذ: Southworth, M. and P. Owens. ۱۹۹۳

نقش شبکه معابر در تمرکز آلاینده‌ها را می توان بصورت زیر بیان نمود:

- اکسیدهای نیتروژن (NO و NO2)

عمده ترین منبع افزایش اکسیدهای نیتروژن در هوای شهرها منابع متحرک (وسایل نقلیه) می باشند. (US EPA,2000). بر اساس آمار منتشر شده توسط شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، در سال ۱۳۸۹، منابع متحرک عامل ۷۱ درصد از اکسیدهای نیتروژن موجود در جو شهر تهران بوده است. (سایت شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، http://air.tehran.ir)

مونوکسید نیتروژن (No) از فرآیند احتراق نیتروژن (N2) در دمای بالا مانند احتراق داخلی موتورها حاصل می شود و دی اکسید نیتروژن (No2) نیز از موتورهایی که حاوی بیش از ۹۰ درصد دی اکسید نیتروژن می باشند آزاد می گردد. از آنجایی که وسایل نقلیه مهمترین منبع انتشار NOxها در مناطق شهری می باشند، منطقی است که انتظار داشته باشیم ایستگاههای کنار معابر اصلی تمرکز بالایی از NO2

www.SID.ir

Archive of SID

را در مقایسه با ایستگاههای دیگر به ثبت رسانده باشند. (Pandy, et.al., 2008)

- مونوکسید کربن (CO)

بر اساس تحقیقات انجام شده در ۲۸ کشور اتحادیه اروپا حمل و نقل جاده ای عامل ٥٦ درصد مونوکسید کربن موجود در جو این کشورها می باشد (CORINAIR,2003)، بنابر این میزان انتشار این آلاینده در نواحی شهری پرتراکم در مقایسه با نواحی روستایی و حومه‌های کم تراکم خیلی زیاد تر است.

از مهمترین واکنشهای مونوکسید کربن در طی روز و اطراف معابر پرترافیک، با رادیکال OH و NOمی باشد که این واکنش باعث بوجود آمدن ازن (O3) گردیده و میزان CO را کاهش می دهد.

- ازن (O3)

ازن یکی از آلاینده‌های ثانویه است که در محیط‌های شهری از طریق واکنشهای شیمیایی بوجود می آید. مهمترین واکنشی که منجر به تولید این آلاینده می گردد، ترکیب O(3P) با O2 است.

$$NO2+hv \rightarrow NO+O(3P)$$
$$O(3P)+O2+M \rightarrow O3+M$$

در این فرآیند ابتدا تفکیک نوری NO2 با اشعه ماورا بنفش و ساخت دوباره NO و حال پایه اتم اکسیژن O(3P) در طول روز صورت گرفته و سپس اتم اکسیژن که در فرآیند فتولیز بوجود آمده با اکسیژن موجود واکنش نشان داده و تولید O3 می نماید. دامنه طول امواج اشعه ماورا بنفش در فرآیند فتولیز بین ۲۰۰ تا ٤۰۰ نانومتر (DERWENT&HERTEL1998) و ۲۸۰ تا ٤۳۰ نانومتر (SEINFELD,1989) شناسایی شده است.

هنگامی که تشکیل ازن به پایان می رسد، باز تولید NO2 از طریق واکنش NO با O3 روی می دهد که به تیتراسیون ازن معروف است. (Yarwood, Grant, Koo and Dunker, 2008)

$$NO+O3 \rightarrow NO2+O2$$

از آنجا که معابر اصلی با ترافیک بالا منبع اصلی تولید NO، NO2 و CO هستند، کاهش O3 طی روزهای پرترافیک در کنار این معابر امری قابل پیش بینی می باشد.

- دی اکسید سولفور (SO2)

از زمانی که بنزین‌ها سولفور زدایی می شوند، خودروهای دیزلی تنها منبع انتشار SO2 در حوزه حمل ونقل می باشند، این حوزه نزدیک به ۵ درصد از انتشار SO2 را عهده دار است.

- ذرات معلق (PM):

اصلی ترین منبع انتشار PMها در مناطق شهری وسایل نقلیه دیزلی است. با پیشرفتهای حاصل در تکنولوژی تبدیل کاتالیزوری، وسایل نقلیه گازوئیلی مجهز به این مبدلها PM کمتری نسبت به وسایل فاقد این مبدلها منتشر می کند. بنابراین دوده‌های کربنی که بطور مستقیم از وسایل نقلیه دیزلی منتشر می شوند، ذراتی که از جاده‌ها و معابر منتشر می شوند و ذرات اسیدی ثانویه مهمترین منبع PM در مناطق اطراف معابر شهری می باشد.

