

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره سه، پاییز ۹۶

## مکان یابی محیط زیستی کاربری های شهری اراک جهت افزایش کارآیی شبکه حمل و نقل در محیط GIS

مهرداد هادی پور<sup>\*۱</sup>

[Mhadipour50@yahoo.com](mailto:Mhadipour50@yahoo.com)

مرتضی نادری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** محیط زیست و ضرورت حفاظت و حمایت از آن دارای اهمیت ویژه‌ای است، لیکن بشر هنوز نتوانسته پیامدهای آسیب رساننده و مخرب خود را بر محیط زیست کنترل نماید. در این راستا مقوله حمل و نقل شهری با توجه به نقش پررنگ در چالش های محیط زیستی حایز اهمیت شایانی است که به عنوان یک نگرانی عمده در مدیریت محیط زیست شهری مطرح است.

**روش بررسی:** این تحقیق در بردارنده طراحی و توسعه یک مدل در محیط GIS با رویکرد معرفی مناطق قابل توسعه شهر اراک برای جانمایی بهینه کاربری های شهری با هدف افزایش کارآمدی حمل و نقل شهری و کاهش عوارض زیست محیطی است. روش تحقیق با محوریت محاسبه و نقشه سازی مصرف سوخت، آلودگی هوا و صوت در شبکه حمل و نقل شهری و استقرار درست کاربری ها بوده است.

**یافته ها:** نتایج بیان گر کارایی مدل طراحی شده جهت مکان گزینی مناسب شبکه حمل و نقل و کاربری های شهری می باشد. نقشه های حاصل بیانگر استقرار نامناسب بخش زیادی از کاربری های شهری در شبکه حمل و نقل شهری می باشد که عوارض زیست محیطی فاجعه باری را در زمینه آلودگی و مصرف سوخت به همراه دارد. ارائه راهکارهای مناسب رفع این عوارض در بخش نتایج مورد بحث و آنالیز قرار گرفته است.

**بحث و نتیجه گیری:** این تحقیق در بر دارنده یک رهیافت علمی در تهیه مدل های توسعه حال و آتی کاربری ها در شبکه حمل و نقل شهری است که می تواند در برنامه ریزی شهری در سطوح منطقه ای و کشوری مورد استفاده واقع شود.

**واژه های کلیدی:** کاربری های شهری، شبکه حمل و نقل شهری، آلودگی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

۱- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران<sup>\*</sup> (مسوول مکاتبات).

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

## **Landuse Environmental location for Optimization of Urban Transportation Using GIS**

**Mehrdad Hadipour<sup>1\*</sup>**

[mhadipour50@yahoo.com](mailto:mhadipour50@yahoo.com)

**Morteza Naderi<sup>2</sup>**

### **Abstract**

**Background and Objective:** Environmental balance between transportation and urban landuse components of planning is very important, because they have great impact on each other. As transportation is one of the most important infrastructures of a city, its location-allocation is important for urban planning. Overall objective of this study is "Development of a GIS approach to plan appropriate locations for main urban landuses in the transportation network. Arak (a developing city in Iran) has been chosen as the case study.

**Method:** This research includes the design and development of a model in the GIS environment with a view to introducing the development areas of Arak city for optimal urban use of urban areas with the aim of increasing the efficiency of urban transport and reducing environmental impacts. The research methodology has focused on the calculation and mapping of fuel consumption, air and noise pollution in the urban transportation network and the proper deployment of users.

**Findings:** The results indicate the efficiency of the designed model for the proper location of the transportation network and urban utilities. Obtained maps show there are a lot of non-suitable zones for most of urban landuses. The results focus on the approaches such as road type change and location changes of the landuses locations to reduce environmental hazards.

**Discursion and Conclusion:** This research has successfully managed development of a scientific approach for current and future model development. This approach can be employed in landuses and transportation network development. Suitability assessment can be done at both the local and national structure plan levels.

**Key words:** Urban landuse, Transportation Network, pollution, GIS.

---

1- Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University Arak, Iran \*(Corresponding Author).

2- Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.

## مقدمه

آسفالت و سنگفرش شده (شامل خیابان‌ها و پارکینگ‌ها) به راحتی تا بیش از بیست درصد کل کاربری زمین‌ها را در بر می‌گیرند (۱۰). یک سامانه ترابری کارا می‌تواند از هدررفتن زمین جلوگیری نماید (۱۱).

