

رهیافت زیست محیطی در پهنه بندی و توسعه حمل و نقل غیر موتوری به کمک GIS، مطالعه موردی: شهر اراک

مهرداد هادی‌پور، استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

Email: mhadipour50@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۲۸ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۳۰

چکیده:

سالانه بودجه نسبتاً زیادی صرف تأمین نیازهای حمل و نقل موتوری در شهرها می‌شود. واردات بنزین، ساخت و ساز جاده‌ها، هزینه تعمیرات و نگهداری خودروها، از جمله این هزینه‌ها هستند. همچنین نقش بارز تردد خودروها در عوارض زیست محیطی از قبیل مصرف انرژی، ایجاد آلاینده‌های هوا و صوت بر این هزینه‌ها می‌افزاید. در این راستا، لزوم توجه به مدیریت زیست محیطی در حمل و نقل شهری افزایش می‌یابد. یکی از راهکارهای این نوع مدیریت استفاده هرچه بیشتر از مدهای غیرموتوری (پیاده روی و دوچرخه سواری) است. هدف تحقیق، طراحی و توسعه یک مدل در محیط GIS با رویکرد معرفی مناطق قابل توسعه جهت توسعه حمل و نقل غیرموتوری است. شهر اراک به عنوان یک شهر در حال توسعه در ایران به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. روش تحقیق طراحی یک روش محاسبه سطح دسترسی به مناطق تجاری، تفریحی و اداری برای مدهای حمل و نقل با اولویت‌های غیرموتوری حمل و نقل بوده است. ابزار GIS با توانایی ارزیابی گزینه‌های مختلف و نیز همپوشانی لایه‌ها، ابزاری کارآمد در این تحقیق تلقی می‌شود. نتایج بیانگر پتانسیل بالای مناطق مطالعاتی جهت توسعه حمل و نقل غیرموتوری است. نقشه‌های مختلف بیانگر استفاده غیرضروری و در برخی موارد، ناکارآمد حمل و نقل موتوری در بخشهای متعددی از شبکه حمل و نقل است که عوارض زیست محیطی فراوانی را به همراه دارد. این تحقیق به روشنی در بر دارنده یک رهیافت علمی در حمل و نقل شهری است که ثابت می‌کند کاهش عوارض زیست محیطی حمل و نقل با تردد غیرموتوری در بسیاری از موارد، خللی در دسترسیها وارد نمی‌کند. این رویکرد می‌تواند در برنامه ریزی شهری در سطوح منطقه‌ای و کشوری مورد استفاده واقع شود.

واژه‌های کلیدی: دسترسی، حمل و نقل شهری، محیط زیست، سیستم اطلاعات جغرافیایی، پیاده روی و دوچرخه سواری

۱. مقدمه

دستیابی به توسعه پایدار شبکه حمل و نقل شهری نیازمند برنامه ریزی اصولی و کارآمد، و اجرای دقیق آن است. توسعه متعادل و متوازن حمل و نقل شهری نیازمند بررسی دقیق و همه جانبه مدهای مختلف حمل و نقل شهری است [Montero et al., 2003]. بررسی و شناخت توانها، کمبودها، فرصتها و تهدیدات، و تعیین مدهای بهینه حمل و نقل شهری، ضرورتی اجتناب ناپذیر در برنامه های توسعه حمل و نقل شهری است. شناخت توانها و امکانات موجود در شبکه حمل و نقل، در کنار کمبودها و تهدیدات، به برنامه ریز این امکان را می دهد تا براساس نیازها و شرایط خاص شهر، جهت و الگوی توسعه شبکه حمل و نقل شهری را مشخص و برنامه ای هماهنگ و متناسب با شرایط ارائه کند [Szeto and Hong, 2006]. زیرساخت شامل شبکه های حمل و نقل و همچنین گره ها یا پایانه ها مانند فرودگاه ها و ایستگاه های راه آهن است. مدها، ترکیبی از شبکه ها، وسایل نقلیه و بهره برداری هستند و شامل پیاده رفتن، دوچرخه سواری، سیستم خودرو بزرگراه، ریلی، حمل و نقل دریایی) کشتی ها، راه های آبی و کنترل ترافیک هوایی هستند [Bolbol et al., 2012]. آنچه در این طبقه بندی ها بسیار حائز اهمیت است، میزان و چگونگی استفاده از نیروی انسانی است.