منابع آلودگی ثابت: منابع آلودگی ثابت از دیدگاه کاربری اراضی شهری شامل کاربریهایی مثل صنعتی- کارگاهی، مسکونی، تجاری، اداری و.... هستند که از نظر مکانی ثابت بوده و تولید کننده آلاینده‌ها می باشد. شدت و ضعف تولید آلاینده‌ها از این منابع وابستگی زیادی به شرایط اقتصادی- اجتماعی و محیط طبیعی دارد. الگوی کاربری اراضی از دو طریق بر انتشار و تمرکز آلاینده‌ها موثر می باشد: ۱- از

www.SID.ir

Archive of SID

طریق تاثیر بر ترکیب کاربریهای یک ناحیه (درصد کاربریهای آلاینده) ۲- از طریق تاثیر بر جریانهای ترافیک (تولید و جذب سفرهای شهری) و به دنبال آن تولید آلاینده‌های ناشی از ترافیک

تاثیر کاربریهای اراضی بر تمرکز آلاینده‌ها را می توان بصورت زیر بیان نمود:

کاربریهای مسکونی، تجاری، اداری، آموزشی به دلیل مصرف سوختهای فسیلی جهت اموری مثل گرمایش وپخت وپز تولید کننده آلاینده‌های CO، NO و NO2 هستند که در فصول سرد سال شدت بیشتری دارد. در ضمن تاثیر برخی از این کاربریها مثل کاربریهای تجاری، اداری و آموزشی در طی ساعات روز و روزهای کاری هفته بیشتر از زمانهای دیگر است.

کاربریهای صنعتی-کارگاهی و تاسیسات وتجهیزات به دلیل مصرف سوختهای فسیلی تولید کننده آلاینده های CO، NO، NO2، SO2 و PM می باشند. در ضمن تاثیر این کاربریها در طی روز و روزهای کاری هفته بیشتر از زمانهای دیگر است.

فضاهای سبز: همانطور که گفته شد فضاهای سبز نقش دوگانه در تمرکز آلاینده‌ها دارد. از یک طرف نقش فیلتر برای آلاینده‌ها داشته و از سوی دیگر با انتشار (VOCs) تمرکز برخی از آلاینده‌ها را تحت تاثیر قرار می دهند به عنوان نمونه در فصول رشد (بهار و تابستان)، گیاهان هیدروکربن‌های با واکنش پذیری بالا شامل ایزوپرن (C5H8) و آلفا-پینن(C10H16) منتشر می کنند. از آنجایی که VOCsهای بیوژنیک (BVOC) به حرارت حساس هستند، افزایش انتشار BVOCها همراه با حرارت بالا منجر به افزایش تولید O3 می گردد. (Sanderson et al., 2003)

عوامل هواشناسی مثل دما، رطوبت، فشار و باد نیز نقش مهمی در تمرکز آلاینده‌ها بر عهده دارند که در کنار عوامل دیگر کیفیت هوای شهر را تحت تاثیر قرار می دهند. این عوامل با فراهم کردن یا تحدید شرایط برای واکنش‌های شیمیایی و همچنین تمرکز و پخش آلاینده‌ها، میزان آلاینده‌های موجود در هوای شهر را تحت تاثیر قرار می دهد. در پایان بحث جهت نشان دادن تاثیرات عناصر الگوی کاربری اراضی بر آلاینده‌های مورد مطالعه جدول زیر ارائه گردیده است:

جدول ۳- تاثیرات عناصر الگوی کاربری اراضی بر آلاینده‌های مورد مطالعه

	ترافیک در معابر اصلی	کاربری مسکونی	کاربری تجاری، اداری، آموزشی و..	کاربری صنعتی- کارگاهی	تاثیر زمان
NO2	تولید آلاینده توسط وسایل نقلیه، تیتراسیون ازن (O3) و تولید NO2	تولید آلاینده توسط واحدهای مسکونی،	تولید آلاینده توسط واحدهای تجاری، اداری، آموزشی و..	تولید آلاینده توسط واحدهای صنعتی و کارگاهی	افزایش در طول روز و کاهش در طول شب، افزایش در روزهای کاری هفته و کاهش در روزهای تعطیل،
CO	تولید آلاینده توسط وسایل نقلیه	تولید آلاینده توسط واحدهای مسکونی	تولید آلاینده توسط واحدهای تجاری، اداری، آموزشی و..	تولید آلاینده توسط واحدهای صنعتی و کارگاهی	افزایش در طول روز و کاهش در طول شب، افزایش در روزهای کاری هفته و کاهش در