## عوارض زیست محیطی حمل و نقل شهری

نظر به تحقیقات صورت گرفته، عوارض زیست محیطی حمل و نقل شهری را می‌توان در سه بخش تولید آلودگی هوا، افزایش مصرف سوخت و ایجاد آلودگی صوتی خلاصه نمود. آلودگی هوا در حمل و نقل مدل‌ها و محاسبات ریاضی معمولاً به ارزیابی شرایط زیست محیطی در نزدیکی و مجاورت جاده‌ها می‌پردازد. این مدل‌ها نقطه نظر است تئوری سطوح آلودگی هوا را در چارچوب متغیرهای ریاضی زمانی و فضایی در بستر شرایط و حدس‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد. به طور معمول پایه‌های عمده مدلسازی آلودگی هوا در مبحث حمل و نقل شهری حجم ترافیک (منبع آلودگی) و تمرکز منوکسید کربن (عنصر اصلی آلودگی حمل و نقل) در فواصل مورد نظر می‌باشد که براساس پایداری CO در نظر گرفته می‌شود. بررسی‌های تفصیلی در این خصوص برای منطقه مطالعاتی با ساخت یک مدل ریاضی انجام پذیرفته که به عنوان مبنای آنالیز کمی آلودگی هوای حمل و نقل شهری در این مطالعه مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸). در این پژوهش، با در نظر قرار دادن مطالعات پایه صورت گرفته (۸ و ۱۲) آنالیز کمی و مکانی در مورد مکان-یابی کاربری‌ها، توزیع منطقی کاربری‌ها، کاهش فاصله نواحی مسکونی از نواحی اشتغال، انتقال کاربری‌های عمده (تمرکز زدائی)، هدایت ترافیک گذری انجام پذیرفته است. استانداردهای نسبی آستانه آلودگی‌های صوتی در ایران برای کاربری‌های مختلف شهری از ۴۵ تا ۷۵ دسی بل می‌باشد (۱۳).

## آنالیز مکانی و جغرافیایی حمل و نقل شهری در راستای

## حفظ محیط زیست

## چارچوب روش تحقیق

روش تحقیق دربردارنده فازهای اصلی زیر می‌باشد:

حمل و نقل شهری و خودروها سهم زیادی از آلودگی هوای شهرها را بر عهده دارند (۱). آلودگی هوای ناشی از سوخت در خودروها در وضعیت بحرانی به سر می‌برد (۲). آلودگی هوا و صوت، ناشی از عوامل متعددی نظیر افزایش تعداد خودروها، تغییر الگو و فرهنگ حمل و نقل می‌باشد (۳). کاهش عوارض زیست محیطی بخش حمل و نقل یکی از اهداف عمده زیربنایی، برای افزایش و بهبود کیفیت زندگی به شمار می‌رود. نخستین گام پیش‌گیری از عوارض زیست محیطی حمل و نقل شهری از طریق سازمانهای نظارتی می‌باشد (۴). دومین گام، ارزیابی و بررسی حد مجاز آلودگی می‌باشد و گام سوم تنظیم قوانین و مقررات متناسب با وضعیت موجود برای خودروهای آلاینده و آلوده‌کننده و اعمال مقررات و محدودیت‌هایی برای میزان انتشار آلاینده‌های خودروها می‌باشد (۵). شهرستان اراک به عنوان یک شهر متراکم و رو به توسعه و دارای مشکلات متعدد در شبکه حمل و نقل شهری از این حیث حایز اهمیت شایانی است. در این راستا نحوه تردد در جاده‌های اراک و از مسیرهای مناسب جهت پرهیز از حیف و میل منابع سوختی، عدم تولید آلودگی‌ها و عدم اتلاف زمینها در حمل و نقل شهری موضوع تحقیقاتی مهمی محسوب می‌شود. این مهم مستلزم جانمایی صحیح کاربری‌های شهری در شبکه حمل و نقل و دسترسی معقول بین نقاط اصلی مبداء و مقصد شهر است (۶). با توجه به اینکه شبکه حمل و نقل به طور معمول ۳۰-۲۰ درصد سطح شهر را پوشش می‌دهد (۷) عنصر مهمی در برنامه‌ریزی‌های شهری محسوب می‌گردد. توزیع نامتوازن و معمولاً متمرکز کاربری‌های شهری در شبکه حمل و نقل بیش از پیش منجر به افزایش عوارض زیست محیطی می‌گردد (۸).

## آنالیز مکانی و جغرافیایی حمل و نقل شهری

بررسی اثرات کاربری‌های مختلف و نقش طراحی شهری در کاهش یا افزایش تقاضای حمل و نقل ارتباط تنگاتنگی با سه عامل مهم و تاثیر گذار بر تقاضای حمل و نقل، شامل سازمان فضایی، منطقه بندی تراکمی و طراحی شهری دارد (۹). تسهیلات حمل و نقلی به زمین نیاز دارند و در شهرها سطوح

گشتند. برای نقشه‌های پایه از اطلاعات اداره مسکن و شهرسازی استان استفاده شد و اطلاعات آماری اداره کل محیط زیست، نیروی انتظامی و شهرداری اراک برای استخراج داده‌های ترافیکی مورد استفاده قرار گرفت.

