

مقاله علمی پژوهشی

تحلیل فضایی و مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های سوخت شهری (CNG)،

مطالعه موردی: مناطق غرب شهر تهران

*اسماعیل نصیری‌هنده‌خاله^۱، احسان گل‌مه‌ر^۲، سمانه هاشمی^۳

۱. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۳. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۲۶

Spatial Analysis and Optimization of Urban Fuel Planning (CNG), Case Study of West Regions of Tehran

Esmail Nasiri Hendekhaleh¹, Ehsan Golmeh², Samaneh Hashemi³

1. Associate Professor in Geography & Urban Planning, Payame Noor University, Tehran, Iran.

2. Assistant Professor in Geography & Urban Planning, Payame Noor University, Tehran, Iran.

3. M. A. in Geography & Urban Planning, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Received: 08/08/2018

Accepted: 16/11/2020

Abstract

The purpose of this study was to determine the appropriate locations of fuel supply stations (CNG) according to the existing criteria in the western areas of Tehran. In this regard, by using GIS, a map of effective parameters in locating gas refueling stations, such as: population density, passages and access, land slope, compatible and incompatible uses was prepared. By utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) model parallel comparisons between criteria were performed and the importance and weight of each criterion was determined by using Expert Choice software. The results of weighing the criteria showed that the benchmarks of fire, access and population density had the greatest impact on creating suitable locations for gas refueling, respectively, and the development of gas stations in the western part of Tehran Municipality has not been done based on population needs of different areas. The output map obtained by spatial analysis and AHP indicated that among the available stations, about 29% of them are located in areas with good potential and 71% of places are in places with medium potential and no places are located in areas with unsuitable potential. Also, 32.53% of the areas have suitable potential, 43.76% have medium potential and 23.7% have inappropriate potential for construction of refueling station. The novelty of the present study is that it examines a set of effective parameters.

Keywords

Gas refueling stations, Compatibility indices, Utility indices, West of Tehran.

چکیده

هدف تحقیق حاضر، تعیین مکان‌های مناسب جایگاه‌های عرضه سوخت (CNG) با توجه به ضوابط موجود در مناطق غربی کلان‌شهر تهران بوده است. در همین راستا با به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی، همچون: تراکم جمعیت، معابر و دسترسی، شیب زمین، کاربری‌های سازگار و ناسازگار تهیه گردید. با استفاده از مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مقایسات زوجی بین معیارها انجام و میزان اهمیت و وزن هر معیار با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice مشخص شد. نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارها نشان داد که معیارهای آتش‌نشانی، دسترسی و تراکم جمعیت به ترتیب دارای بیش‌ترین تأثیر در ایجاد مکان‌های مناسب احداث جایگاه سوخت‌رسانی گازی بودند و توسعه جایگاه‌های سوخت‌رسانی در مناطق غرب شهرداری تهران براساس نیازهای جمعیتی مناطق مختلف شهر صورت نگرفته است. نقشه خروجی به‌دست آمده با تحلیل‌های مکانی و AHP نشان داد که از میان جایگاه‌های موجود، حدود ۲۹ درصد آن‌ها در مناطق با پتانسیل مناسب و ۷۱ درصد جایگاه‌ها در مکان‌های با پتانسیل متوسط واقع هستند و در مکان‌های با پتانسیل نامناسب هیچ جایگاهی قرار نگرفته است. همچنین ۳۲/۵۳ درصد مناطق دارای پتانسیل مناسب، ۴۳/۷۶ درصد پتانسیل متوسط و ۲۳/۷ درصد دارای پتانسیل نامناسب برای احداث جایگاه سوخت‌رسانی می‌باشند. نوآوری پژوهش حاضر در این است که مجموعه‌ای از پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی بهینه را مورد بررسی قرار می‌دهد.

واژگان کلیدی

جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی، شاخص‌های سازگاری، شاخص‌های مطلوبیت غرب تهران.

مقدمه

امروزه مبحث انرژی یکی از مهم‌ترین مباحث اقتصادی در دنیا محسوب شده و گام برداشتن در راستای تولید و همچنین مصرف بهینه آن، از جمله سیاست‌های هر دولتی است. به موازات رشد روزافزون جمعیت شهری و توسعه فزاینده شهرها، ضرورت ایجاد مراکز خدمات عمومی جدید و تعیین مکان بهینه این مراکز، به شیوه‌ای که همه شهروندان به نحو مؤثر و عادلانه از آن بهره‌مند شوند، آشکارتر شده است. مکان‌یابی تسهیلات خدماتی عمومی به صورت صحیح و مناسب همواره اولین دغدغه در جهت احداث این اماکن بوده است (Aronof, 1989: 23) به همین دلیل مطالعات گسترده‌ای پیرامون مدل‌های مکان‌یابی و محدودیت‌های آن‌ها انجام گرفته است. به طور کلی مطالعات مکان‌یابی از اوایل قرن بیستم آغاز گردید، اما از حدود ۱۹۶۰ به صورت جدی به آن پرداخته شد (نوبخت، ۱۳۹۰: ۱۷۱) و (Kar, 2011: 23).

با توجه به رشد سریع جمعیت و گسترش شهرنشینی و در پی آن افزایش استفاده از خودروها و نیاز به تأمین سوخت آن‌ها، مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت (پمپ گاز) به منظور ارائه خدمات مطلوب، سریع و ایمن بایستی مدنظر برنامه‌ریزان و متخصصان این صنعت قرار گیرد (Bento, 2012: 311).

امروزه بر همگان روشن است که عدم مکان‌گزینی بهینه مراکز خدمات شهری در بیش‌تر شهرها، به‌ویژه در شهرهای بزرگ، چه معضل عظیمی در رفت و آمدهای داخل شهرها ایجاد کرده و حجم بسیار نیروی انسانی به‌دلیل سفرهای بی‌مورد و مکرر چقدر بر مشکلات زیست‌محیطی افزوده است (Current, 2012: 190).

با توجه به مسائل و مشکلات ذکر شده، مکان‌گزینی صحیح مراکز خدمات شهری در شهرها، به‌ویژه شهرهای بزرگ، می‌تواند جایگاهی‌های روزانه و عملکردهای متقابل عناصر شهری را روان و پویا کند (Kuby, 2014: 142) و ضمن صرفه‌جویی‌های اقتصادی از اتلاف وقت شهروندان جلوگیری کند و محیط زیست سالم و زندگی مطلوبی که مورد نظر برنامه‌ریزان شهری است را به ارمغان بیاورد (Diego, 2010: 62). استفاده از منابع زمین و حفظ و نگهداری و احیاء محیط زیست که ظاهراً دو مقوله متضاد می‌باشند، نیاز روزافزون به برنامه‌ریزی و مدیریت قوی در سطوح محلی، شهری، ناحیه‌ای، منطقه‌ای و جهانی را می‌طلبد (Firman, 2013: 350). این مدیریت بدون استفاده از ابزار و روش‌های علمی قدرتمند، نمی‌تواند مسئولیت سنگین خود را به انجام برساند (ولی‌پوری، ۱۳۹۲: ۲). شهر تهران، با توجه به نقش مرکزی که دارد، همواره با افزایش جمعیت و تراکم آن همراه بوده و به تبع آن در ارائه خدمات در زمینه‌های مختلف، به‌دلیل کمبود در برخی از موارد و عدم توزیع جغرافیایی مناسب کاربری‌ها، دچار نارسایی‌ها می‌باشد

(زیری، ۱۳۸۸: ۱).

کاربری‌های خدمات شهری برای ارائه تسهیلات بهتر به شهروندان، نیازمند اصول و قواعد علمی مکان‌یابی هستند که مکان‌یابی بهینه کاربری‌ها از لحاظ شعاع دسترسی، سازگاری همجواری‌های مختلف، سنجیت کاربری‌ها با یکدیگر و آستانه هر کدام از آن‌ها را مورد تأکید قرار می‌دهد (Lin 2011: 395).

مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت تحت تأثیر معیارها و متغیرهای مختلفی می‌باشد که در نظر گرفتن معیارها در قالب سستی مشکل است. در حالی که در نرم‌افزار ArcGIS می‌توان معیارهای مورد نظر را به‌صورت لایه‌های مختلف در مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت به کار برد (خلیل‌زاده، ۱۳۹۲: ۲۲). در این نرم‌افزار می‌توان تغییرات جدید را بلافاصله در مدل اعمال نمود و در نتایج قبلی تجدید نظر کرد (Hodgson, 2009: 275).