www.SID.ir

Archive of SID

					روزهای تعطیل،
SO2	تولید آلاینده توسط وسایل نقلیه دیزلی			تولید آلاینده توسط واحدهای صنعتی و کارگاهی	افزایش در طول روز و کاهش در طول شب، افزایش در روزهای کاری هفته و کاهش در روزهای تعطیل،
O3	تولید ازن توسط فتولیز NO2 و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون، تولید ازن توسط واکنش CO با OH و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون	تولید ازن توسط فتولیز NO2 و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون، تولید ازن توسط واکنش CO با OH و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون	تولید ازن توسط فتولیز NO2 و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون، تولید ازن توسط واکنش CO با OH و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون	تولید ازن توسط فتولیز NO2 و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون، تولید ازن توسط واکنش CO با OH و از بین رفتن آن توسط تیتراسیون	کاهش در طول روز و افزایش در طول شب، کاهش در روزهای کاری هفته و افزایش در روزهای تعطیل،
PM10	تولید آلاینده توسط وسایل نقلیه دیزلی، گردو خاکهای بلند شده از معابر توسط وسایل نقلیه			تولید آلاینده توسط واحدهای صنعتی و کارگاهی	افزایش در طول روز و کاهش در طول شب، افزایش در روزهای کاری هفته و کاهش در روزهای تعطیل،

ماخذ: مطالعات نگارنده

۳- کاربرد روش‌ها، تکنیک‌ها، بحث، بررسی و تجزیه و تحلیل فرضیه‌ها و سوال‌ها با استفاده از روش‌های کمی و کیفی

پس از استخراج متغیرهای مورد نظر، این داده‌ها با استفاده از نرم افزار spss21 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. با توجه به گسترده بودن حجم خروجی‌های تحقیق، نتایج آن به تفکیک بافرهای تعریف شده مورد بررسی قرار گرفته است:

۱- بافر ۵۰۰ متری

در بافر ۵۰۰ متری بررسی روابط میان متغیرهای مورد بررسی نشان دهنده نتایج زیر می باشد:

NO2: بالاترین ضریب همبستگی در این بافر اختصاص به رابطه میان شاخص PR (نشان دهنده تعداد کاربری‌های موجود در بافر) و تمرکز آلاینده NO2 با ضریب همبستگی R=-۰.۶۸۹ (معنی داری در سطح ۵ درصد) دارد. این ضریب بیانگر این است که با افزایش تعداد کاربری‌های موجود در بافر ۵۰۰ متری تمرکز آلاینده NO2 کاهش می یابد و برعکس. به عبارتی با بالا رفتن درجه اختلاط کاربری‌ها که یکی از شاخصهای مهم و تاثیرگذار بر جریانهای ترافیکی (تولید وجذب سفر) می باشد، میزان انتشار NO2 کاهش می یابد.

CO: این آلاینده بالاترین ضریب همبستگی را با شاخص IJI (R= -۰.۳۵۳) داشته است، که نشانگر کاهش میزان تمرکز CO با افزایش شاخص IJI می باشد. شاخص IJI نیز نشان دهنده اختلاط و

www.SID.ir

Archive of SID

ناهمگونی الگوی کاربری اراضی است و رابطه منفی این شاخص با تمرکز و انتشار CO همانطور که در مبانی تئوریک گفته شد، از طریق تاثیر اختلاط کاربریها بر کاهش جریانهای ترافیکی در این بافر و کاهش انتشار CO از طریق وسایل نقلیه می باشد.

O3: این آلاینده در بافر ۵۰۰ متری بالاترین ضریب همبستگی را با شاخص AI (R=۰.۳۳٦) داشته است، که نشانگر افزایش میزان تمرکز O3 با افزایش شاخص AI می باشد. شاخص AI یکی از شاخصهای الگوی کاربری اراضی است که نشان دهنده مجاورت بین کاربریهای یکسان می باشد و هر گاه محدوده از یک کاربری تشکیل شده باشد، میزان آن افزایش می یابد. رابطه همبستگی مثبت میان این شاخص و تمرکز O3 بیانگر این است احتمال تمرکز O3 در محدوده‌هایی که از یک کاربری خاص تشکیل شده باشند و به دور از معابر اصلی قرار داشته باشند، بیشتر است. دلیل این امر را می توان در تشکیل O3 از طریق فرآیند فتولیز NO2 و تیتراسیون کند تر O3 در این محدوده‌ها به دلیل کمتر بودن میزان NO جستجو نمود.