چیدمان مدهای حمل و نقل، در صورتی به توسعه پایدار شبکه حمل و نقل منجر خواهد شد که سه جزء اصلی محیط زیست، رشد اقتصادی و توسعه اجتماعی در آن مد نظر قرار گرفته باشند. مطالعات انجام شده در این خصوص [Rogerson, 1999] نقش محوری انسان را در برقراری ارتباط بین اجزای فوق به اثبات می رساند. سالانه بودجه نسبتاً زیادی جهت تأمین نیازهای حمل و نقل موتوری در شهرها هزینه می گردد. واردات بنزین، ساخت و ساز جاده ها، هزینه تعمیرات و نگهداری خودروها... از جمله این هزینه ها هستند. از طرفی نقش بارز تردد خودروها

در عوارض زیست محیطی از قبیل مصرف انرژی، ایجاد آلاینده های هوا و صوت، تراکم و ناکارآمدی کاربریها، بر این هزینه ها می افزاید. در این راستا توجه به مدهای غیرموتوری حمل و نقل (پیاده روی و دوچرخه سواری) به عنوان روشی موفق در کاهش هزینه های اقتصادی و زیست محیطی حمل و نقل شهری قابل بحث است. از سوی دیگر محیط زیست در نظام برنامه ریزی از جایگاه ویژه ای برخوردار است که اولویت نگرش راهبردی به آن را انکارناپذیر می سازد، اعمال این نگرش، درافزایش کارآمدی برنامه ریزی نتایج مشهودی به جای گذاشته است [Makhdom, 2011]. در این راستا مقوله حمل و نقل به ویژه حمل و نقل شهری با توجه به نقش پررنگ در مصرف منابع سوختی، کاربری سرزمین، آلودگیهای صوتی و هوا حائز اهمیت شایانی است. در یک طبقه بندی کلی می توان حمل و نقل را به سه بخش زیرساخت، وسایل نقلیه و بهره برداری تقسیم کرد [Pourebrahim and Hadipour, 2012]. با توجه به تمرکز برنامه ریزان حمل و نقل بر دسترسها و سایر جنبه های دینامیک حمل و نقل شهری عوارض زیست محیطی آن به شدت مورد بی توجهی واقع شده است. مطالعات انجام شده در خصوص محیط زیست و حمل و نقل، عمدتاً در راستای کاهش آلودگیها و عوارض زیست محیطی است که راهکارهای مرتبط با وسایل نقلیه و بهره برداری را پس از توسعه زیرساختها مد نظر دارد. از این جمله، راهکارهایی چون مسیر یابی مناسب [Hadipour and Pourebrahim, 2013] می تواند در کاهش مصرف سوخت، مؤثر واقع شود، سوختهای کم آلوده کننده، [Bordoloni, et al., 2014] می توانند آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل را کاهش دهند و سنجش و مدلسازی آلودگی صوتی حمل و نقل [Murphy, et al., 2009] می تواند مشکلات روانی و عصبی توسعه حمل و نقل را به حداقل برساند، اما خلاء توجه به عوامل فراساختاری و زیرساختهای حمل و نقل، اهمیت پیشگیری از عوارض زیست محیطی حمل و نقل را

کمرنگ نشان می دهد. در این راستا مطالعات مختصری صورت گرفته است، از جمله مطالعات انجام شده در خصوص توسعه پایدار شهری [Dimitriou, 2006] یا چگونگی همجواری کاربریهای شهری در شبکه های استاندارد که اهمیت تردد معقول بین کاربری ها را در حفظ سلامت شهری به اثبات می رسانند [Turrell, et al., 2013] است، لیکن توجه همه سونگر به مبانی دینامیک زیست محیطی حمل و نقل و زیر ساختهای آن به چشم نمی خورد. این مهم می تواند با محاسبه درست دسترسها بین نقاط اصلی مبداء و مقصد شهر محقق گردد که با شناخت مدهای مناسب حمل و نقل در کنار مسیرهای اصلی تردد در چارچوب محاسبات و نقشه سازی میسر است. نرم افزار GIS می تواند کمک شایانی به تسهیل روند مکانیابی مسیر های اصلی دسترسی در حمل و نقل شهری نماید. نظربه جایگاه برنامه ریزی حمل و نقل به عنوان یک معیار ارزشمند در زندگی انسان امروزی، استفاده درست از مدهای حمل و نقل شهری اهمیت بسیاری پیدا می کند.