مناطق غربی شهر تهران (مناطق ۲۲، ۲۱، ۱۸، ۹ و ۵) دارای ۱۴ جایگاه سوخت‌رسانی می‌باشند و نیاز به ایجاد شبکه بهینه ایستگاه‌های سوخت‌رسانی گازی در این مناطق با توجه به شاخص‌های اجتماعی (جمعیت)، محیطی (شیب زمین) و کالبدی ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس این سوال پیش می‌آید که مکان‌های مناسب جایگاه‌های عرضه سوخت CNG با توجه به معیارها و ضوابط موجود در مناطق غربی شهر تهران، کدام مناطق می‌باشند؟ در همین راستا، هدف کلی تحقیق شناسایی و تعیین مکان‌های مناسب جایگاه‌های عرضه سوخت گازی (CNG) در مناطق غرب شهر تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در نظر گرفته شد. نوآوری پژوهش در استفاده از مجموعه پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی بهینه است.

مبانی نظری

چارچوب نظری

تحلیل تناسب فضایی - مکانی فرآیندی است که مکان مناسب را در پهنه تعیین شده برای کاربری خاص تعیین می‌کند (Shultz, 2012: 259).

مکان‌یابی بهینه و مناسب زمانی امکان‌پذیر است، که محقق بتواند ارتباط علمی و منطقی مناسبی میان اطلاعات و داده‌های به‌دست آمده از کارشناسان مرتبط با موضوع مکان‌یابی با توجه به اولویت‌ها برقرار سازد (Lund, 2014: 60).

برای اجرای طرح‌های عمرانی در جهت بهبود رفاه حال جامعه ذینفع، محل صحیح استفاده از امکانات موجود باید مطابق با برنامه‌ریزی‌های تدوین شده و نحوه اجرای آن‌ها باید منطبق بر استانداردهای رایج باشد (Paul, 2013: 32).

مکان‌یابی صحیح و اصولی خدمات شهری می‌تواند تا حدود

حراست از آسایش اجتماعی و حفاظت از میراث فرهنگی مورد ارزیابی قرار می‌دهد (سعیدپور، ۱۳۹۵: ۷۸).

آمایش سرزمین

آمایش سرزمین با توجه به اهداف آن، در تنظیم بهینه روابط انسان با نوع فعالیت و محیط در فضای ملی به منظور بهره‌برداری منطقی از تمامی امکانات و قابلیت‌ها، یکی از مهم‌ترین کاربردهای مطلوب در جهت به‌کارگیری و استفاده از نرم‌افزار ArcGIS است که در زمینه‌های مختلفی مورد توجه قرار می‌گیرد. با کمک این برنامه می‌توان انواع پردازش‌ها و تجزیه و تحلیل‌ها را با صرفه‌جویی در هزینه و زمان انجام داد.

سیستم اطلاعات جغرافیایی در اوایل دهه ۱۹۶۰ برای اولین بار در کانادا مطرح و از آن تاریخ به بعد روز به روز بر طرفداران آن افزوده شد و در دهه ۸۰ جنبه جهانی پیدا کرد. امروزه از این سیستم به طور گسترده در سطح جهان در رشته‌ها و علوم مختلف برای حل مسائل گوناگون استفاده می‌شود (شجاعیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۲).

از نظر وبلن^۱ (۱۹۹۳) سیستم اطلاعات جغرافیایی عبارت است از به‌کارگیری نظامی یکپارچه و رایانه محور به منظور گردآوری، ذخیره‌سازی، بهره‌برداری، تحلیل و مدیریت داده‌های مکانی در قالب نقشه. سیستم اطلاعات جغرافیایی با امکانات ویژه‌ای چون سرعت و دقت، ورود و خروج اطلاعات و نقشه‌ها از سیستم‌های دیگر، امکان آنالیز و تلفیق چند متغیره، امکان برنامه‌نویسی، تهیه بانک‌های اطلاعاتی داده‌های مکانی، آنالیز واحدهای همسایگی و پیوستگی، روان‌یابی، مسیریابی و غیره از مهم‌ترین سیستم‌های طراحی شده سال‌های اخیر است که پیاده‌سازی تکنیک‌های پیشرفته و پیچیده برنامه‌ریزی را در کوتاه‌ترین زمان ممکن میسر می‌سازد (شجاع عراقی، ۱۳۹۰: ۴۳).

در شهرهای کنونی با پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌ها و عوامل متعددی که بر نحوه توسعه آن تأثیر می‌گذارند، روش‌های سنتی در حل مسائل فضایی نظیر روی هم‌گذاری دستی نقشه‌ها دیگر نمی‌تواند پاسخگو باشد (عبدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۵). سرعت رشد و دگرگونی شهرها و همچنین حجم انبوه عوامل تأثیرگذار بر

مسائل فضایی در شهر، چاره‌ای جز استفاده از چارچوبی مدون مبتنی بر ArcGIS در حل مسائل فضایی در شهرسازی باقی نگذاشته است. مکان‌یابی مراکز خدمات‌رسانی در برنامه‌ریزی شهری از اهمیت خاصی برخوردار است. مکان‌یابی بهینه خدمات

زیادی در نظم بخشیدن به عملکرد شهرها مؤثر باشد (مهدوی، ۱۳۹۲: ۱۸). به عبارت دیگر توزیع متعادل خدمات باید به گونه‌ای باشد که همه اقشار جامعه به صورت متعادل به آن‌ها دسترسی پیدا کنند (زیاری، ۱۳۸۹: ۴۶).

نظریه‌های مکان‌یابی برآنند که با استخراج قوانین عمومی بر اساس عوامل و متغیرهای مؤثر بر مکان‌یابی ساختار موجود مکان‌یابی فعالیت‌های صنعتی، تجاری، خدماتی و غیره را توضیح دهند و بهترین مکان استقرار را معرفی کنند. با توجه به این که از دهه ۱۹۷۰ به بعد نظریه‌های مکان‌یابی به سمت مکان‌یابی مراکز خدمات‌رسانی سوق یافته است؛ لذا یکی از وظایف اساسی و مهم برنامه‌ریزان شهری، تخصیص زمین به کاربری‌های گوناگون شهری است (معززآبادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۰).

معیارهای مکان‌یابی

معیارهای مکان‌یابی بهینه عبارتند از:

۱. سازگاری: منظور از مؤلفه سازگاری قرارگیری کاربری‌های سازگار در کنار یکدیگر و برعکس جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر است.

۲. آسایش: برای تأمین آسایش شهروندان برنامه‌ریزی کاربری اراضی و مکان‌یابی عناصر شهری اهمیت زیادی دارد. فاصله و زمان دسترسی به عناصر شهری، از شاخص‌های اندازه‌گیری میزان آسایش و راحتی در امر بهسازی و نوسازی شهر هستند. افزایش هر دو عامل به معنای دسترسی نامناسب و کاهش آن دو به معنای دسترسی مناسب است.

۳. کارایی: یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده مکان کاربری‌ها در شهر، الگوی قیمت زمین شهری است. به لحاظ این که هر کاربری از لحاظ اقتصادی و سرمایه‌گذاری تابعی از قیمت زمین و هزینه‌های متصور بر آن است، تحلیل سود و هزینه معین می‌شود.

۴. مطلوبیت: منظور از مطلوبیت حفظ عوامل طبیعی، چشم اندازه‌ها، فضاها، باز است به عبارتی مطلوبیت و دلپذیری یعنی تلاش برای حفظ و نگهداری عوامل طبیعی، ایجاد فضاها، باز و دلپذیر، چگونگی شکل گرفتن راه‌ها، ساختمان‌ها و فضای شهری.

۵. ایمنی: حفاظت و ایمنی شهر در مقابل سوانح طبیعی مانند: طوفان، سیل و زلزله در معیارهای مکانی کاربری‌ها و فعالیت‌های متفاوت مؤثر است و براساس این معیارها، حریم ساخت‌وساز در سطح شهر رعایت می‌شود.

۶. سلامتی: امروزه برای بهبود فضاها و ساختمان‌ها و اماکن صنعتی، رعایت استانداردهای اجرایی بهداشت و محیط‌زیست نقش مهمی دارد. استانداردهای شهر سالم و مقررات معروف به اثرات محیطی هرگونه فعالیت شهر را از نظر حفظ محیط‌زیست،

و داده‌ها است که در آن اطلاعات وارد شده به رایانه ذخیره، تجزیه و تحلیل، انتقال، ارزیابی و بازیابی شده و به صورت اطلاعات نقشه‌ای، جدولی و مدلی از پهنه‌های جغرافیایی منتشر می‌گردد.

روش انجام پژوهش

روش مطالعه پژوهش ترکیبی از روش‌های توصیفی، تحلیلی و پیمایشی است. جامعه آماری در این مطالعه شامل اطلاعات مربوط به بلوک‌های آماری شامل تعداد جمعیت خانوار، تراکم جمعیتی، نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ شهر تهران، نقشه‌های موقعیت سیاسی، جمعیتی، شبکه‌های ارتباطی و کاری و جایگاه‌های سوخت‌رسانی موجود در منطقه مورد مطالعه بودند. تمام اطلاعات، آمار و نقشه‌های مورد نیاز از شهرداری تهران در سال ۱۳۹۳ دریافت گردید.

