

پتانسیلیابی جایگاه‌های سوخت CNG شهر اهواز با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری و سیستم اطلاعات جغرافیایی

سعید امان‌پور،

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

فرشته شنبه‌پور* Vafashanbepoor@yahoo.com

دانشجو دکترای گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده

پایداری پروژه‌ها نگرانی عمده توسعه‌دهندگان در کشورهای در حال توسعه است و فعالیت‌های توسعه نیز پتانسیل بالایی برای ایجاد آسیب به محیط زیست را دارند. از طرفی رشد سریع شهرنشینی، تقاضای بیشتر برای وسایل نقلیه را در پی داشته است، که منجر به مصرف بیشتر سوخت می‌شود. جایگاه سوخت بدون شک یکی از مراکز مهم است، اما در عین حال از تسهیلات خطرناک محسوب می‌شود. از این رو، انتخاب مکان مناسب این امکانات نیاز به توجه ویژه در مرحله اولیه پروژه دارد و یکی از مهمترین جنبه‌های موفقیت برای هر پروژه تجاری است. لذا هدف اصلی این تحقیق، پتانسیلیابی جایگاه‌های سوخت گاز طبیعی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های تصمیم‌گیری در شهر اهواز می‌باشد. ماهیت پژوهش، نظری - کاربردی و روش مطالعه آن، توصیفی- تحلیلی می‌باشد. در راستای نیل به هدف مذکور، نقشه معیارهای مؤثر در مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت گاز طبیعی همچون: شبکه معابر، کاربری مسکونی، آموزشی و... در نرم‌افزار ARC/GIS تهیه گردید. جهت تعیین وزن معیارها و الویت‌بندی و تعیین روابط بین متغیرها، از روش آنتروپی شانون و روش سوارا استفاده شد. در نهایت با ضرب وزن هر معیار در لایه تهیه شده برای هر معیار و ایجاد همپوشانی بین لایه‌ها، نقشه نهایی مکان‌های مناسب احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی در مناطق شهری اهواز تهیه گردید. نتایج حاصل از نقشه نهایی حاکی از آن است که منطقه 1 و 5 فاقد جایگاه سوخت می‌باشند و این مناطق بیشترین اولویت جهت احداث جایگاه‌های سوخت جدید را دارند. در ادامه با استفاده از روش Vikor بین مناطق شهر اهواز اولویت‌بندی صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد به کارگیری تحلیل‌های فضایی سیستم اطلاعات جغرافیایی و همچنین مدل Swara به همراه مدل Vikor نتایج تصمیم‌گیری را دقیق‌تر می‌کند و گزینه‌های دقیق‌تری جهت مکان‌یابی در اختیار قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: جایگاه سوخت CNG، سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، مدل سوارا، اهواز.

1- مقدمه

افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی در دهه‌های گذشته آثار سویی را به دنبال داشته است که از آن جمله می‌توان به توسعه کالبدی ناموزون شهرها، فقر و افت استانداردهای زندگی، کمبود مراکز خدماتی و نهایتاً نابرابری در برخورداری از امکانات اشاره نمود. با توجه به نقش روز افزون فعالیت‌های خدماتی در نظام شهرنشینی، ضرورت جدیدی در روند برنامه‌ریزی شهری پدید آمده است و مسأله چگونگی پراکنش مراکز خدماتی و نحوه دسترسی به خدمات این گونه مراکز از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار شده است (ایمانی و همکاران، 1396: 164). با افزایش جمعیت در شهرهای ایران و به خصوص شهرهای بزرگ، حجم تقاضا برای خدمات عمومی افزایش یافته است. همچنین نیاز به استفاده از خودرو و به تبع آن ایجاد جایگاه‌های سوخت متعدد نسبت به گذشته بیشتر احساس می‌شود. با توجه به وجود ذخایر فراوان گاز در ایران و سهولت استفاده از این سوخت و سایر مزایایی که نسب به فرآورده‌های نفتی دارد، اصولی‌ترین راه، جایگزینی گاز طبیعی، به‌جای سایر سوخت‌های مورد استفاده دستگاه‌ها و سیستم‌هاست (علوی و همکاران، 1395: 10).

گسترش شهرنشینی و هم‌چنین افزایش جمعیت منجر به ازدیاد خودروها شده است و با گسترش استفاده از خودروها، تأمین سوخت مورد نیاز آن‌ها در اولویت فعالیت‌های دولت قرار گرفته است. با توجه به سازگاری سوخت CNG با محیط زیست و ضرورت جایگزینی آن با سوخت‌های فسیلی مایع، مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG نیز به عنوان یک زیرساخت اساسی در این بخش وارد شده است و نیازمند یک برنامه‌ریزی استراتژیک است (کاظمی، 1393: 2). جایگاه‌های سوخت CNG از جمله مراکز مهم خدماتی در شهرها هستند و دسترسی مطلوب به آنها به منظور رسیدن به اهداف اساسی توسعه یعنی عدالت اجتماعی و توسعه عادلانه حائز اهمیت است، زیرا میزان آسایش و راحتی شهروندان بستگی به فاصله و زمان دسترسی آنها به خدمات شهری از جمله جایگاه‌های سوخت شهری دارد. توسعه صحیح و توزیع یکنواخت و متوازن جایگاه‌های سوخت‌گیری در مجاورت محل سکونت و افزایش رفاه شهروندان، دسترسی مناسب به جایگاه‌های سوخت رسانی، عدم تشکیل گره‌های ترافیکی و عدم تشکیل صف در جایگاه‌ها، افزایش ایمنی و کاهش هزینه‌های اقتصادی تأمین زمین از جمله این دستاوردها می‌باشند (علوی و همکاران، 1395: 9). یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در امر تأمین سوخت که بایستی مدنظر برنامه‌ریزان و متخصصان این صنعت قرار گیرد، مکان‌یابی جایگاه سوخت CNG به منظور ارائه خدمات مطلوب، سریع و ایمن می‌باشد. شبکه‌های جایگاه‌های سوخت‌رسانی به عنوان تأمین‌کننده سوخت بخش حمل و نقل درون شهری عمل کرده و به نوبه خود از لحاظ ملاحظات ترافیکی، شهرسازی، ایمنی و محیط زیست دارای اهمیت زیادی می‌باشد (سلمانی‌مقدم و همکاران، 1397: 418).