شهر اراک به عنوان یک کلان شهر در حال توسعه در ایران به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. عمده دلایل این انتخاب را می توان تراکم و تعدد مراکز مختلف صنعتی و تجاری مسکونی، در این شهر، وجود مسیرهای جاده ای مختلف دسترسی این مراکز به یکدیگر و لزوم بهینه سازی حمل و نقل شهری، تردد قابل ملاحظه خودرو ها به ویژه در بخش دولتی و جاذبه های زیست محیطی شهر دانست. تردد بهینه و کم هزینه می تواند ضامن توسعه پایدار به ویژه در محیط شهری باشد که نقش مهمی در ایجاد تعادل بین عوارض زیست محیطی و کیفیت زندگی ایفا می کند. مبانی تحقیق می تواند با بررسی های بیشتر به عنوان یک استاندارد زیست محیطی در حمل و نقل کشوری مورد توجه قرار گیرد که اهمیت و ضرورت چنین تحقیقاتی را بیشتر بیان می دارد. در توسعه شبکه حمل و نقل یک رابطه مشهود بین تراکم توسعه

شهری و انواع حمل و نقل وجود دارد که در توسعه پتانسیلهای فضایی شهری در شبکه حمل و نقل باید مد نظر قرار گیرد. تراکم های یک و نیم یا کمتر برای خودرو ها مناسب هستند و تراکم های شش و بیشتر برای قطار [Karbalae Noori and Riahi Dehkordi, 2007]. شبکه های حمل و نقل بسیاری از شهرها، در برآوردن نیازهای فضایی ترافیکی دارای این میزان تراکم نبوده و از مشکلات ترافیکی رنج می برند. ترانزیت سریع شخصی ممکن است این خلاء را پر کند، همچنین کاربری زمین از فعاليتها پشتیبانی می کند. این فعالیت ها از نظر فضایی از هم فاصله دارند. استفاده مطلوب از کاربری زمین، فاصله بین فعاليتها عادی و روزمره را کاهش می دهد (مانند خانه و خرید آذوقه)، و مکانهای توسعه یافته دارای تراکم بیشتر را نزدیک خطوط حمل و نقل و مراکز فعالیت قرار می دهد. کاربری زمین نامناسب باعث تمرکز فعاليتها (مانند مشاغل) در محل دور از سایر مقصدها (مانند خانه و مراکز خرید) می شود. از آنجا که راههای صرفه جویی در تراکم محدودند، طراحی مناسب تسهیلات حمل و نقلی در چارچوب استفاده از مدهای مختلف حمل و نقل، نقش مؤثری در ایجاد آرامش فضایی در محیط شهری دارد. یک سیستم حمل و نقل کارا می تواند از هدر رفتن زمین جلوگیری کند. کاربرد GIS در مطالعات حمل و نقل شهری همواره و بیشتر در مدیریت و خدمت رسانی ترافیک جاری مد نظر بوده است. [Leslie et al., 2012] و بخش دیگری از ترافیک شهری، یعنی طراحی شبکه و اثرات آن بر ترافیک جاری کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین نیاز به مدیریت مکان یابی و ساماندهی مسیرها و مدهای ترافیک جهت سازماندهی ترافیک شهری از موضوعات مهم به شمار می آید. بنابراین در این مقاله سعی بر شناسایی پارامترهای تأثیر پذیر از مدهای حمل و نقل در سطح شهر اراک و عوامل مؤثر در افزایش کارکرد آنها شده است. در این تحقیق با بهره گیری از متمم Network Analysis در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی

(GIS) مکان استقرار و شعاع عملکرد و دسترسی مدهای حمل و نقل در سطوح شهر، با اولویت حمل و نقل غیرموتوری مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. اساس کار در این متمم سرعت ممکن حرکت خودرو در شبکه معابر و طول معابر مورد نظر توزیع فضایی است. با استفاده از این روش، مناطقی که خارج از محدوده شعاع خدماتی مد مربوطه قرار می گیرند شناسایی شده و بر اساس پارامترهای ذکر شده در سایر مدها بررسی می شوند. مطالعه حاضر که با این هدف و در ادامه پژوهشهای علمی انجام شده، سعی در شناخت قابلیتها و نقطه ضعف شبکه حمل و نقل شهر اراک و شناسایی سهم و پتانسیل کمی هریک از مدهای حمل و نقل در توسعه شبکه حمل و نقل را دارد. در این راستا این پژوهش روشی را برای تعیین مدهای مناسب حمل و نقل شهری ارائه می کند که می تواند تامین کننده اهداف زیر باشد:

- * محاسبه و شناسایی درست مدهای بهینه تردد برای کاهش عوارض اقتصادی و زیست محیطی در حمل و نقل شهری اراک
- * شناسایی عوامل مؤثر در انتخاب مدهای بهینه حمل و نقل شهری اراک
- * بررسی پتانسیلهای دسترسی مدهای مختلف حمل و نقل در شهر اراک از لحاظ تأثیر جانمایی کاربری های شهری (نقاط مبداء و مقصد) از طریق نقشه سازی با کمک نرم افزار GIS

۲. روش تحقیق

۱-۲ چارچوب روش تحقیق

روش تحقیق دربردارنده فازهای اصلی زیر است :