برای انجام محاسبات و تعیین وزن، نرم‌افزار Expert Choice مورد استفاده قرار گرفت. لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار ArcGIS مورد تحلیل قرار گرفتند و با توجه به وزن‌های به‌دست آمده با استفاده از روش AHP، مکان‌های مناسب برای احداث جایگاه سوخت تعیین گردید.

با تحلیل فاکتورهای مؤثر در زمینه مکان‌یابی جایگاه‌های CNG، شاخص سازگاری: پارک‌ها و فضای سبز، آتش‌نشانی؛ شاخص مطلوبیت: فاصله از گسل، درجه شیب، معابر و دسترسی و تراکم جمعیت و شاخص ناسازگاری: فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی، فاصله از مراکز تجاری، به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها تشخیص داده شدند.

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه تحقیق، شامل غربی‌ترین مناطق شهر تهران شامل منطقه ۵ به مساحت ۵۴۲۰ هکتار و با ۸۵۸۳۴۶ نفر، منطقه ۹ به مساحت ۱۹/۶ کیلومترمربع با ۱۷۴۲۳۹ نفر، منطقه ۱۸ به مساحت ۸۰۸۳ هکتار و با ۳۹۱۳۶۸ نفر، منطقه ۲۱ به مساحت بالغ بر ۵۱۵۶ هکتار و با ۱۶۲۶۸۱ نفر و منطقه ۲۲ شهرداری تهران به مساحت ۵۸۸۱ هکتار و با ۱۲۸۹۵۸ نفر جمعیت بوده است.

در محدوده مورد مطالعه، ۱۴ جایگاه پمپ گاز CNG مستقر است، به‌طوری‌که منطقه ۵ با ۵ جایگاه و منطقه ۲۲ با ۴ و مناطق ۱۸ و ۲۱ با ۳ و ۲، جایگاه به ترتیب دارای بیش‌ترین جایگاه سوخت CNG در غرب تهران هستند. موقعیت هر کدام از آن‌ها و همچنین میزان مساحت و تعداد هر جایگاه در هر منطقه در شکل ۱، نشان داده شده است.

شهری باعث کاهش هزینه‌های مدیریت شهری و هزینه دسترسی می‌شود (نوبخت، ۱۳۹۰: ۱۷۵) و تحقق عدالت اجتماعی را به دنبال دارد و امکان زیست بهتر، رفاه و آسایش شهروندان را فراهم می‌آورد (مافی و همکاران، ۱۳۹۲: ۶۲). به‌طور کلی رویکرد به سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، امروزه از جمله کارآترین شیوه‌ها برای ارتقای سیاست‌گذاری‌ها و نیز بهبود برنامه‌ریزی اجرای طرح‌های شهری به شمار می‌رود (نصیری، ۱۳۸۹: ۱۴۰). بنابراین برخورداری از یک شبکه اطلاعات جغرافیایی پیشرفته و کامل، بهترین زمینه را برای برنامه‌ریزی‌های گوناگون فراهم می‌آورد و موجب افزایش بهره‌وری در اجرای طرح‌ها حتی در بخش‌های مختلف ارائه خدمات شهری می‌شود (سرور، ۱۳۸۴: ۲۳).

پیشینه تحقیق

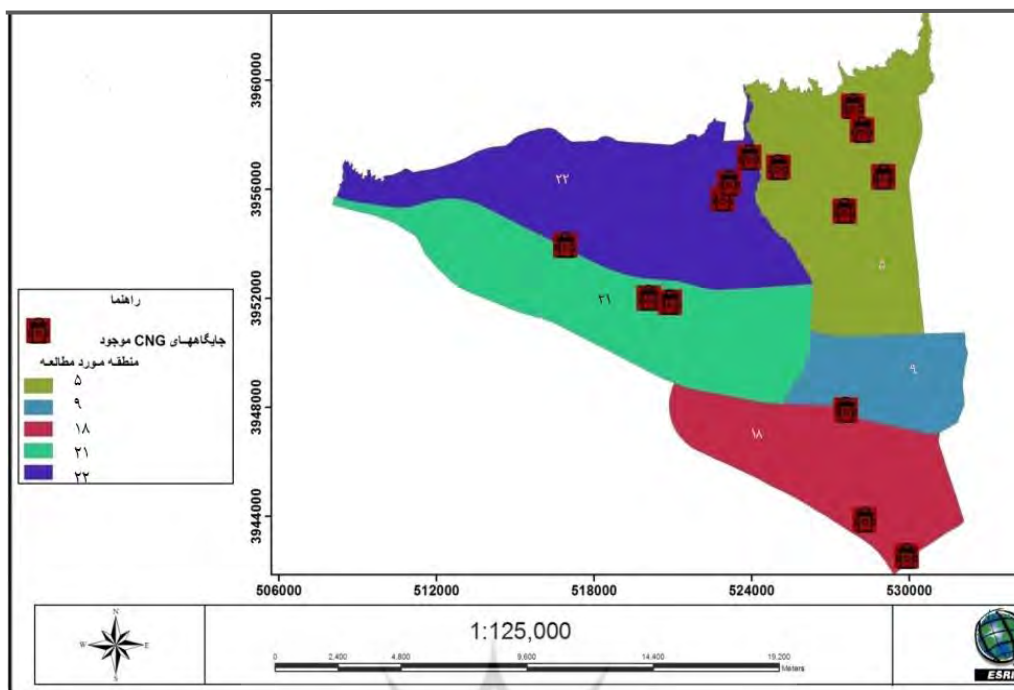
مافی و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت در شهر مشهد پرداختند نتایج مطالعه بیانگر عدم توجه به یک طرح کارشناسی جهت تعیین مکان بهینه محل احداث جایگاه است که این امر باعث شده است در مناطقی با تراکم زیاد و در مناطقی با تعداد کم جایگاه و فقدان جایگاه مواجه باشیم (سرور، ۱۳۸۴: ۲۳).

نوبخت و همکار (۱۳۹۰)، مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در کلان‌شهر مشهد را بررسی نمودند و دریافتند که برای بررسی خدمات‌رسانی به یک ناحیه با در نظر گرفتن سناریوهایی، باید پتانسیل هر ناحیه تعریف و محاسبه گردد و براساس مدل ریاضی مکان‌یابی انجام گیرد.

زباری و همکار (۱۳۸۹)، به تحلیل کاربری اراضی شهری و وزن‌دهی معیارهای مکان‌یابی جایگاه‌های پمپ گاز در تهران پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که شهر تهران با توجه به نقش مرکزی که دارد، همواره از تراکم بالای جمعیت برخوردار بوده و در ارائه خدمات در زمینه‌های مختلف، به‌دلیل کمبود و در پاره‌ای از موارد، به‌دلیل عدم توزیع جغرافیایی مناسب، دچار نارسایی‌هایی می‌باشد.

نصیری و همکار (۱۳۸۹)، با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS به مکان‌یابی جایگاه‌های CNG شهر قم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که جایگاه‌ها در مکان‌های مناسب مکان‌یابی نشده‌اند.

شاه‌حسینی و همکار (۱۳۸۹)، سامانه اطلاعات مکانی GIS و راه کارهای وزارت نفت برای استفاده بهینه از مزایای آن در صنعت نفت مطالعه نمودند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که سیستم اطلاعات جغرافیایی شامل یک نظام منسجم از سخت‌افزار، نرم‌افزار



شکل ۱. میزان مساحت و تعداد هر جایگاه در هر منطقه

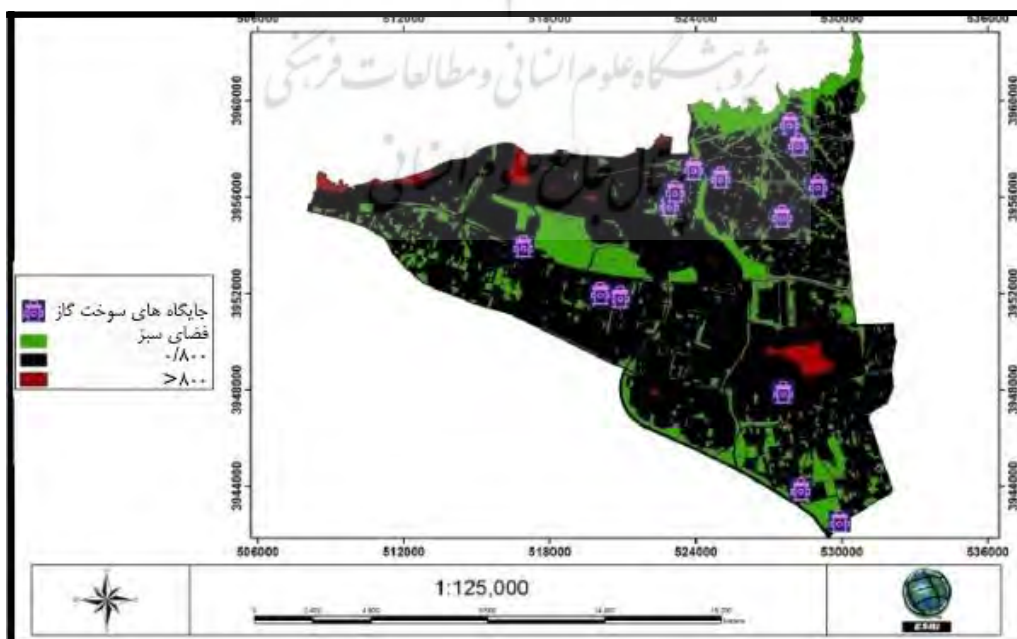
یافته‌ها

شاخص سازگاری

شاخص سازگاری شامل معیارهای پارک‌ها و فضای سبز، فضاهای ورزشی، آتش‌نشانی بود و براساس این فاکتورها به هر یک از این جایگاه‌ها امتیاز داده شد و لایه‌های معیارهای سازگار وارد نرم‌افزار ArcGIS گردید.