PM10: بالاترین رابطه همبستگی این آلاینده در بافر ۵۰۰ متری با شاخص PLADJ (R= -۳۰٤) می باشد، که نشانگر افزایش تمرکز PM10 با افزایش مجاورت کاربری‌های همسان و مشابه می باشد. به عبارتی وقتی که میزان مجاورت و کنار هم قرار گیری کاربریها در یک محدوده افزایش می یابد، تمرکز PM10 کاهش می یابد. مجاورت کاربریها در یک محدوده نیز بیانگر درجه اختلاط کاربریها است و هر چقدر افزایش یابد، باعث کاهش سفرهای درون محدوده گردیده و شدت انتشار وتمرکز PM10 را کاهش می دهد.

SO2: با شاخص PLADJ و ضریب همبستگی R=-۰.۲۹۹، که نشانگر افزایش تمرکز SO2 با افزایش مجاورت کاربری‌های همسان و مشابه می باشد. به عبارتی وقتی که میزان مجاورت و کنار هم قرار گیری کاربریها در یک محدوده افزایش می یابد، تمرکز SO2 کاهش می یابد. مجاورت کاربریها در یک محدوده نیز بیانگر درجه اختلاط کاربریها است و هر چقدر افزایش یابد، باعث کاهش سفرهای درون محدوده گردیده و شدت انتشار وتمرکز SO2 را کاهش می دهد.

روابط میان شاخص‌های طبقات و تمرکز آلاینده‌ها در بافر ۵۰۰ متری نیز الگوی متفاوتی را نشان می دهد، به گونه ای که بالاترین ضریب همبستگی میان شاخص PLND معابر و آلاینده NO2 با R= ۰.٦۹۵ (در سطح معنی داری ۵ درصد) مشاهده گردیده است که نشانگر این است که با افزایش سهم مساحت شبکه معابر در بافر ۵۰۰ متری میزان آلاینده NO2 افزایش می یابد.

آلاینده CO: این آلاینده بالاترین ضریب همبستگی را با شاخص PLAND شبکه معابر(R=۰.۵۰۹) نشان داده است که بیانگر افزایش تمرکز CO با افزایش سهم مساحت شبکه معابر می باشد.

آلاینده O3: این آلاینده بالاترین ضریب همبستگی را با شاخص PLAND شبکه معابر(R= -0.289) نشان داده است که بیانگر کاهش تمرکز O3 با افزایش سهم مساحت شبکه معابر می باشد. همانطور که در مطالعات مبانی نظری عنوان گردید در واکنش شیمیایی موسوم به تیتراسیون، O3 حاصل از واکنش

www.SID.ir

Archive of SID

فتوشیمیایی نور خورشید و NO2 با NO حاصل از سوخت وسایل نقلیه واکنش نشان داده و منجر به از بین رفتن O3 و تشکیل NO2 می گردد. به دلیل اینکه بیشترین میزان NO از طریق وسایل نقلیه انتشار می یابد، در کنار معابر و بویژه معابر اصلی تمرکز این آلاینده بیشتر بوده و واکنش تیتراسیون سرعت بیشتری به خود گرفته و باعث کاهش تمرکز O3 در این مناطق می گردد.

آلاینده PM10: این آلاینده بالاترین شاخص همبستگی را با شاخص PLAND شبکه معابر (R= ۰.۳۹۸) نشان داده است که بیانگر افزایش تمرکز PM10 با افزایش سهم مساحت کاربری‌های شبکه معابر می باشد.

آلاینده SO2: این آلاینده نیز بالاترین ضریب همبستگی را با شاخص PLAND شبکه معابر (R= ۰.۲۷۵) را نشان داده است، که بیانگر افزایش تمرکز SO2 با افزایش سهم کاربری شبکه معابر می باشد.