- ۱- محاسبه و نقشه سازی سطوح دسترسی مدهای مختلف حمل و نقل شهری در محیط GIS
- ۲- ترکیب، برآورد سطوح دسترسی مدهای مختلف در حمل و نقل شهری اراک در محیط GIS
- ۳- اولویت بندی و تخصیص سطوح دسترسی شهر به مدهای

مختلف حمل و نقل شهری

با توجه به ماهیت این پژوهش اطلاعات مکانمند و آماری زیادی در ارتباط با سیاستها و معیارهای علمی مورد نیاز است. نقشه های پایه منطقه در قالب فایل های Shape file و CAD در دسترس قرار داشتند که فایل های CAD بر حسب ضرورت به Shape file تغییر فرمت داده شدند. برای نقشه های پایه از اطلاعات اداره راه و شهر سازی استان مرکزی استفاده شد و اطلاعات آماری نیروی انتظامی و شهرداری اراک برای استخراج داده های ترافیکی مورد استفاده قرار گرفت. تصمیم گیری نهایی با در نظر گرفتن توأم مشخصات مکانمند و ریاضی در قالب یک روش مشخص باز می گردد.

۲-۲ نقشه سازی سطوح دسترسی در حمل و نقل شهری اراک

دلیل اصلی تردد در شهر به مقصد اصلی تردد و حمل و نقل شهری باز می گردد که در نظام تردد شهری این مقاصد را می توان شامل اماکن اداری، اماکن تجاری و اماکن تفریحی دانست [Haughton, 2003]. شناسایی مناطق واجد دسترسی مناسب به این مقاصد می تواند یکی از گزینه های کاهش عوارض زیست محیطی باشد. این فرآیند به کمک نرم افزار ArcGIS در غالب شناسایی مسیرهای ممکن برای سه مد حمل و نقل (پیاده مداری، دوچرخه سواری و حمل و نقل موتوری) با توجه به پارامترهای سرعت متوسط در جاده ها و تفکیک مقاصد اصلی تردد شهری میسر است.

۲-۲-۱ نقشه سازی سطح دسترسی پیاده مداری در حمل و

نقل شهری اراک

این مهم به کمک گزینه Buffering نرم افزار ArcGIS و بدون در نظر داشتن مسیر جاده های موجود انجام می گیرد، چشم پوشی از مسیر جاده ها به دلیل آزادی عمل شخص در استفاده از سایر سطوح برای پیاده روی است. شعاع پیاده مداری در این تحقیق معادل ۴۵۰ متر در نظر گرفته می شود [Robert, 2005]. طی مراحل نرم افزاری زیر می توان این فرآیند را به انجام رساند:

New Closed Facilities و New Service Area درمتمم Network Analyst نرم افزار ArcGIS محاسبه و نقشه سازی می شود. برای فعال سازی گزینه های تعریف و پردازش پیش فرضهای زیر در متمم نرم افزاری مذکور انجام می گیرند:

الف) مقاصد تردد همسو با لایه اطلاعاتی مقاصد اصلی تردد شهری (Main Destination)

ب) ۲۰ دقیقه به عنوان زمان تردد

ج) ۶ متر بر ثانیه به عنوان سرعت تردد

مدل تعریف شده، پس از فعال سازی قادر به تعیین بهترین سطح دسترسی به مقاصد اصلی تردد شهری خواهد بود.

۲-۲-۳ نقشه سازی سطح دسترسی خودرو در حمل و نقل

شهری اراک

سطح دسترسی اتومبیل در حمل و نقل شهری اراک همانند دوچرخه سواری با استفاده از بارگذاری گزینه های New Service Area و New Closed Facilities درمتمم Network Analyst نرم افزار ArcGIS محاسبه و نقشه سازی می شود. تنها تفاوت موجود در این خصوص، سرعت متوسط تردد خودرو در شهر اراک است که برای آن از استانداردهای سرعت متوسط خودرو در تپهای مختلف خیابانهای شهری [FHWA, 2000] استفاده می شود.

۲-۲-۴ نقشه سازی سطح دسترسی مناطق مسکونی در

مدهای مختلف حمل و نقل شهری اراک

شناسایی و مشخص نمودن میزان و همچنین چگونگی دسترسی مناطق مسکونی به عنوان مبداء اصلی تردد شهری [VTPI, 2007] نقش بسیار اساسی در برنامه ریزی حمل و نقل شهری دارد. سطح دسترسی مناطق مسکونی در حمل و نقل شهری اراک با استفاده از همپوشانی لایه مناطق مسکونی با لایه های دسترسی مدهای حمل و نقل به کمک گزینه های Intersect و Erase نرم افزار ArcGIS محاسبه و نقشه سازی می شود.