پارک‌ها و فضای سبز

یکی از همجواری‌های متناسب با جایگاه‌های سوخت‌رسانی درون شهری، فضای سبز می‌باشد. در این تحقیق نیز با ایجاد بافر ۸۰۰ متری در اطراف پارک‌ها و فضای سبز موجود، اقدام به وزن‌دهی این لایه گردید که نتایج آن در شکل ۲، ارائه شده است.

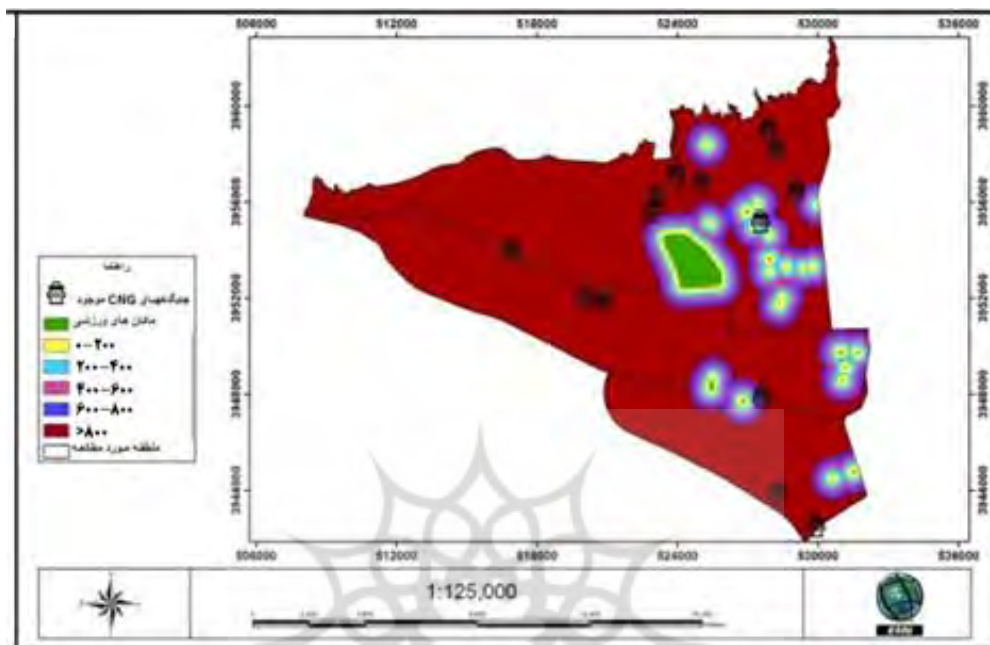


شکل ۲. نقشه فاصله جایگاه‌های CNG با فضای سبز در محدوده مورد مطالعه

فضاهای ورزشی

ورزشی در منطقه غرب تهران با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار ArcGIS در ۵ کلاس ۰-۲۰۰، ۲۰۰-۴۰۰، ۴۰۰-۶۰۰، ۶۰۰-۸۰۰ و ۸۰۰ و بزرگ‌تر از ۸۰۰ متر تهیه گردید که نتایج آن در شکل ۳، نشان داده شده است.

با توجه به این که در محدوده مورد مطالعه کاربری‌های ورزشی از نوع کوچک و متوسط می‌باشند، به حریم‌های ایجاد شده در اطراف این کاربری نگاه مثبت شده است، نقشه فاصله از مراکز

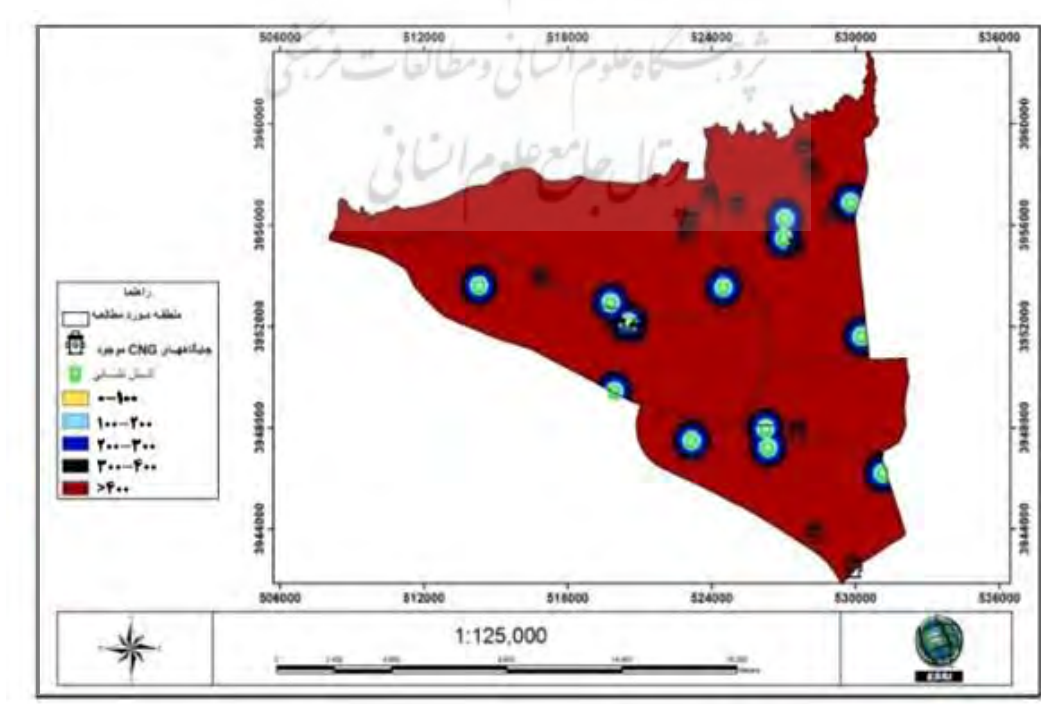


شکل ۳. نقشه فاصله جایگاه‌های CNG از مراکز ورزشی در محدوده مورد مطالعه

آتش‌نشانی

ArcGIS نقشه بافر یا فاصله از مراکز آتش‌نشانی در ۵ کلاس ۰-۱۰۰، ۱۰۰-۲۰۰، ۲۰۰-۳۰۰، ۳۰۰-۴۰۰ و بیش‌تر از ۴۰۰ متر تهیه گردید که نتایج آن در شکل ۴، نشان داده شده است.

موقعیت و مکان آتش‌نشانی‌های موجود در منطقه مورد مطالعه با استفاده از GPS مشخص و با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار

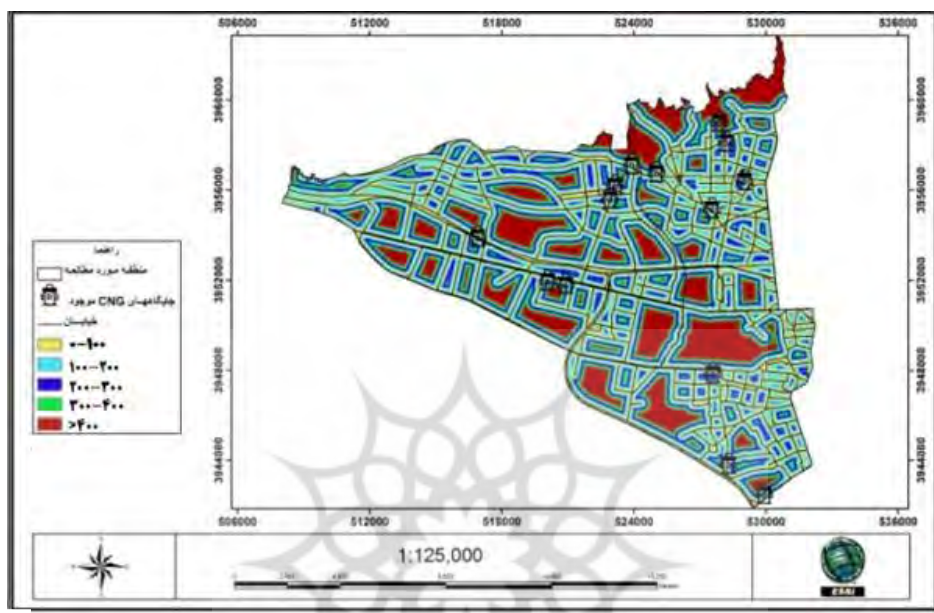


شکل ۴. نقشه فاصله جایگاه‌های CNG از مراکز آتش‌نشانی در محدوده مورد مطالعه

شاخص مطلوبیت

در این شاخص سازگاری بین کاربری و محل استقرار جایگاه ارزیابی می‌شود. برای شاخص مطلوبیت معیارهای فاصله از مسیر دسترسی، گسل، شیب، معابر، تراکم جمعیت در نظر گرفته شده است. شکل ۵، نقشه حریم فاصله از مسیر دسترسی از روی نقشه

توپوگرافی تهیه و در نرم‌افزار ArcGIS رقومی و به منظور تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور نقشه حریم فاصله از جاده به ۵ کلاس ۰-۱۰۰، ۱۰۰-۲۰۰، ۲۰۰-۳۰۰، ۳۰۰-۴۰۰ و بیش‌تر از ۴۰۰ متر تقسیم گردید.