آخرین ضرایب همبستگی محاسبه شده در بافر ۵۰۰ متری، مربوط به شاخص‌های طول شبکه معابر و درصد فضای باز می باشد که نتایج آزمون همبستگی بین این شاخص‌ها و تمرکز آلاینده‌ها نشان دهنده موارد زیر می باشد:

در خصوص شاخص طول شبکه معابر بالاترین ضریب همبستگی میان آلاینده‌ها و سلسله مراتب معابر، مربوط به معابر شریانی درجه یک با ضریب R= ۰.۷۹ برای NO2(در سطح معنی داری ۵ درصد)، R= 0.654 برای CO (در سطح معنی داری ۵ درصد)، R= ۰.۴۲۱ برای PM10 و R=۰.۳۵۰ برای SO2 می باشد، که نشان دهنده تاثیر مثبت و معنی دار این شاخص بر تمرکز آلاینده‌های فوق است. همانطور که در بخشهای قبلی نیز ذکر گردید، وسایل نقلیه عامل اصلی برای تمرکز آلاینده‌های NO2، CO، SO2 و PM10 می باشد. آلاینده O3 به دلیل نوع شکل گیری و واکنشهای متفاوت نسبت به سایر آلاینده‌ها بالاترین ضریب همبستگی را با معابر جمع و پخش کننده دارد. (با ضریب R=۰.۴۳۲). بر اساس مطالعات نظری انجام شده در تحقیق، O3 مناطق حاشیه معابر اصلی پرترافیک به دلیل انتشار NO فراوان با سرعت زیادتری از بین رفته (توسط واکنش تیتراسیون) و تمرکز کمتری نسبت به حاشیه معابر با ترافیک کمتر دارند.

فضاهای باز که در برگیرنده فضاهای سبز طبیعی، مصنوعی و سایر فضاهای باز می باشد همبستگی منفی (معناداری در سطح ۵ درصد) با تمرکز آلاینده‌ها بویژه NO2 و CO به ترتیب با ضرایب R=-0.525 و R= -0.551 را تجربه نموده است. در خصوص سایر آلاینده‌ها ضرایب همبستگی ضعیف می باشد. (کمتر از ۰.۲). همانطور که در مباحث نظری اشاره گردید، فضاهای سبز نقش دوگانه در تمرکز آلاینده‌های شهری دارند، از یک طرف به عنوان تولید کننده مواد آلی بیوژنیک و از سوی دیگر به عنوان فیلترهای تصفیه کننده آلاینده‌ها.

بافر ۱۰۰۰ متر: در بافر ۱۰۰۰ متری بررسی ضرایب همبستگی نشان دهنده شرایط متفاوت تری نسبت به بافر ۵۰۰ متری می باشد، به گونه ای که در این بافر ارتباط میان شاخص SHDI(شاخص تنوع شانون) و میانگین تمرکز سالیانه NO2 با ضریب همبستگی R=۰.۶۹۶ (در سطح معنی داری ۵ درصد)، بیشترین میزان را به خود اختصاص داده، وضعیت ارتباط میان

www.SID.ir

Archive of SID

سایر آلاینده‌ها و شاخص‌های سرزمین و طبقات در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ٤- ضریب همبستگی میان شاخص‌های سرزمین و تمرکز آلاینده‌ها در بافر ۱۰۰۰ متری

	شاخص	ضریب همبستگی
آلاینده NO2	SHDI	0.696(معنی داری در سطح ۵ درصد)
آلاینده CO	IJI	۰.۵۲۲(معنی داری در سطح ۵ درصد)
آلاینده O3	AI	-۰.۲۱۵
آلاینده PM10	PLADJ	-۰.۳۸٦
آلاینده SO2	PLADJ	-۰.۳۱۳

ماخذ: مطالعات نگارنده

همانطور که در جدول بالا مشاهده می گردد، در این بافر ارتباط میان تمرکز آلاینده‌ها و شاخص‌های سرزمین به جز آلاینده NO2 که با شاخص SHDI (شاخص تنوع شانون) داری ارتباط بوده، در سایر آلاینده‌ها به مانند بافر ۵۰۰ متری می باشد. اما میزان ضریب همبستگی در این بافر نسبت به بافر ۵۰۰ متری بهبود یافته است.

ارتباط میان شاخص‌های طبقات و تمرکز آلاینده‌ها نیز در بافر ۱۰۰۰ متری به صورت زیر بوده است:

آلاینده NO2، بالاترین ضریب همبستگی (در سطح معنی داری ۵ درصد) را با شاخص PLAND معابر (R= ۰.۷۱٤) داشته است، تمرکز آلاینده CO نیز با سطح معنی داری ۵ درصد و ضریب R= ۰.۵۲۰ با شاخص PLAND معابر در ارتباط بوده است. رابطه همبستگی میان سایر آلاینده‌ها و شاخص‌های طبقات در جدول زیر ارائه گردیده است.