#### سنجش آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل

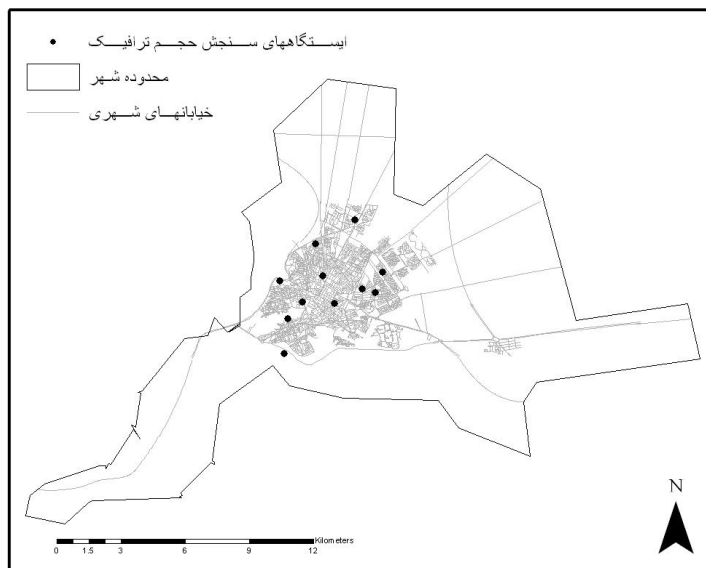
برآورد آلودگی هوا در حمل و نقل شهری اراک از طریق محاسبه گام به گام ریاضی در منطقه مطالعاتی حاصل می‌شود. مراحل این محاسبه عبارتند از:

**انتخاب ایستگاه‌های سنجش حجم ترافیک:** تعداد ۱۶ ایستگاه برای سنجش حجم ترافیک در اراک برگزیده شدند (شکل ۱). حجم ترافیک در این ایستگاه‌ها در ساعات پر تردد شهر و در سه مقطع ۱۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. انتخاب این ایستگاه‌ها بر اساس پارامترهایی چون قرار نگرفتن در تقاطع‌های جاده‌ای، قرار نداشتن در نزدیکی صنایع آلاینده، پوشش کامل جغرافیایی شهر، در بر داشتن تنوع در حجم ترافیک انجام شد.

- برآورد و نقشه‌سازی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل در شهر اراک در محیط GIS
- برآورد و نقشه‌سازی آلودگی صوتی ناشی از حمل و نقل در شهر اراک در محیط GIS
- برآورد و نقشه‌سازی مناطق برخوردار از صرفه جویی سوخت برای استقرار کاربری‌ها در محیط GIS
- پردازش یک مدل در محیط GIS برای جانمایی بهینه کاربری‌ها نسبت به شبکه حمل و نقل شهری
- مقایسه وضعیت زیست محیطی بهینه و موجود استقرار کاربری‌ها به کمک برآوردهای ریاضی و نقشه‌سازی در محیط GIS

#### جمع‌آوری اطلاعات

با توجه به ماهیت این پژوهش اطلاعات مکاندار و ریاضی و آماری زیادی در ارتباط با سیاست‌ها و معیارهای علمی مورد نیاز می‌باشد. نقشه‌های پایه منطقه در قالب فایل‌های CAD در دسترس قرار داشتند که بر حسب ضرورت به Shape file تغییر فرمت دادند. داده‌های اولیه حجم ترافیک، آلودگی هوا و آلودگی صوتی از مطالعات کتابخانه‌ای و کار میدانی حاصل



شکل ۱- ایستگاه‌های سنجش حجم ترافیک

Figure 1. Traffic volume measurement points

می گیرد. برای این منظور به ترتیب از گزینه های متمم در نرم افزار ArcGIS جهت انجام فرایند کریجینگ استفاده می گردد.