الف) تجمیع لایه های اطلاعاتی مربوط به اماکن تجاری، اداری و تفریحی شهر به صورت یک لایه اطلاعاتی با عنوان مقاصد اصلی تردد شهری (Main Destination)

ب) پردازش و ساخت حریم ۴۵۰ متری از لایه مقاصد اصلی تردد شهری به کمک گزینه Buffering نرم افزار ArcGIS به عنوان محدوده دسترسی پیاده

۲-۲-۲ نقشه سازی سطح دسترسی دوچرخه در حمل و

نقل شهری اراک

در شناسایی و نقشه سازی سطح دسترسی دوچرخه در حمل و نقل شهری اراک، یک الگوی سرعت ثابت در نظر گرفته شده است. این مهم از دو حالت قابل بررسی است: در نظر داشتن بعد ۴۵۰۰ متر به عنوان شعاع توانمندی دوچرخه سوار در طی مسیر [Robert, 2005] و در نظر داشتن ۲۰ دقیقه مدت زمان مناسب دسترسی به مقاصد اصلی تردد شهری [VTPI, 2007] و ۶ متر بر ثانیه به عنوان سرعت متوسط تردد دوچرخه [Sport Group of News Club, 2003].

در حالت اول (در نظر داشتن شعاع توانمندی دوچرخه سوار) فرآیند محاسبه و نقشه سازی شباهت زیادی به پیاده مداری دارد، با این تفاوت که مسیرهای جاده ای نیز مورد توجه قرار می گیرند. مراحل محاسبه و نقشه سازی در این حالت به قرار زیر است:

الف) پردازش و ساخت حریم ۴۵۰ متری از لایه مقاصد اصلی تردد شهری (Main Destination) به کمک گزینه Buffering نرم افزار ArcGIS به عنوان محدوده دسترسی دوچرخه

ب) ساختن یک سری داده اطلاعاتی مناسب برای لایه جاده های شهری در ArcCatalog

ج) شناسایی و استخراج جاده های موجود محدوده دسترسی دوچرخه، با روی هم گذاری لایه اطلاعاتی این محدوده و لایه جاده های شهر کمک گزینه Intersect نرم افزار ArcGIS

در حالت دوم سطح دسترسی با استفاده از بار گذاری گزینه های

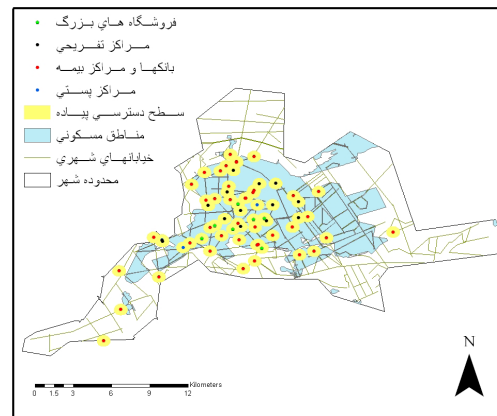
۲-۳ چارچوب ارزشیابی و سیاستگذاری

فرآیند نقشه سازی در GIS مبتنی بر اولویت های اقتصادی - اجتماعی و فنآوری است. در این راستا کارآیی روش با توسعه و ارزیابی سناریوهای متعدد مورد بررسی قرار می گیرد. در این راستا فاکتورهای مختلف با توجه به اولویتهای فیزیکی، اقتصادی و زیست محیطی مورد استفاده قرار می گیرند. این مهم که با توجه به بررسی و مقایسه شرایط مختلف صورت می پذیرد شرایط مناسب و نامناسب توسعه حمل و نقل شهری را مورد ارزشیابی قرار می دهد که اقدامی راهبردی به سوی سیاستگذاری صحیح محسوب می شود.

۳. نتایج و یافته ها

۱-۳ بررسی سطح دسترسی در پیاده مداری

سطح دسترسی در پیاده مداری (شکل ۱) حاکی از پوشش حدود ۲۰ درصد مناطق مسکونی شهر است. پراکنش قابل ملاحظه این سطوح در مناطق مرکزی شهر (نقطه تمرکز مقاصد اصلی حمل و نقل شهری)، موید اهمیت و قابلیت توجه این سطوح در تردد شهری است.