جدول ۵- ضریب همبستگی میان شاخص‌های طبقات و تمرکز آلاینده‌ها در بافر ۱۰۰۰ متری

	شاخص	**ضریب همبستگی**
آلاینده NO2	**PLAND معابر**	**0.714(معنی داری در سطح ۵ درصد)**
آلاینده CO	**PLAND معابر**	**0.520(معنی داری در سطح ۵ درصد)**
آلاینده O3	**PLAND معابر**	**۰.۳۱۲**
آلاینده PM10	**PLAND معابر و صنعتی - کارگاهی**	**۰.٤۲۱**
آلاینده SO2	**PLAND معابر**	**۰.۳۱۸**

ماخذ: مطالعات نگارنده

ارتباط میان آلاینده‌ها با شاخص‌های طول معابر و درصد فضای باز در بافر ۱۰۰۰ متری نیز حکایت از بهبود ضریب آنها نسبت به بافر ۵۰۰ متری دارد. در این بافر NO2 با ضریب R=۰.۸۱ (در سطح معنی

www.SID.ir

Archive of SID

داری ۱ درصد) با شبکه معابر شریانی درجه یک در ارتباط بوده است. میزان همبستگی این آلاینده با معابر درجات پایین تر به صورت زیر بوده است:

معابر شریانی درجه دو: R=۰.٦۲۱

معابر جمع و پخش کننده: R=۰.۳٤۲

معابر محلی: R=۰.۱٤

آلاینده CO نیز در این بافر همبستگی بالاتری را با معابر شریانی درجه یک در مقایسه با بافر ۵۰۰ متری نشان داده است. به گونه ای که رابطه همبستگی میان CO و این معابر R=۰.٦۸٤ بوده است. (در سطح معنی داری ۵ درصد). آلاینده‌های دیگر به جز PM10 نیز وضعیت مشابهی داشته اند و میزان ضرایب همبستگی آنها در این بافر نسبت با بافر ۵۰۰ متری افزایش یافته است. آلاینده O3 با ضریب همبستگی R= ۰.٤٦۰ و آلاینده SO2 با ضریب همبستگی R= ۰.۳٦۰ با معابر شریانی درجه یک در ارتباط بوده اند. برخلاف آلاینده‌های فوق ضریب همبستگی PM10 با معابر شریانی درجه یک در این بافر به R=۰.۳٥٤ کاهش یافته است. ضریب همبستگی میان آلاینده‌های PM10، SO2 و O3 با سایر معابر در این بافر نیز ضعیف می باشد.

در این بافر نیز ارتباط فضاهای باز با آلاینده‌های NO2 و CO همبستگی بالایی را نشان می دهد. به گونه ای که ضریب همبستگی میان NO2 با درصد فضاهای باز معادل R= – ۰.۵۲۰و ضریب همبستگی CO با درصد فضاهای باز R=-۰.۵۷۱ می باشد. (معناداری در سطح ۵ درصد)، ارتباط سایر آلاینده‌های با درصد فضاهای باز این بافر نیز ضعیف است.

در بافرهای ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر ضرایب همبستگی میان تمرکز آلاینده‌ها به جز آلاینده PM10 نسبت به بافرهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متری کاهش داشته است. علت افزایش ضریب همبستگی PM10 با الگوی کاربری اراضی و بویژه طول شبکه معابر شریانی درجه یک در بافرهای ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری (به ترتیب با ضرایب R=۰.٥٤۱ و R=۰.۵۸۰)، پایداری این آلاینده و تاثیر کم فاصله در کاهش آن می باشد که باعث گردیده تا منابع به دور از ایستگاه سنجش نیز در تمرکز این آلاینده نقش داشته باشند.

٤- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

همانطور که در بخش قبل مشاهده گردید، آلاینده‌های مورد بررسی رفتار متفاوتی را نسبت به تغییرات الگوی کاربری اراضی در فواصل مختلف نشان می دهند. آلاینده NO2 که یکی از مهمترین آلاینده‌های شهری می باشد، عمدتاً بوسیله جریانهای ترافیکی (سوخت وسایل نقلیه) تولید می گردد. در بررسی‌های صورت گرفته، همبستگی این آلاینده با شاخص طول شبکه معابر و شاخص تنوع شانون (نشان دهنده تنوع در الگوی کاربری اراضی) بالا می باشد. در ضمن بالاترین همبستگی بین شاخص‌ها و شاخص‌های الگوی کاربری اراضی و این آلاینده در بافر ۱۰۰۰ متری مشاهده گردیده است و با دور شدن از ایستگاه سنجش این میزان کاهش می یابد که علت آن کاهش اثر این آلاینده با عامل فاصله[1] از منابع تولید می باشد.