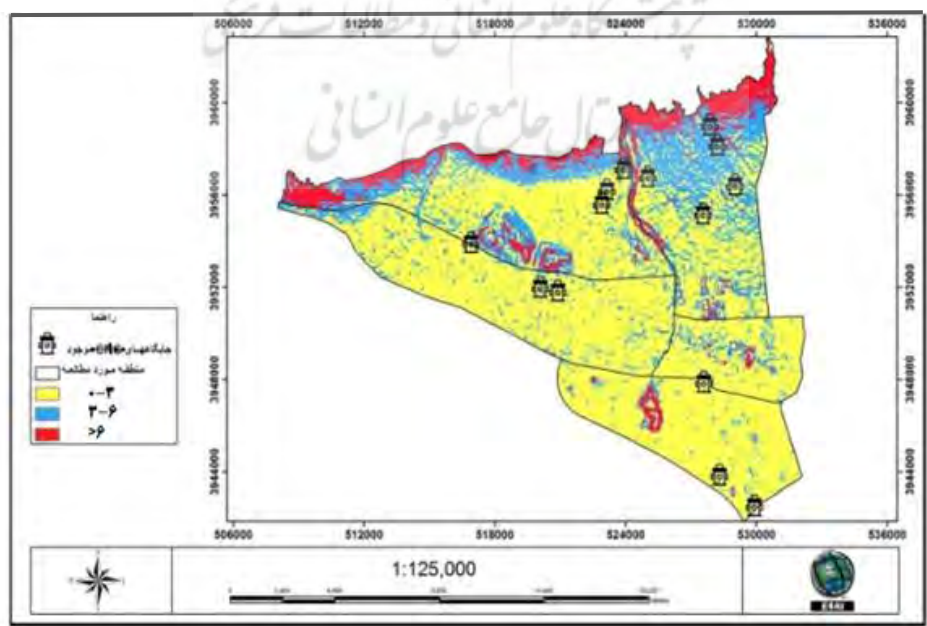


شکل ۵. نقشه فاصله جایگاه‌های CNG از مسیر دسترسی محدوده مورد مطالعه

درجه شیب

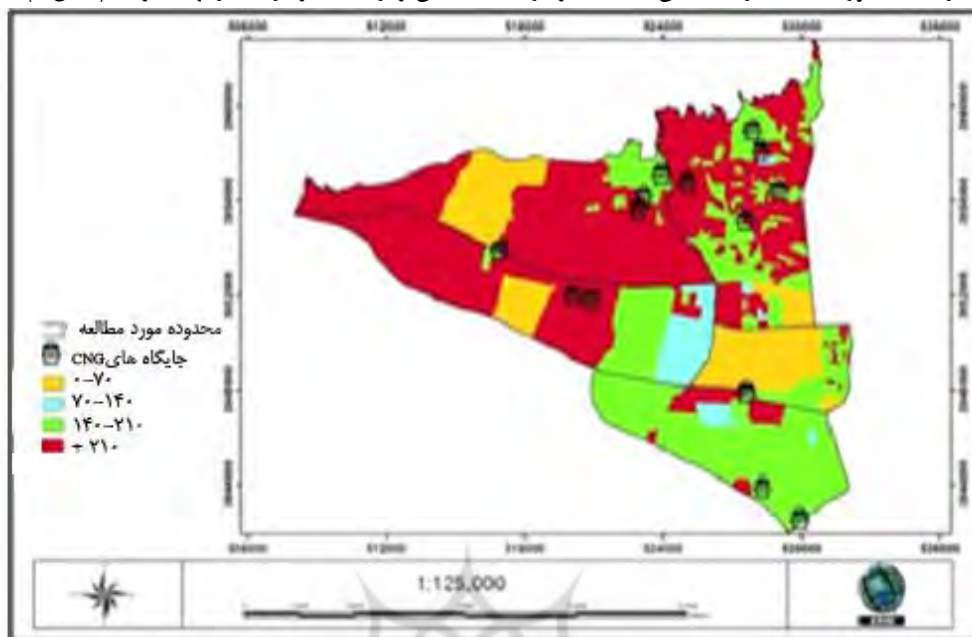
برای تهیه نقشه شیب از نقشه مدل رقومی ارتفاع با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار ArcGIS استفاده گردید. این نقشه در ۳

کلاس، ۰-۳ درجه، ۳-۶ درجه و بیش‌تر از ۶ درجه با توجه به شکستگی منحنی هیستوگرام تهیه گردید. شکل ۶، نقشه شیب جایگاه‌ها را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۶. نقشه شیب جایگاه‌های CNG در محدوده مورد مطالعه

تراکم جمعیت تراکم جمعیتی در منطقه مورد مطالعه در ۴ کلاس، ۷۰-۰ نفر در هکتار، ۱۴۰-۷۰ نفر در هکتار، ۲۱۰-۱۴۰ نفر در هکتار و بیش‌تر از ۲۱۰ نفر در هکتار تهیه گردید (شکل ۶).



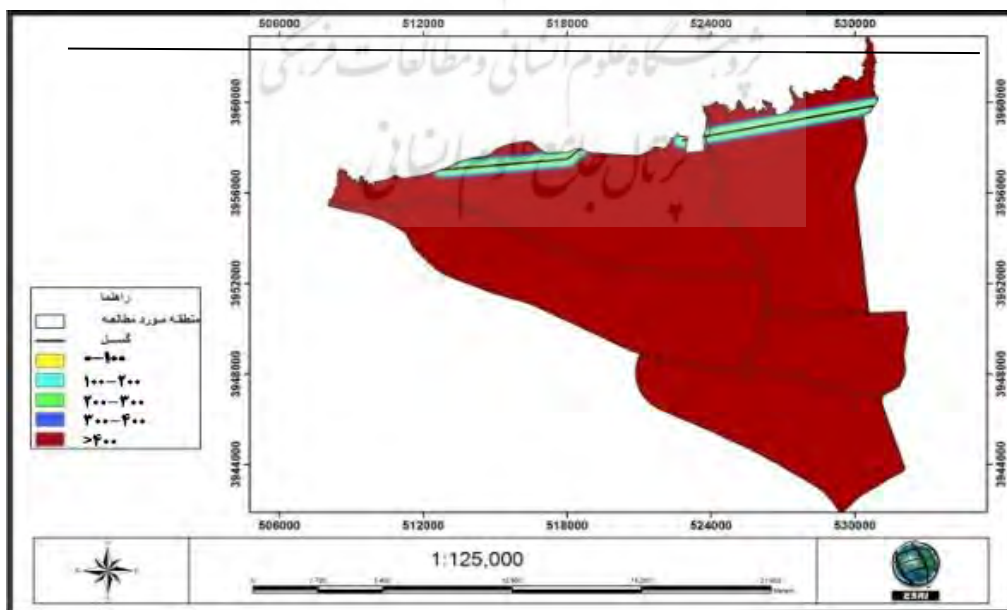
شکل ۷. نقشه تراکم جمعیت جایگاه‌های CNG در محدوده مورد مطالعه

شاخص‌های ناسازگاری

شاخص‌های ناسازگاری، شامل کاربری‌هایی می‌شوند که جایگاه سوخت باید در مکانی محفوظ از این گروه‌ها مکان‌یابی شود. مطالعه قرار گرفت و نقشه حریم فاصله از گسل در ۵ کلاس ۱۰۰-، ۲۰۰-۱۰۰، ۳۰۰-۲۰۰، ۴۰۰-۳۰۰ و بیش‌تر از ۴۰۰ متر ترسیم گردید (شکل ۷).