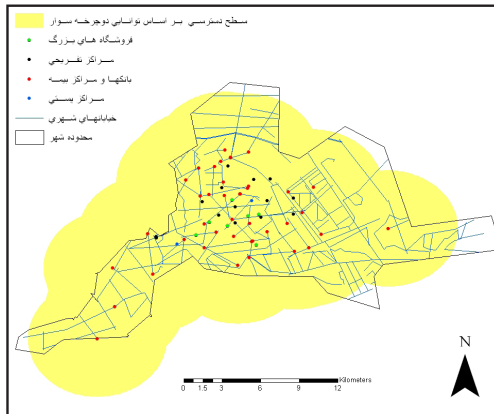


شکل ۱. موقعیت سطح دسترسی در پیاده مداری شهر اراک

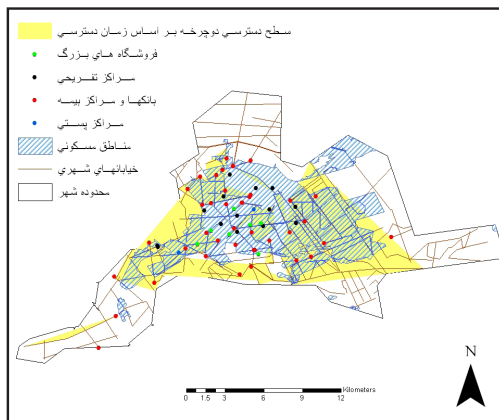
۲-۳ بررسی سطح دسترسی در دوچرخه سواری

سطح دسترسی در دوچرخه رانی بر اساس توان دوچرخه ران شکل (۲) حاکی از پوشش بیش از ۹۰ درصد شهر است. با توجه

به اینکه درصد باقیمانده شامل مناطق حاشیه ای و غیرمسکونی شهر است، با نگاهی سطحی به این امر می توان ادعا کرد که کل حمل و نقل شهری اراک را می توان با دوچرخه رانی پوشش داد. اما این نوع نگاه صرفا در بردارنده نگرشی ورزشی و تفریحی است، در حالی که مهم ترین پارامتر در تردد شهری زمان دسترسی است [VTPI, 2007]. با اعمال زمان ۲۰ دقیقه برای این پارامتر و ۶ متر بر ثانیه به عنوان سرعت متوسط دوچرخه، نقشه سطح دسترسی دوچرخه رانی در اراک به صورت شکل (۳) قابل رویت است. این شکل حاکی از پوشش حدود ۵۰ درصد مناطق مسکونی شهر است. اما از ناکارآمدی آن در مناطق مسکونی مرکز شهر - که محل تمرکز مقاصد اصلی تردد شهری است، نمی توان به سادگی گذشت.



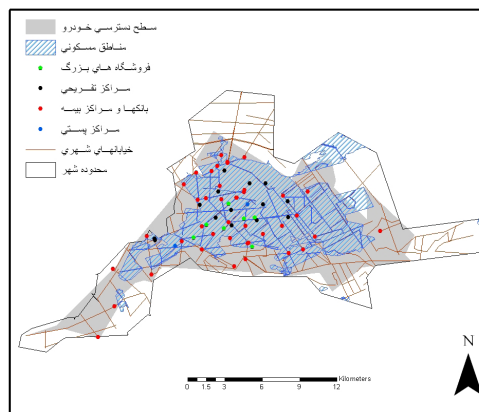
شکل ۲. موقعیت سطح دسترسی در دوچرخه سواری شهر اراک بر اساس توان دوچرخه سواری



شکل ۳. موقعیت سطح دسترسی در دوچرخه سواری شهر اراک بر اساس زمان دسترسی

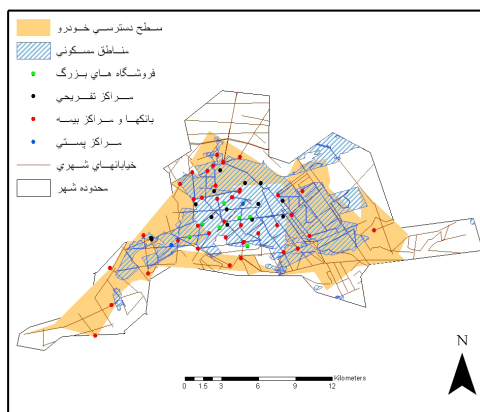
۳-۳ بررسی سطح دسترسی خودروها

با اعمال زمان دسترسی ۲۰ دقیقه و سرعت متوسط خودرو بر حسب تیپ جاده ها [FHWA, 2000]، نقشه سطح دسترسی خودرو در اراک به صورت شکل (۴) قابل رویت است. این شکل نشانگر پوشش بیش از ۸۰ درصد مناطق مسکونی شهراست.