آلاینده CO نیز رفتاری مشابه آلاینده NO2 داشته است. بر اساس بررسی‌های صورت پذیرفته بالاترین

[1] - Distance decay

www.SID.ir

Archive of SID

میزان همبستگی این آلاینده نیز با طول معابر شریانی درجه یک مشاهده گردیده و با فاصله گرفتن از منابع تولید آلودگی میزان آن کاهش می یابد. در ضمن رابطه این آلاینده با درصد فضاهای باز در بافر ۱۰۰۰ متری ضریب بالایی را به خود اختصاص داده است که حکایت از تاثیر فضاهای باز و سبز در کاهش این آلاینده دارد.

آلاینده O3 به دلیل اینکه جزء آلاینده‌های ثانویه می باشد و طی واکنشهای شیمیایی بین سایر آلاینده‌ها و نورخورشید بوجود می آید رفتار متفاوتری را نسبت به سایر آلاینده‌ها از خود نشان می دهد. به عنوان مثال بالاترین ضریب همبستگی میان این آلاینده با شاخص طول معابر جمع و پخش کننده مشاهده گردیده که علت آن وجود شرایط مساعد برای تمرکز آلاینده O3 در کنار این معابر (وجود NO2 و تیتراسیون کمتر) نسبت به معابر سطوح بالاتر است.

آلاینده SO2 نیز رفتاری مشابه آلاینده‌های NO2 و CO دارا می باشد، ولی میزان ضرایب همبستگی آن در مقایسه با دو آلاینده دیگر ضعیف تر است.

آلاینده PM10 با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی که دارا می باشد، رفتار متفاوتری را نسبت به سایر آلاینده‌ها نشان می دهد. این آلاینده می تواند در فواصل دور جابجا گردیده و اثر عامل فاصله در کاهش این آلاینده خیلی کم می باشد. همانطور که در بررسی روابط این آلاینده اشاره شد، بالاترین ضریب همبستگی آن در فواصل دورتر و با معابر شریانی درجه یک و در فواصل نزدیک با درصد کاربریهای معابر و صنعتی-کارگاهی دیده شده است.

بعنوان یک نتیجه گیری کلی در خصوص ارتباط میان الگوی کاربری اراضی و توزیع آلاینده‌ها در شهر تهران می توان گفت که الگوهای کاربری با تنوع کمتر و همچنین سهم بالاتر شبکه‌های معابر اصلی، آلودگی بیشتری را تولید خواهند نمود که اثبات فرضیات پژوهش را نیز بدنبال دارد.

۵- پیشنهادها و راهبردها

ارتباط میان فرم شهری و الگوهای کاربری اراضی با کیفیت هوای شهر و آلاینده‌ها بعنوان یک موضوع تحقیقاتی کاربردی نقش بسزایی در ایجاد چارچوب‌های زیست محیطی برای برنامه ریزی کاربری اراضی در طرح‌های شهری تهیه شده در سطح کشور دارد. با ایجاد ارتباط میان نتایج این تحقیقات و طرح‌های تهیه شده فرآیند بارگذاری عملکردی در شهرها و بویژه شهرهای بزرگ با توجه به پیامدهای زیست محیطی آن (در زمینه کیفیت هوا) صورت می پذیرد. البته در این خصوص هنوز کمبودهای اساسی وجود دارد که نیازمند پژوهش‌های بیشتر بویژه با اولویت شهرهای بزرگتر کشور که با مشکل آلودگی هوا روبه رو هستند می باشد. در پایان پیشنهادهای کاربردی که در راستای تحقیق حاضر می توان مطرح نمود به شرح زیر می باشد:

- تلفیق و هماهنگی برنامه ریزیهای مربوط به کاربری اراضی، حمل و نقل و کیفیت هوا بویژه در کلانشهرهای کشور
- توجه به مسائلی مثل ظرفیت بارگذاری عملکردی و ظرفیت شبکه‌های حمل و نقل شهری در برنامه ریزیهای توسعه کالبدی آینده در شهر تهران و کلان شهرهای دیگر کشور
- گنجاندن بندهای مطالعاتی در خصوص بررسی رابطه میان برنامه ریزیهای کالبدی توسعه شهری و

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت هوای شهرها در شرح خدمات طرح‌های مطالعاتی و کالبدی توسعه شهری