### سنجش آلودگی صوتی ناشی از حمل و نقل

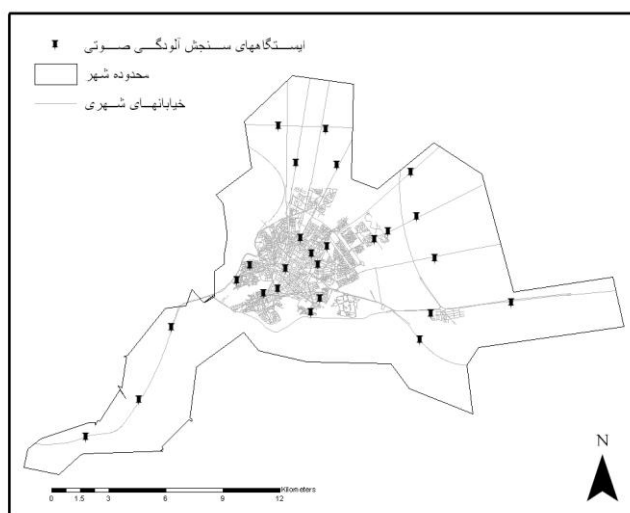
انتخاب ایستگاههای سنجش آلودگی صوتی: تعداد ۲۶ ایستگاه برای سنجش آلودگی صوتی در اراک برگزیده شدند (شکل ۲). علت تعداد بیشتر این ایستگاهها نسبت ایستگاههای آلودگی هوا تنوع بیشتر پارامترها و آستانه های آلودگی صوتی نسبت به آلودگی هوا می باشد. آلودگی های صوتی در این ایستگاهها در ساعات پر تردد شهر اندازه گیری شدند.

محاسبه آلودگی هوا در ایستگاهها: این محاسبه با توجه به مقادیر محاسبه شده برای سرانه تولید آلودگی در اراک (۰.۱۷ میلی گرم در متر مکعب) و فرمول ذیل محاسبه می گردد (۱۲):

$$Q = (RC)q_c \quad (1)$$

که در آن  $Q$  = مجموع نرخ انتشار مونواکسیدکربن از خودروها (میلی گرم بر متر مکعب)،  $RC$  = حجم ترافیک در زمان پایداری مونواکسیدکربن و  $Q_c$  برابر است با نرخ متوسط انتشار مونواکسیدکربن از یک خودرو (میلی گرم بر متر مکعب) می باشند.

نقشه سازی آلودگی هوا: نقشه سازی آلودگی هوا با مبنا قرار دادن آستانه تحمل آلودگی هوا یعنی  $10(14)$  ppm و به کمک مقادیر محاسبه آلودگی هوا در ایستگاه های حجم ترافیک انجام



شکل ۲- ایستگاههای سنجش آلودگی صوتی

Figure 2. Sound pollution measurement stations

### نقشه سازی مصرف بهینه سوخت

نقشه سازی مصرف بهینه سوخت با مبنا قرار دادن مسیره های مصرف بهینه دسترسی مصرف سوخت (۸) انجام می گیرد. براساس مطالعات صورت گرفته استقرار کاربریها در شعاع ۳۰۰ متری این مسیرهها می تواند ضامن دسترسی به مسیر و بالطبع مصرف بهینه سوخت باشد. برای این منظور به کمک حریم سازی در نرم افزار ArcGIS نقشه حریم ۳۰۰ متری از مسیره های بهینه دسترسی مصرف سوخت استفاده می گردد. آنچه در این فرایند

نقشه سازی آلودگی صوتی: نقشه سازی آلودگی هوا با مبنا قرار دادن آستانه های آلودگی صوتی (جدول ۱) و به کمک مقادیر سنجش در ایستگاهها انجام می گیرد. برای این منظور از عملیات کریجینگ در نرم افزار ArcGIS استفاده می گردد. آنچه در این فرایند به دست می آید در واقع نقشه توزیع و پراکنش نسبی آلودگی صوتی در مناطق مختلف شهر اراک می باشد.