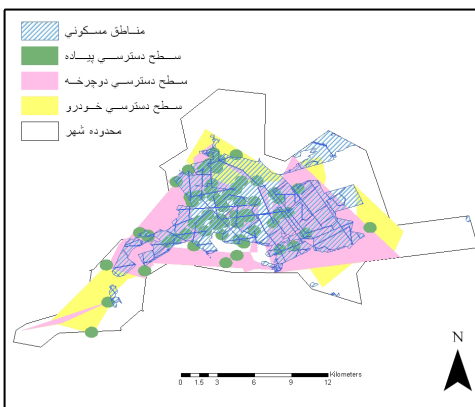


شکل ۴. سطح دسترسی خودروهای موتوری شهر اراک بر اساس استانداردهای سرعت خودرو

نهایی دسترسی ها به صورت شکل ۶ خواهد بود. این شکل حاکی از خلاء دسترسی در برخی از مناطق مسکونی به ویژه در مناطق با اهمیت مرکزی شهر است.



شکل ۵. سطح اصلاح شده دسترسی خودروهای موتوری شهر اراک بر اساس اطلاعات آماری



شکل ۶. نقشه نهایی دسترسی شهر اراک بر اساس اولویت بندی مدهای حمل و نقل

۴. جمع بندی و نتیجه گیری

جمع بندی نهایی دسترسیهای شهری در اراک شکل (۶) بیانگر پتانسیل بالای شهر برای توسعه حمل و نقل غیرموتوری است به گونه ای که تنها بخش کوچکی از شهر نیازمند حمل و نقل موتوری است. همچنین خلاء دسترسی را در برخی از مناطق شهر نمی توان نادیده گرفت، در این راستا کارآیی پیاده روی نسبت به سایر مدها در مناطق با اهمیت مرکزی شهر قابل ملاحظه است.

با این رویکرد، تکمیل سیستم حمل و نقل شهری اراک با مشکل چندانی مواجه نخواهد بود، اما این امر با اساس این تحقیق یعنی کاهش هرچه بیشتر حمل و نقل موتوری در راستای حفاظت از محیط زیست شهری همخوانی ندارد. به علاوه بررسیهای آماری موجود [Arak City Management Office, 2007]، حکایت از عدم انطباق سرعت خودرو با استانداردهای مذکور، در مناطق مرکزی شهر و به ویژه در ساعات شلوغ تردد دارد. با اعمال این عدم انطباق (۵۰-۴۰ درصد کاهش سرعت خودرو) نقشه سطح دسترسی خودرو در اراک به صورت شکل (۵) در خواهد آمد. این شکل باز هم خلاء کارآیی حمل و نقل را در مناطق مهم مرکزی اثبات می کند.

۳-۴ بررسی نهایی دسترسی ها و مدهای حمل و نقل در اراک

اولویت بندی مدهای حمل و نقل شهری با توجه به ملاحظات زیست محیطی و نیز کارآیی مدها به ترتیب شامل پیاده مدار، دو چرخه رانی و خودروی موتوری خواهد بود. براین اساس نقشه

توجه به عوامل فراساختاری و زیر ساختهای حمل و نقل را برای پیشگیری از عوارض زیست محیطی کاهش می دهد. روش توسعه یافته در این تحقیق به عنوان ابزاری در برنامه ریزی حمل و نقل شهری این امکان را به متخصصین امر می دهد که گزینه های مختلف را با سودمندیها و مضراتشان بررسی کنند. هدف اصلی این روش توسعه سودمندیها و از بین بردن زیانهای حمل و نقل شهری است که برای شهری متراکم مانند اراک حائز اهمیت است. این روش با وارد کردن مباحث زیست محیطی در بحث صرفا اقتصادی حمل و نقل به بهینه سازی سیستم حمل و نقل در سایر ابعاد نیز کمک می کند.

۵. مراجع

- Bolbol, A., Cheng, T., Tsapakis, L. and Haworth, J. (2012) "Inferring hybrid transportation modes from sparse GPS data using a moving window SVM classification", *Computers Environment and Urban Systems*, Volume 36, Issue 6, pp. 526-537

-Bordoloi, N., Rai, S., Chaudhuri, M. and Mukherjee, A. (2014) "Deep-desulfurization of dibenzothiophene and its derivatives present in diesel oil by a newly isolated bacterium *Achromobacter* sp. to reduce the environmental pollution from fossil fuel combustion", *Fuel Processing Technology*, Volume 119, pp. 236-244

-Federal Highway Administration (2000) "Functional classification guidelines" US Department of Transportation, USA.

نتایج نشان می دهد که دسترسی بخش قابل ملاحظه ای از شهر به کمک دوچرخه رانی قابل حل است. طبیعی است که تحت هر شرایطی، کاهش عملیات عمرانی و شهرسازی از اولویت بالایی برای توسعه برخوردار است.

اما مهم تر از توسعه آتی، اصلاح شرایط نامساعد فعلی است. آشکار است که اختصاص بخشهای قابل ملاحظه ای از سیستم به حمل و نقل غیرموتوری بر اساس شکل ۶ و در چارچوب تدوین مقررات باز دارنده، حداقل در کوتاه مدت امکان پذیر نیست.