فاصله از گسل

نقشه حریم فاصله از گسل از روی نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد

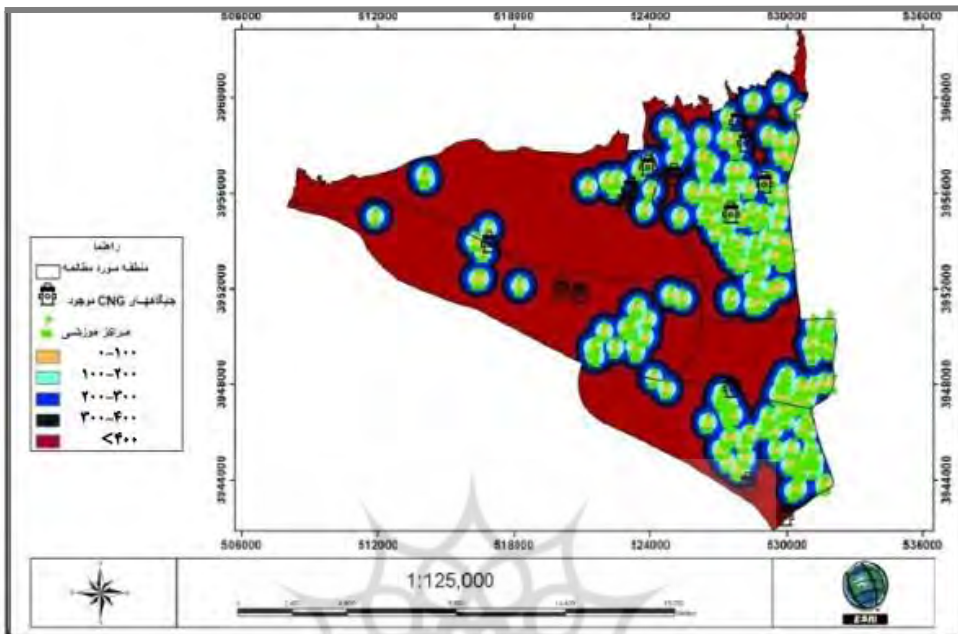


شکل ۷. نقشه فاصله جایگاه‌های GNC با گسل در محدوده مورد مطالعه

غیرقابل قبول تلقی می‌شود و با افزایش فاصله، میزان مطلوبیت جهت احداث ایستگاه افزایش می‌یابد.

- فاصله از مراکز آموزشی

مراکز آموزشی به عنوان نقاط بحرانی تأثیر آلودگی در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین، احداث ایستگاه در نزدیکی مراکز آموزشی

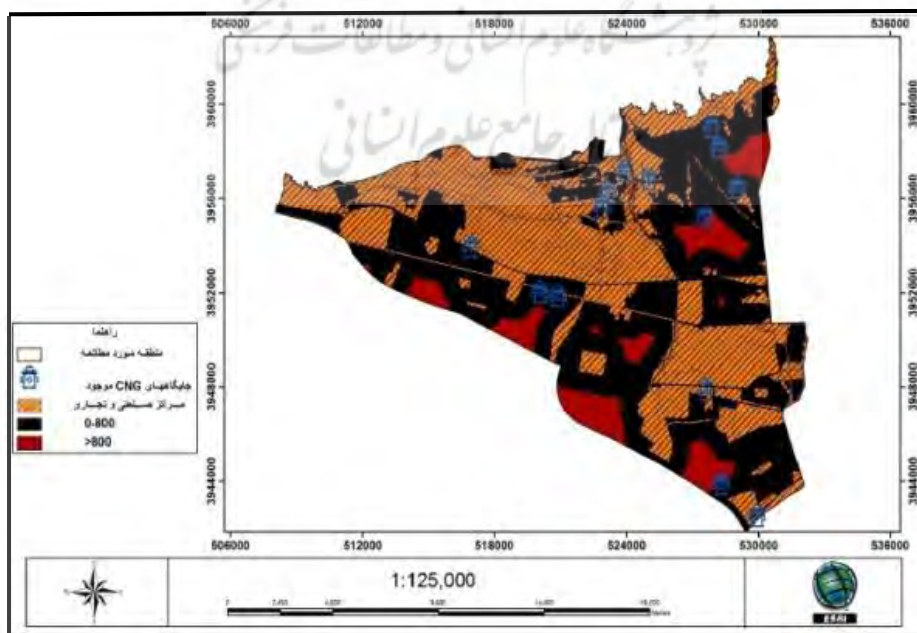


شکل ۸. نقشه فاصله جایگاه‌های GNC با مراکز آموزشی در محدوده مورد مطالعه

سوخت‌رسانی نزدیک‌تر باشند، وزن کم‌تری می‌گیرند. برای این منظور بعد از شناسایی و ورود لایه‌های مراکز تجاری و صنعتی عمده به محیط ArcGIS اقدام به تهیه بافرهای ۸۰۰ متری در اطراف آن‌ها گردید (شکل ۹).

- فاصله از مراکز تجاری

مراکز تجاری و صنایع عمده از اماکن شلوغ و پر سرو صدا و تولید کننده آلودگی‌های صوتی و جوی ناشی از ترافیک و سروصدای مردم بوده و از کاربری‌های ناسازگار با جایگاه‌های سوخت‌رسانی درون‌شهری هستند. بنابراین هر چه این کاربری‌ها به جایگاه‌های



شکل ۹. فاصله جایگاه‌های GNC با مراکز تجاری و صنایع در محدوده مورد مطالعه

نتایج تهیه وزن هر معیار با استفاده از AHP

به منظور وزن‌دهی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی جایگاه‌های پمپ گاز در منطقه مورد مطالعه، به‌علت کارایی مناسب، از سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP، استفاده گردید. نتایج مقایسه‌ها به‌صورت یک ماتریس وارد نرم‌افزار Expert Choice، گردید. با استفاده از قابلیت‌های این نرم‌افزار وزن نهایی و همچنین ضریب ناسازگاری که نشان‌دهنده درستی مقایسه‌ها است، برای هر عامل محاسبه گردید. با توجه به وزن‌های به‌دست آمده برای هر یک از عوامل با استفاده از مدل AHP، برای تهیه نقشه نهایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی، وزن هر

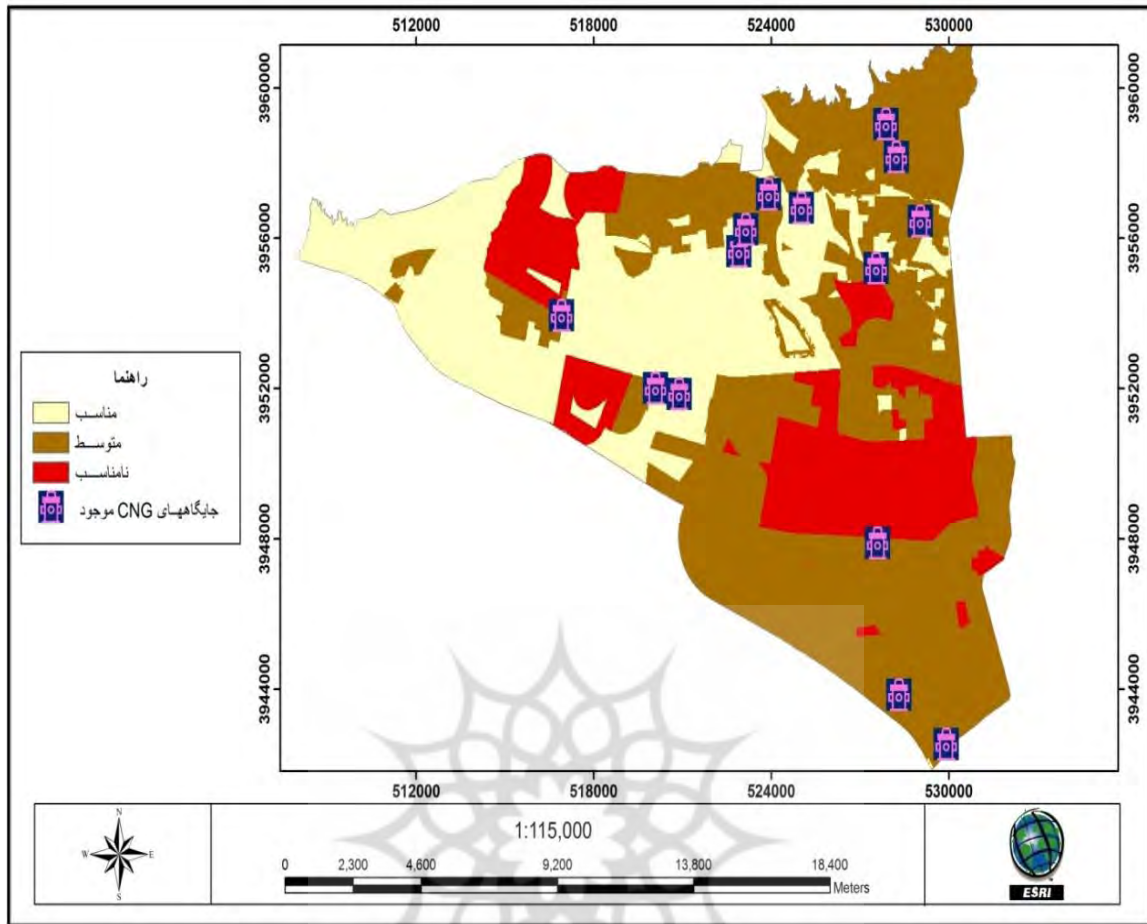
فاکتور در نقشه کلاس‌بندی شده آن عامل ضرب و نقشه بهینه‌بندی نهایی به دست آمد. نتایج نهایی به‌دست آمده از ماتریس کلاس‌بندی و ضریب وزن هر یک از متغیرهای ۱۳‌گانه مؤثر بر مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی در مناطق غربی شهرداری تهران در جدول ۱، ارائه شده است. اطلاعات جدول ۱، نشان می‌دهند که کاربری ایمنی (آتش-نشانی) با وزن ۰/۱۴ موثرترین معیار و فضای سبز و پارک‌ها، مراکز آموزشی-تحصیلی و مراکز ورزشی - تفریحی کم‌ترین تأثیر را در مکان‌یابی جایگاه سوخت گازی دارند.