### نتایج و یافته‌ها

آنالیز مکانی کاربری‌های فعلی و پتانسیل‌های استقرار

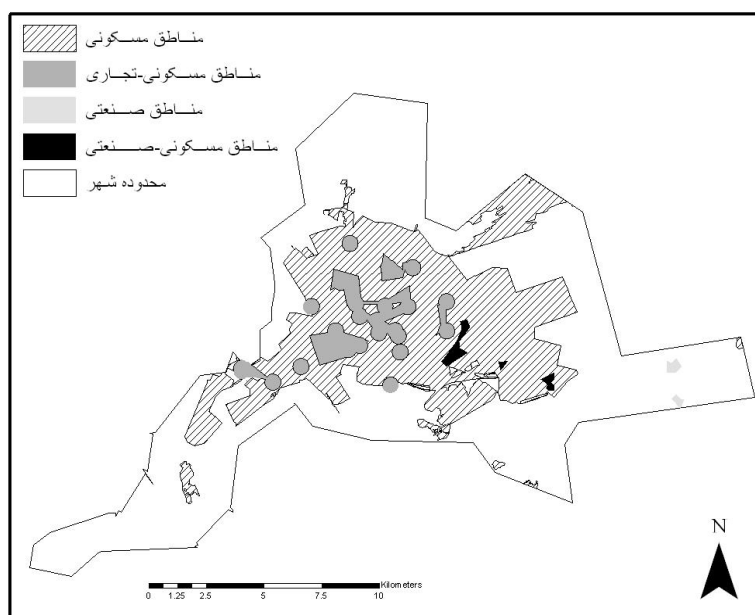
### کاربری‌ها شهر اراک

شناسایی و مشخص نمودن میزان و نوع و همچنین چگونگی پراکنش فعلی کاربری‌های شهری قدم اول در برآورد شرایط می‌باشد. با دستیابی به اطلاعات ذکرشده می‌توان شرایط زیست محیطی شهر را تخمین زد. نقشه کاربری‌های شهری (شکل ۳) حاکی از تمرکز قابل ملاحظه آنها در مناطق مرکزی شهر دارد.

به دست می‌آید در واقع نقشه پتانسیل جغرافیایی بهینه استقرار کاربری‌های شهری اراک برای مصرف بهینه سوخت می‌باشد.

### نقشه‌سازی نهایی

در این بند نقشه‌های تولید شده در مراحل قبلی طی فرایندهای مکانمند وزن‌دهی، ترکیب و آنالیز می‌گردند. نقشه‌های این مرحله در واقع پایه و اساس تفسیر مکانیابی انواع کاربری‌ها هستند.

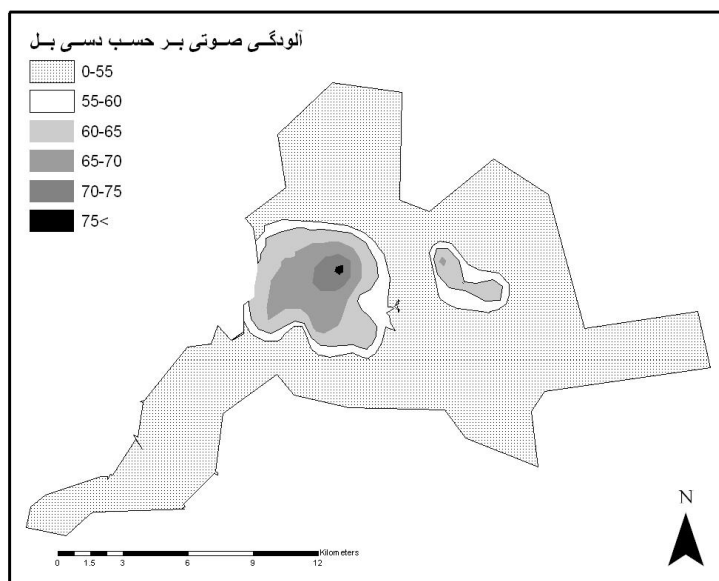


شکل ۳- توزیع کاربری‌های شهری اراک

Figure 3. Land use distribution in Arak

آلودگی صوتی (شکل ۴) حاکی از تمرکز قابل بحث مناطق نامناسب برای توسعه به ویژه برای مناطق مسکونی در نقاط مرکزی شهری است

شناسایی پتانسیل‌های استقرار کاربری‌ها براساس آنچه مطرح شد براساس سه پارامتر مصرف سوخت، آلودگی هوا و صوت می‌باشد. با توجه به آستانه‌های آلودگی صوتی نقشه

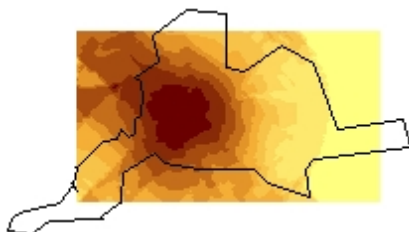


شکل ۴- نقشه آلودگی صوتی ترافیکی در اراک

Figure 4. Sound pollution map in Arak

احتمال تجاوز بالغ بر ۶۰ درصد برخوردار است به عنوان محدوده آلودگی هوا در نظر گرفته شد.