مناطق مرکزی شهر در خصوص ناکارآمدی حمل و نقل دو چرخه و خودرو دارای دو نوع نقص هستند: عدم طراحی درست جاده ها و حجم بالای ترافیک به علت تمرکز بیش از حد مقاصد تردد شهری.

یافتن شاخصهای برتر و تحلیل هزینه- فایده، در تدوین اهداف و اولویتهای توسعه شبکه حمل و نقل شهری نقش بسزایی دارد. چیدمان مدهای حمل و نقل در صورتی به توسعه پایدار شبکه حمل و نقل منجر خواهد شد که سه جزء اصلی محیط زیست، رشد اقتصادی و توسعه اجتماعی در آن مد نظر قرار گرفته باشد. سایر مطالعات انجام شده در این خصوص اگرچه به نقش بارز خودروها در عوارض زیست محیطی اشاره دارد، اما توجه به راه حل مدهای غیرموتوری حمل و نقل را در کاهش هزینه های اقتصادی و زیست محیطی به روشنی و به صورت کمی و مکانمند مد نظر قرار نمی دهند.

تلفیق این دو مد با حمل و نقل موتوری که در این تحقیق به صورت کمی و مکانمند ارائه شده است، می تواند در کاهش نقاط ضعف و افزایش فرصتهای برنامه ریزی و امکان سنجی توسعه شبکه حمل و نقل شهری نقشی جدید ایفا کند. این تحقیق همچنین با رویکردی جدید در استفاده از فناوریهای نوین و عملیات محاسباتی و نیز توجه همه سو نگر به مبانی دینامیک زیست محیطی حمل و نقل و زیرساختها، خلاء مطالعاتی عدم

network improvement and tolling strategies: The issue of intergeneration equity”, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 40, Issue 3, pp. 227-243

-Turrell, G., Haynes, M., Wilson, L. and Giles-Corti, B. (2013) “Can the built environment reduce health inequalities? A study of neighbourhood socioeconomic disadvantage and walking for transport “, Health & Place, Volume 19, pp. 89-98

- Victoria Transport Policy Institute (2007) “Generated traffic and induced travel implications for transport planning”, USA.

-پورابراهیم، شراره و هادی پور، مهرداد (۱۳۹۲) "گزارش تحقیقاتی مطالعات آمایش استان مرکزی، ارزیابی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید"، استانداری اراک

-کربلایی نوری، رضا و ریاحی دهکردی، فرانیه (۱۳۸۶) "طرح‌های توسعه شهری، اقتصاد، مدیریت، حمل و نقل و ترافیک در شهرهای جدید"، شرکت عمران شهرهای جدید

-گروه ورزش باشگاه خبرنگاران (۱۳۹۲) "گزارش تاریخیچه دوچرخه سواری"، تهران.

-شهرداری اراک (۱۳۹۱) "گزارش طرح جامع حمل و نقل اراک"، اراک، شهرداری اراک

-مخدوم، مجید (۱۳۹۰) ، "کتاب شالوده آمایش سرزمین"،

-Haughton, G., Hunter, C. and Haughton, H. (2003)“ Sustainable cities”, Routledge Publisher, UK.

Hazell, L. and Brodie, G.(2012) “Applying GIS tools to define prehistoric megalith transport route corridors: Olmec megalith transport routes: a case study”, Journal of Archaeological Science, Volume 39, Issue 11, pp.3475-3479

-Montero, L., Codina. E., Barceló.J and Barceló, P. (2001) “A combined methodology for transportation planning assessment: Application to a case study”, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 9, Issue 3, pp. 213-230

-Murphy. E., King. E. and Rice. H. (2013) “Towards a generic sustainable urban transport strategy for middle-sized cities in Asia: Lessons from Ningbo, Kanpur and Solo”, Environment International, Volume 35, Issue 2, pp. 298-302

-Robert, M. (2005) “Pour en finir avec la société de l’ automobile, CarFree France” (<http://carfree.free.fr/>)

-Rogerson, C. M. (1999) “Local economic development and urban poverty alleviation: the experience of post-apartheid South Africa” ,Habitat International, Volume 23, Issue 4, pp. 511-534

-Szeto, W.Y. and Hong, K. Lo. (2006) “Transportation

-هادی پور، مهرداد و پورابراهیم، شراره (۱۳۹۲) "مدیریت زیست محیطی حمل و نقل شهری ازاک به کمک مدل سازی کاهش مصرف سوخت در مسیریابی مناسب به کمک GIS"، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، شماره ۱۶، تابستان ۱۳۹۲