– استفاده از توان علمی جامعه برنامه ریزی شهری در جهت غنا بخشیدن به مباحث تئوریک و تجربی این مباحث در سطح کلان شهرهای کشور

– تدوین ضوابط و مقررات توسعه کالبدی و برنامه ریزی کاربری اراضی شهر با توجه ویژه به کیفیت هوای شهر

منابع

اداره کل محیط زیست استان تهران، (۱۳۸۹) داده‌های مربوط به ایستگاههای سنجش آلودگی شهر تهران

بی همتا، محمد رضا، زارع چاهوکی، محمد علی، (۱۳۹۰) اصول آمار در علوم منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، نوبت اول، تهران

سایت شرکت کنترل کیفیت هوای تهران http://air.tehran.ir

شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، (۱۳۸۹) داده‌های مربوط به ایستگاههای سنجش آلودگی شهر تهران

محمدی، اکبر، (۱۳۹۱)، تاثیر کاربری اراضی بر کیفیت هوای شهر تهران، به راهنمایی دکتر مهدی قرخلو، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا (دفاع نشده)

مرکز مطالعات برنامه ریزی شهر تهران،(۱۳۸۵) نقشه کاربری اراضی و معابر شهر تهران

Apogee/Hagler Bailly.(1998) The Effects of Urban Form on Travel and Emissions: A Review and Synthesis of the Literature. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Urban and Economic Development Division, Washington, DC

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 & Software. 21, 461-467.

DeCorla-Souza,P.(1992).”The Impacts of Alternative Urban Development Patterns of Highway System Performance.” Presented at ITE conference on Transportation Engineering in a New Era.

EPA,(2001), EPA Guidance: Improving air quality through land use activities, TRAQ EPA’s transportation air quality center http://www.epa.gov/otaq/traq

Gwilliam, ken, kojima. Masami, Johnson, todd,(2004), Reducing air pollution from urban transport, world bank, www.worldbank.org

Johnston, R.A., Rodier, C. J., Choy, M., and Abraham, J.E. (2000). Air Quality Impacts of Regional Land Use Policies. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Urban and Economic Development Division, Washington, DC

Kim, Youngkook, (2010), Impacts of transportation, land use and meteorology on urban air quality, Jean-Michel Guldmann, Adviser, Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University

Litman, Todd,(2008) Land Use Impacts on Transport: How land use factors affect travel behavior, Victoria Transport Policy Institute

Marquez, Leorey O, Smith Narrida C;(1999) A framework for linking urban form and air quality, Journal of Environmental Modeling & Software 14 ,541–548,

McGarigal, K., S.A. Cushman, M.C. Neel, and E. Ene.(2002). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, available at the following web site:http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.

www.SID.ir

Archive of SID

operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe

US EPA,(2000) National air pollutant emission trends, 1900-1998 (EPA-454/R-00-002 ed.). Research Triangle Park, NC: Office of Air Quality Planning and Standards

Derwent, R. G., & Hertel, O,(1989) Transformation of air pollutants. In J. Fenger, O. Hertel & F .Palmgren (Eds.), Urban air pollution: European aspects. Dordrecht; Boston: Kluwer AcademicPublishers

Seinfeld, J. H,(1989) Urban air pollution: State of the science. Science, 243(4892), 745-752

Yarwood, G., Grant, J., Koo, B., & Dunker, A. M. ,(2008) Modeling weekday to weekend changes in emissions and ozone in the Los Angeles basin for 1997 and 2010. Atmospheric Environment, 42(16), 3765-3779

Sanderson, M. G., Jones, C. D., Collins, W. J., Johnson, C. E., & Derwent, R. G. ,(2003) Effect of climate change on isoprene emissions and surface ozone levels. Geophysical Research Letters, 30

McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. (2012). FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

Newman, P., Kenworthy, J.,(1989). Cities and Automobile Dependence: An International Sourcebook. Avebury Technical, Great Britain

Stone, Brian,(2008), urban sprawl and air quality in large us cities, journal of environmental management vol 86

Southworth, M. and P. Owens. 1993. The Evolving Metropolis: Studies of Community, Neighborhood, and Street Form at the Urban Edge. Journal of the American Planning Association 59(3): 271-87.

Pandey, S. K., Kim, K., Chung, S., Cho, S. -., Kim, M. -., & Shon, Z.,(2008) Long-term study of NOx behavior at urban roadside and background locations in Seoul, Korea. Atmospheric Environment, 42(4),607-622

CORINAIR,(2003) Atmospheric emission inventory guidebook (3rd ed.) Co-

www.SID.ir