محدوده مرکزی (تیره‌ترین رنگ) در نقشه احتمال تجاوز آلودگی هوای شهر اراک از آستانه قابل تحمل (شکل ۵) که از

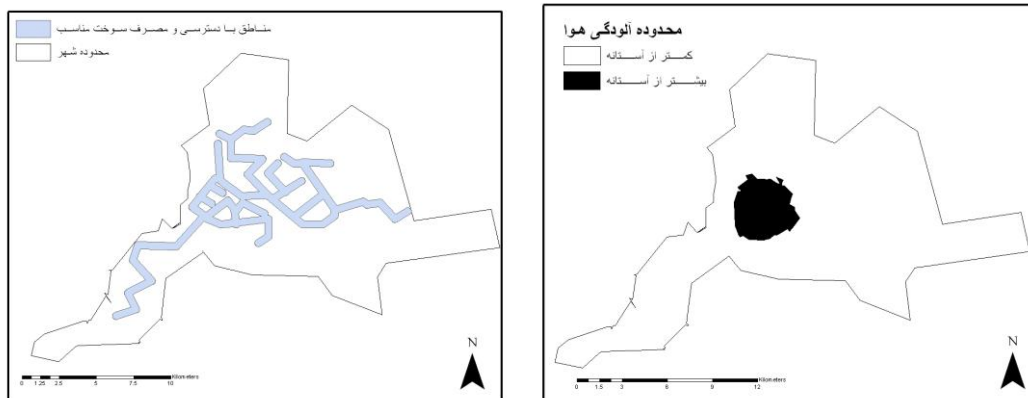


شکل ۵- نقشه احتمال تجاوز آلودگی هوای شهر اراک از آستانه قابل تحمل

Figure 5. The map shows the probability of which ground level Arak air pollution exceeds from threshold level

دایره گسترش بیشتر مسیرهای دسترسی مربوطه توزیع جغرافیایی متوازن تری دارد.

از این رو نقشه آلودگی هوا (شکل ۶، راست) نیز شرایط مشابهی دارد و احتمال بالای تجاوز از آستانه آلودگی هوا مشخصا در مناطق مرکزی شهر دیده می شود. لیکن نقشه مصرف بهینه سوخت (شکل ۶، چپ) از این قاعده پیروی نمی کند و نظر به



شکل ۶- نقشه آلودگی ترافیکی هوا در اراک (راست) و نقشه مصرف بهینه سوخت در اراک (چپ)

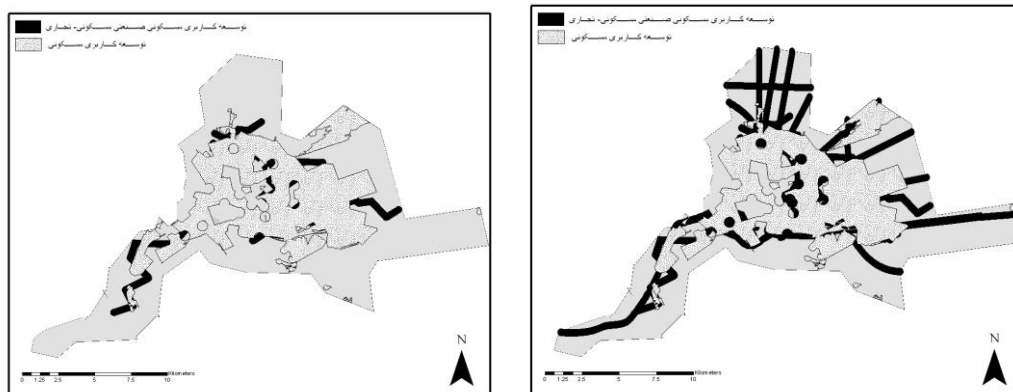
Figure 6. Traffic induced air pollution map in Arak (right) and map of optimized fuel consumption in Arak (left).

بود. این رویکرد اگرچه مشکلات آلودگی هوا و صوت را حل می کند، لیکن باعث بدون استفاده ماندن بخش قابل ملاحظه‌ای از شهر برای توسعه می گردد. علاوه بر آن که بسیار از مناطق مسکونی همچنان فاقد دسترسی مناسبی هستند. در اینجا توجه به گزینه دوم ضروری می گردد. بدین معنی که در صورت استقرار صحیح کاربری‌های شهری مسیرهای دسترسی و بالطبع مصرف بهینه سوخت محدود به مناطق شکل هفت نمی‌گردد. لذا در درجه اول می‌توان به حفظ موقعیت فعلی مناطق مسکونی فکر کرد (شکل ۷ چپ). لیکن با یک رویکرد نسبتاً خوشبینانه می‌توان از تمامی پتانسیل های جاده ای موجود استفاده کرد و نقشه استقرار کاربری‌های شهری را براساس آن تنظیم کرد (شکل ۷ راست).