جدول ۱. وزن نهایی معیارها بر اساس مدل تحلیل سلسله مراتبی

معیار	وزن	معیار	وزن
آتش نشانی	۰/۱۴۱	توپوگرافی زمین (شیب)	۰/۰۸۱
معايير و خیابان	۰/۱۲۱	مراکز فرهنگی- مذهبی	۰/۰۴۴
تراکم جمعیت	۰/۱۱۴	مراکز تجاری-صنعتی	۰/۰۴۴
جایگاه‌های سوخت گازی موجود	۰/۰۹۷	فضای سبز و پارک‌ها	۰/۰۴۲
گسل	۰/۰۸۵	مراکز آموزشی و تحصیلی	۰/۰۴۲
رودخانه و آبراهه اصلی	۰/۰۸۵	مراکز ورزشی	۰/۰۴۱
مراکز درمانی و بهداشتی	۰/۰۶۲		
جمع			

جهت احداث جایگاه‌های سوخت گازی جدید دارا هستند. با توجه به روند افزایشی ساخت و سازها و افزایش جمعیت در این دو منطقه در سال‌های اخیر و عدم وجود جایگاه‌های سوخت‌رسانی و کاربری‌های ناسازگار (مراکز درمانی، آموزشی و فرهنگی و ...) در این مناطق و دسترسی مناسب از تمام مناطق تهران به این نواحی با احداث اتوبان‌های همت و آزادگان، به نظر می‌رسد شرایط بهتری جهت احداث جایگاه‌های سوخت گازی دارند. همچنین، با توجه به وجود مناطق بایر و خالی از سکنه زیاد در مناطق ۲۱ و ۲۲ تهران نسبت به مناطق دیگر محدوده مورد مطالعه و همچنین قیمت پایین زمین در این مناطق نسبت به نواحی دیگر، احداث جایگاه‌های سوخت در این نواحی مقرون به صرفه نیز می‌باشد.

در این مطالعه میزان ضریب سازگاری CR در مقایسه برابر با ۰/۰۲ به‌دست آمد. با توجه به این‌که مقدار آن باید کوچک‌تر و یا مساوی ۰/۱ باشد، بنابراین مقایسه‌های انجام یافته مورد قبول بوده و وزن‌های محاسبه شده، استخراج شدند. در نهایت با اعمال وزن‌های لایه‌ها و معیارهای آن‌ها در نقشه‌های هر عامل در سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه بهینه‌بندی جایگاه‌های سوخت‌رسانی در مناطق غربی (منطقه ۵، ۹، ۱۸، ۲۱ و ۲۲) شهر تهران به‌دست آمد. شکل ۱۰، وضعیت محدوده مطالعاتی را از جنبه مکان‌های بهینه احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی نشان می‌دهد. همان‌طور که اطلاعات نقشه بهینه‌بندی نهایی، نواحی غربی منطقه (مناطق ۲۱ و ۲۲ شهرداری تهران) بهترین شرایط را



شکل ۱۰. نقشه پهنه‌بندی نهایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بر اساس مدل AHP

سوخت‌رسانی گازی موجود در منطقه مورد مطالعه (۷۱ درصد) در پهنه متوسط نقشه نهایی جهت احداث جایگاه‌ها قرار دارند و ۲۹ درصد جایگاه‌های موجود نیز در پهنه مناسب احداث جایگاه‌های سوخت‌گازی قرار دارند. اما در پهنه نامناسب هیچ جایگاه سوخت‌رسانی وجود ندارد. لازم به ذکر است که این نواحی، بیش‌تر مناطق نظامی و فرودگاه‌ها را پوشش می‌دهند، نتایج به‌دست آمده منطقی به نظر می‌رسد.

مشخصات مربوط به هر یک از طبقات احداث جایگاه‌های سوخت‌گازی در جدول ۲، ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیش‌ترین مساحت منطقه مربوط به نواحی با شرایط متوسط احداث جایگاه سوخت‌گازی با مساحت ۱۳۰۳۸/۸۶ هکتار و ۴۳/۷۶ درصد می‌باشد و به ترتیب نواحی با شرایط مناسب (مساحت ۹۶۹۱/۱۵ هکتار و ۳۲/۵۳ درصد) و نامناسب (مساحت ۷۰۶۰/۴۵ هکتار و ۲۳/۷۰ درصد) می‌باشند. بیش‌تر جایگاه‌های

جدول ۲. سطوح و مساحت طبقات احداث جایگاه‌های سوخت‌گازی

ردیف	سطوح	مساحت هکتار	مساحت درصد
۱	مناسب	۳۰/۷۱۰۱	۳۲/۱
۲	متوسط	۱۰/۱۰۴۴۹	۴۳/۱
۳	نامناسب	۶۰/۴۴۷۰	۲۳
	مجموع	۹۲/۲۲۲۰	۱۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر، تعیین مکان‌های مناسب جایگاه‌های عرضه سوخت گازی با توجه به شاخص‌های اجتماعی-محیطی و کالبدی است که با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شد.

طبق نقشه همپوشانی، بیش‌تر مناطق ۵ و ۱۸ شهرداری تهران در محدوده متوسط از لحاظ احداث جایگاه سوخت گازی قرار گرفته‌اند. منطقه ۵ به دلیل عدم وجود زمین خالی و گرانی زمین و منطقه ۱۸، به علت بافت قدیمی و ساخت و ساز متراکم و وجود مراکز تجاری و کارگاهی و انباری‌های زیاد در اولویت دوم (متوسط) جهت احداث جایگاه‌های سوخت گازی قرار دارند.

منطقه ۹ به دلیل اداری و نظامی بودن بیش‌تر سطح منطقه (وجود فرودگاه مهرآباد و پادگان‌های نظامی)، عدم وجود سکونت و ترافیک زیاد ناشی از همجواری با ترمینال آزادی و میدان آزادی از لحاظ احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی در اولویت آخر (نامناسب) قرار دارند.

همپوشانی نقشه پراکنش کاربری‌های تراکم جمعیت، دسترسی و جایگاه‌های سوخت گازی با نقشه نهایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت گازی تهیه شده نشان داد که نقشه تهیه شده بیش‌تر از هر عاملی تحت تأثیر عوامل تراکم جمعیت، دسترسی و عدم وجود جایگاه‌های سوخت می‌باشد. همان‌طور که در نقشه پراکنش جایگاه‌های سوخت گازی موجود در منطقه مورد مطالعه مشاهده شد، بیش‌تر جایگاه‌های سوخت گازی در مناطق ۵ و ۱۸ قرار دارند و کمبود این جایگاه‌ها در مناطق ۲۱ و ۲۲ با توجه به روند افزایشی تراکم جمعیت و دسترسی آسان به‌خاطر وجود اتوبان‌های همت و آزادگان ضروری به نظر می‌رسد.

همپوشانی نقشه تراکم جمعیت با نقشه نهایی نیز نشان داد که مناطقی با تراکم جمعیتی بالا در نواحی با شرایط مناسب احداث جایگاه‌های سوخت گازی قرار دارند و نواحی نامناسب و متوسط احداث جایگاه سوخت گازی، تراکم جمعیتی پایینی دارند. در مورد دسترسی نیز، دسترسی و خیابان در تمام سطح شهر وجود دارد.

همپوشانی نقشه پراکنش کاربری‌های سازگار (فضای سبز و پارک، اماکن ورزشی و آتش‌نشانی) با نقشه نهایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت گازی تهیه شده نشان داد که تراکم مراکز ورزشی در مناطق بهینه جهت احداث جایگاه‌های سوخت گازی کم است.

از لحاظ وجود فضاهای سبز و پارک نیز نقشه همپوشانی نشان داد که نواحی مناسب احداث جایگاه‌های سوخت گازی نسبت به نواحی متوسط و نامناسب، فضای سبز و پارک بیش‌تری جهت استراحت و گذراندن اوقات فراغت رانندگان دارا هستند.