برآورد اولیه کارآمدی منطقه مطالعاتی برای استقرار کاربری‌های شهری با ترکیب سه نقشه اخیر (شکل های ۴ و ۵ و ۶ چپ) حاصل می‌گردد که حکایت از نامناسب بودن بیش از ۸۰ درصد منطقه برای استقرار کاربری‌ها دارد. تطبیق آن با شرایط حاضر (شکل ۳) بیانگر استقرار فاجعه آمیز و غیرقابل حل کاربری‌های فعلی است. لیکن این بر آورد دارای ایراداتی به شرح ذیل است:

(۱) آلودگی‌های هوا و صوت درحال حاضر، نتیجه تردد محدود در مناطق مسکونی و سایر کاربری هاست.  
 (۲) مسیرهای بهینه دسترسی از نحوه استقرار کاربری‌های مسکونی نسبت به سایر کاربری‌ها حاصل می‌شود.  
 با در نظر داشتن گزینه اول می‌توان با حفظ موقعیت فعلی کاربری‌های مسکونی (مبداء تردد شهری) و انتقال سایر کاربری‌ها (مقاصد اصلی تردد شهری) به مناطق مناسب توسعه، از رفع آلودگی‌های هوا و صوت در مناطق مرکزی شهر مطمئن



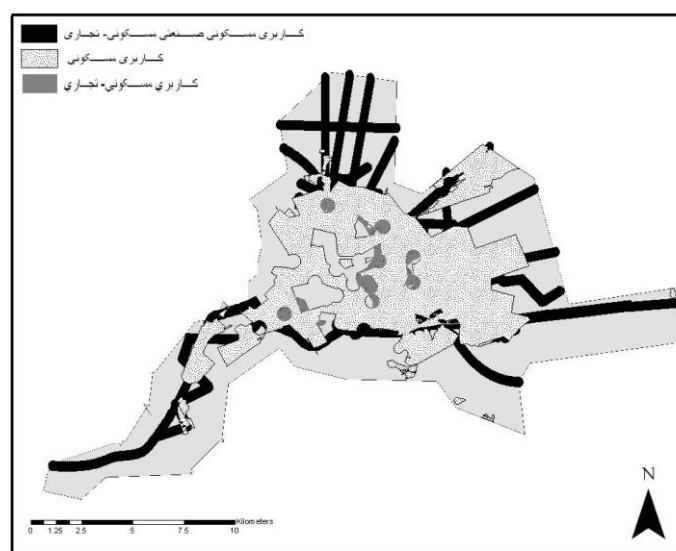


شکل ۷- نقشه توزیع کاربری های اراک باحفظ موقعیت فعلی مناطق مسکونی (چپ) و توزیع کاربری های اراک با استفاده از تمامی پتانسیل های جاده ای موجود (راست)

Figure 8. Landuse distribution map while preservation of recent locality of residence areas (left) and Figure 9. A map of Arak landuse distribution map using all available potentials (right)

شرایط کماکان بخشی از مناطق مسکونی محروم از دسترسی مناسب می باشند که برای حل این معضل از یکسو و نیز بال رفتن ضریب اطمینان از کارآمدی مسیرها می توان دو گزینه را به تناسب امکانات فنی و اقتصادی مد نظر داشت: حذف یا انتقال مناطق فاقد دسترسی و توسعه شبکه حمل و نقل در مناطق فاقد دسترسی.

از آنجا که مناطق صنعتی ذاتا مولد انواع آلودگی هستند، صرف نظر از جنبه های ترافیک و حمل و نقل، استقرار کاربری های مسکونی-صنعتی در فضای بین کاربری های مسکونی منطقی نیست. از این حیث با اختصاص این مناطق به کاربری های مسکونی-تجاری، می توان نقشه نهایی استقرار کاربری های شهری به صورت شکل ده طراحی نمود. در این



شکل ۸- طرح نهایی توزیع کاربری های شهری اراک

Figure 10. Final plan of urban landuse distribution in Arak

## بحث و نتیجه گیری

نگاهی گذرا به توزیع مکانی کاربری‌های تجاری، مسکونی و صنعتی (شکل ۳) حاکی از تمرکز قابل بحث آن‌ها در بخش‌های مرکزی شهر است. از آن‌جا که اجرای این سناریو برای مناطق مسکونی-صنعتی و مسکونی-تجاری کم‌هزینه‌تر و کم‌چالش‌تر از مراکز تجاری و تفریحی است، انتقال مناطق می‌تواند در اولویت قرار گیرد. از این رو اولویت‌های این تحقیق برای بهینه‌سازی سیستم حمل و نقل اراک از منظر کاهش عوارض زیست محیطی و با توجه به ارزیابی مناطق مستعد و موجود کاربری شهری در منطقه مطالعاتی اولویت‌های ذیل برای کاهش مصرف سوخت در منطقه به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- انتقال مناطق مسکونی-صنعتی و مسکونی-تجاری به مناطق مستعد غیر مرکزی شهر
- استقرار بخشی از مناطق مسکونی-تجاری به مناطق مستعد مرکزی شهر
- تثبیت نسبی موقعیت مناطق مسکونی
- حذف بخش کوچکی از مناطق مسکونی
- مدیریت مسیرهای تردد شهری و افزایش محدود مسیرهای دسترسی

این تحقیق دربردارنده یک روش علمی برای درک درست ارتباط پارامترهای محیط زیستی، کاربری‌های شهری و شبکه حمل و نقل می‌باشد که در چارچوب پردازش یک مدل جغرافیایی-محیط زیستی و آنالیز توسعه صحیح کاربری‌های شهری و جاده‌ها نشان داده می‌شود. این تحقیق به برنامه ریزان و سیاست‌گذاران شهر اراک این امکان را می‌دهد که گزینه‌های مختلف توسعه را از ابعاد زیست محیطی (مصرف سوخت، آلودگی هوا و صوت) مورد بررسی قرار دهند. روش توسعه یافته در این سیستم برای انتخاب مکان نسبتاً دقیق کاربری‌ها یا مسیرها است و به عنوان ابزاری در برنامه ریزی شهری این امکان را به متخصصین امر می‌دهد که گزینه‌های مختلف را با سودمندی‌ها و مضراتشان بررسی کنند.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه اراک که با پشتیبانی مالی طرح پژوهشی داخلی، مورخ ۹۳/۱۰/۸ و به شماره قرارداد ۹۳/۱۱/۳۳۶ زمینه نگارش مقاله را فراهم نموده‌اند، قدردانی می‌گردد.

## منابع

۱. هادی زنوز، ب، منصور زراء نژاد، حسن طایبی و مسعود خداپناه، ۱۳۹۰، پیامدهای بیرونی حمل و نقل با خودرو شخصی در شهر تهران، فصلنامه اقتصاد مقداری، دوره ۸، شماره ۲، ص ۵۱-۵۷
2. Nicolett. G., Arcuri. N, Nicoletti .G, Bruno .N, 2015, [A technical and environmental comparison between hydrogen and some fossil fuels](#), Energy Conversion and Management, Vol 89, pp 205-213
3. Chen . H, Lena. Q, Gao. B, Cheng.G, 2013, [Influence of Cu and Ca cations on ciprofloxacin transport in saturated porous media](#), Journal of Hazardous Materials, Vol 262, pp 805-811
4. Tiruta. B. L., [Using PHREEQC for modelling and simulation of dynamic leaching tests and scenarios](#), Journal of Hazardous Materials, Vol 157 (2), pp 525-533
5. Mendiola. L, González .P, Cebollada .A, 2015, [The relationship between urban development and the environmental impact mobility: A local case study](#), Land Use Policy, Vol 43, pp 119-128
6. Aljoufie. M, 2014, [Toward integrated land use and transport planning in fast-growing cities: The case of Jeddah, Saudi Arabia](#), Habitat International, Vol 41, pp 205-215

تکنولوژی محیط زیست، ۱۳۸۸، دوره یازدهم، شماره

سه

11. Marletto, G., 2014, *Car and the city: Socio-technical transition pathways to 2030, Technological Forecasting and Social Change, Volume 87, Pages 164-178*

۱۲. هادی پور. م و شراره پورابراهیم، مکانیابی مناطق

مسکونی در برنامه ریزی حمل و نقل شهری با

استفاده از GIS و مدلسازی ریاضی انتشار آلودگی

هوا، مجله علمی پژوهشی محیط شناسی، ۱۳۹۰،

شماره ۵۹

۱۳. استاندارد آلودگی صوت و ارتعاش، ۱۳۷۸، سازمان

حفاظت محیط زیست

۱۴. استانداردهای هوای پاک در ایران. ۱۳۸۸، مصوبه

شورای عالی حفاظت محیط زیست، سازمان حفاظت

محیط زیست ایران.

7. Pleng, U. J., and Devel. J., 2005. Mode Biases of Urban Transportation Policies in China and their Implications. Journal of Urban Planning and Development, Vol 131(2), pp58-70.

۸. هادی پور. مهرداد و شراره پورابراهیم، مدیریت

زیست محیطی حمل و نقل شهری اراک به کمک

مدل سازی کاهش مصرف سوخت در مسیریابی

مناسب به کمک GIS مهندسی حمل و نقل،

۱۳۹۲، سال چهارم، شماره چهارم

9. Samanta, S.K.; Singh, O.V.; Jain, P.K., 2002, polycyclic aromatic hydrocarbons: environmental pollution and bioremediation. Trends in biotechnology, Vol: 20, No:6

۱۰. وطنخواه.م، بررسی اثرات کاربری زمین و توسعه

شهری بر حمل و نقل سریع همگانی، علوم و