همپوشانی نقشه پراکنش کاربری‌های ناسازگار (مراکز درمانی، آموزشی، فرهنگی و ...) با نقشه نهایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت

گازی تهیه شده نشان داد که بیش‌ترین تراکم این کاربری‌های در مناطق نامناسب و متوسط احداث جایگاه سوخت گازی قرار دارند و مناطق مناسب دارای کم‌ترین تراکم از لحاظ کاربری‌های ناسازگار می‌باشند. همچنین نتایج وزن‌دهی عوامل مؤثر در مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی براساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نشان داد که می‌توان، عامل ایمنی (آتش‌نشانی) با نمره ۰/۱۴۱، دسترسی و معابر با نمره ۰/۱۲۱ و تراکم جمعیت با نمره ۰/۱۱۴ را مهم‌ترین عوامل مؤثر در انتخاب مکان مناسب جهت احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی در آینده در نظر گرفت.

نقشه خروجی به‌دست آمده با تحلیل‌های مکانی و AHP، مناطق مختلف منطقه مورد مطالعه را از لحاظ، مناسب بودن برای احداث جایگاه سوخت گاز نشان داد که حدود ۳۲/۵۳ درصد مناطق دارای پتانسیل مناسب برای احداث جایگاه سوخت می‌باشند، حدود ۴۳/۷۶ درصد مناطق پتانسیل متوسط دارند و مناطق دیگر که شام ۲۳/۷۰ درصد از محدوده مورد بررسی می‌باشد، دارای پتانسیل نامناسب (ضعیف) برای احداث جایگاه سوخت‌رسانی شناخته شد و احداث جایگاه سوخت در آن‌ها توصیه نمی‌گردد.

تحلیل نتایج به‌دست آمده با جایگاه‌های موجود عرضه سوخت گاز نیز نشان داد که از میان جایگاه‌های موجود، حدود ۲۹ درصد آن‌ها در مناطقی با پتانسیل مناسب و حدود ۷۱ درصد جایگاه‌ها در مکان‌هایی با پتانسیل متوسط واقع شده‌اند و در مکان‌های با پتانسیل نامناسب (ضعیف) هیچ جایگاهی قرار نگرفته است.

راهکارها

با توجه به یافته‌های تحقیق راهکارهای زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ✓ ایجاد جایگاه‌های سوخت‌رسانی در منطق ۲۱ و ۲۲ و دسترسی مناسب از تمام مناطق تهران به این نواحی؛
- ✓ ایجاد فضاهای سبز و پارک جهت استراحت و گذراندن اوقات فراغت رانندگان؛
- ✓ در تعیین مکان بهینه، سنجش پتانسیل منطقه برای ایجاد جایگاه و معیار ترافیک معیارها است.

منابع

۱. زیاری، یوسفعلی، حسین‌مردی، مهدی (۱۳۸۹)، بررسی و تحلیل کاربری اراضی شهری و وزن‌دهی معیارهای مکان‌یابی جایگاه‌های پمپ‌گاز CNG با استفاده از مدل AHP (مطالعه موردی: منطقه ۴ گازی شهر تهران)، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیای انسانی، دوره دوم، شماره ۱: ۵۲-۳۹.
۲. سرور، رحیم (۱۳۸۴)، استفاده از روش AHP در مکان‌یابی

- تهران، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران، دوره ۱۱، شماره ۳: ۱۸-۲۹.
۱۱. نصیری، علیرضا، چهرقانی، ابوالقاسم (۱۳۸۹)، تعیین معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی شبکه‌ها و زیرساخت‌های برون‌شهری صنعت گاز با رویکرد GIS با تأکید بر مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG استان قم، تهران، دانشگاه تهران، مجله آمایش سرزمین، دوره ۲، شماره ۲: ۱۳۳-۱۶۴.
 ۱۲. نوبخت، شمس، مصطفوی‌ماریان، امیر (۱۳۹۰)، مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر مشهد)، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، شماره ۲: ۱۷۱-۱۸۰.
 ۱۳. ولی‌پوری، معصوم، بهرامی، محبوبه، رحیم‌آبادی، ابوالفضل، کریمی، امید (۱۳۹۲)، مکان‌یابی پمپ بنزین‌های شهر بروجرد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، دوره ۶، شماره ۲: ۱-۱۴.
 14. Arono, Suzan (1989), *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, Ottawa, Canada: WDL Publications.
 15. Kar, B. Hodgson. M.E. (2012), *A GIS-Based Model to Determine Site Suitability of Emergency Evacuation Shelters*, London: Transactions in GIS, hedge.
 16. Bento, Navin (2012), *Building and interconnecting hydrogen networks: insights from the electricity and gas experience in Europe*. Article in Energy Policy, 36: 311-328.
 17. Current, J. R., ReVelle, C.S. Cohon, J. L. (2012), *The maximum covering/shortest path problem: a multiobjective network design and routing formulation*. European Journal of Operational Research, 2(21): 198-189.
 18. Diego, Garan (2010), *NGV Integration in Latin America*, www.Iangv.org. Estimated Number of Alternative – Fueled Vehicles in Use in United States, www.ia.afdc.gov: 75-62.
 19. Firman, Taylor (2013), *New town development in Jakarta Metropolitan Region: a perspective of spatial segregation*, Habital International 1(28): 350-361.
- جغرافیایی (مطالعه موردی: مکان‌یابی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی. دوره ۱۹-۳۸: ۳۸-۱۹.
۳. سعیدپور، شراره، زنگی‌آبادی، علی (۱۳۹۴)، تحلیل فضایی پراکنش مراکز فرهنگی و مکان‌یابی بهینه آن، پژوهش موردی: شهر سقر، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال ۷، شماره ۱۳: ۸۳-۹۶.
 ۴. شاه‌حسینی، مهدی، میرزاعلی، مهبد (۱۳۸۹)، سامانه اطلاعات مکانی GIS و راه کارهای وزارت نفت برای استفاده بهینه از مزایای آن در صنعت نفت، ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، دوره ۷۶: ۹۳-۸۳.
 ۵. شجاعیان، علی، ملکی، سعید، امیدی‌پور، مرتضی (۱۳۹۳)، ساماندهی مکان‌گزینی مراکز آموزشی شهری با استفاده از منطق بولین و تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (مناطق ۸ گانه شهر اهواز)، دو فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی، دوره ۲، شماره ۴: ۶۲-۷۴.
 ۶. شجاع عراقی، مهناز، تولایی، سیمین، ضیائیان، پرویز (۱۳۹۰)، مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران)، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، دوره سوم، شماره ۱۰: ۶۰-۴۱.
 ۷. عبدی، علی، جوانشیر، حسن، ناصری‌علوی، میرپویا (۱۳۹۱)، مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی GIS و روش ارزیابی چند معیاره AHP (مطالعه موردی: شهر رشت)، نهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان: ۲۵-۳۶.
 ۸. مافی، عزت‌اله، قاسمی‌خوزانی، محمد، خیام‌پور، روح‌اله، حیاتی، سلمان (۱۳۹۲)، تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در شهر مشهد با استفاده از مدل AHP در GIS، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال ۱۱، شماره ۲: ۶۲-۷۶.
 ۹. معززبرآبادی، محدثه، علوی، سیدعلی، دیوسالار، اسداله، جعفری، بهبود (۱۳۹۴)، مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی عملگرهای فازی و تحلیل‌های فضایی GIS، پژوهش موردی: منطقه ۷ شهر مشهد، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال ۷، شماره ۱۳: ۹-۱۸.
 ۱۰. مهدوی، شهناز، میری‌لواسانی، محمدرضا (۱۳۹۲)، ارزیابی قابلیت اطمینان جایگاه سوخت‌رسانی CNG به روش دی‌گرام بلوکی (RBD)، دو ماهنامه سلامت کار ایران،

20. Hodgson, Manjor (2009), *A flow capturing location-allocation model*, Geographical Analysis 1(22): 285-273.
21. Kuby, Macel (2014), *The flow-refueling location problem for alternative-fuel vehicles*, Socio-Economic Planning Sciences, 2(12): 137-146.
22. Lin, Z. Ogden, J. Fan, Y. Chen, C.W. (2011), *The fuel-travel-back approach to hydrogen station siting*. International Journal of Hydrogen Energy, 1(33): 395-411.
23. Lund, H. Clark, W.W. (2014), *Sustainable energy and transportation systems introduction and overview*. Utilities Policy, 1(16): 57-73.
24. Paul, V. McKenzie, F. (2013), *Peri-urban farmland conservation and development of alternative food networks. Insights from a casestudy area in metropolitan Barcelona (catalonia, Spain)*, land use policy, 30(1): 28-40
25. Shultz, Stovan (2012), *The use of census data for hedonic price estimate open-space amenities and land use*. Real Estate Finance Econ, 2(22): 248-259.
23. Lund, H. Clark, W.W. (2014), *Sustainable*