در حال حاضر یکی از مهم‌ترین مشکلات موجود در شهرهای کشور ایران استقرار نامناسب کاربری‌ها است. به نحوی که بسیاری از افراد به علت عدم دسترسی به کاربری‌ها نمی‌توانند از امکانات موجود به نحو کافی بهره‌برداری نمایند یا باعث معضلات شهری از جمله ترافیک و صرف وقت زیاد و هزینه زیاد برای استفاده‌کنندگان شده است. در این

پژوهش، سعی بر آن است که با توجه به ضرورت و اهمیت جایگاه‌های سوخت CNG در عصر ماشینیسیم و وضعیت توزیع نامناسب آن‌ها، به شناسایی مکان‌های مناسب جهت احداث جایگاه‌های سوخت پرداخته شود. بنابراین، این مسأله ضروری به نظر می‌رسد که توزیع کمی و کیفی جایگاه‌های سوخت CNG به طور علمی و تخصصی مورد بررسی قرار گیرد. کلان‌شهر اهواز در زمینه سوخت دارای مشکلاتی مانند کمبود جایگاه‌های سوخت، عدم توزیع فضایی مناسب، عدم مکان‌یابی صحیح این ایستگاه‌ها و غیره می‌باشد. لذا با استفاده از توانمندی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG در مناطق شهری اهواز پرداخته شده است.

2- مبانی نظری و ادبیات تحقیق

الگوی بهینه زیست در جوامع شهری، ضرورت برنامه‌ریزی کاربری اراضی را مطرح می‌سازد، تا در این راستا سیاست‌های تنظیم و تحولات کاربری اراضی در شهرها ساماندهی شود. معمولاً سازماندهی فضایی با دو هدف، بهینه کردن مکان‌ها و همچنین ساماندهی کارکردها و فعالیت‌ها صورت می‌پذیرد. علم مکان‌یابی، علمی است که مکان‌بهینه تأسیسات و تسهیلات را که کمترین هزینه را داشته و مطمئن‌ترین منطقه جهت احداث تأسیسات را داشته باشد، نشان می‌دهد (صابری‌فر و مزرعه، 1393). مکان‌یابی مراکز خدمات‌رسانی در برنامه‌ریزی شهری از اهمیت خاصی برخوردار است. مکان‌یابی بهینه خدمات شهری باعث کاهش هزینه‌های مدیریت شهری و هزینه دسترسی می‌شود و تحقق عدالت اجتماعی را به دنبال دارد و امکان زیست بهتر، رفاه و آسایش شهروندان را فراهم می‌آورد. تحلیل تناسب فضایی- مکانی فرآیندی است که مکان مناسب را در پهنه تعیین شده برای کاربری خاص تعیین می‌کند. مکان‌یابی بهینه و مناسب زمانی امکان‌پذیر است، که محقق بتواند ارتباط علمی و منطقی مناسبی میان اطلاعات و داده‌های به دست آمده از کارشناسان مرتبط با موضوع مکان‌یابی با توجه به اولویت‌ها برقرار سازد (ولی‌پوری و همکاران، 1392: 164-165).

از اوایل قرن بیستم مطالعات مکان‌یابی آغاز شد، اما تقریباً از حدود سال 1960 به صورت جدی انجام پذیرفت. در بسیاری از کشورهای صنعتی به لحاظ آزاد بودن قیمت سوخت و همچنین خصوصی بودن پمپ بنزین‌ها، منافع حاصله از درآمد برای این کاربری بسیار مناسب است. در حالی که اکثر کشورهای در حال توسعه نظیر کشور ایران، به دلیل دولتی بودن جایگاه‌های سوخت و پایین بودن قیمت سوخت و بالا بودن قیمت زمین، فضای مناسب برای این کاربری، امکان خصوصی شدن و سرمایه‌گذاری در این بخش محدود است (یعقوبزاده و کتانچی، 1394: 1). امروزه بر همگان روشن است که عدم مکان‌گزینی بهینه‌ی مراکز خدمات شهری در بیشتر شهرها، به‌خصوص در شهرهای بزرگ، چه معضل عظیمی در رفت و آمدهای داخل شهرها ایجاد کرده و حجم بسیار نیروی انسانی به دلیل سفرهای بی‌مورد و مکرر چقدر بر مشکلات زیست‌محیطی افزوده است (ولی‌پوری و همکاران، 1392: 162). در سال‌های اخیر رشد سریع شهرنشینی، باعث افزایش تقاضا برای وسایل نقلیه شده است که نتیجه آن مصرف بیشتر سوخت است. این نیاز به سوخت توسط جایگاه سوخت تأمین می‌شود. مطالعات مختلف نشان می‌دهند که جایگاه سوخت ممکن است دارای پتانسیل بالایی از خطرات

برای سایت و محیط اطراف باشد. این خطرات عبارتند از: خطرات محیط-زیستی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و اقتصادی- اجتماعی. از طرفی عوامل متعددی که منجر به چنین خطرات و آسیب به جایگاه سوخت می-شوند می‌تواند مواردی چون خطر آتش‌سوزی ناشی از باز شدن شعله، برق ایستا، ترافیک، نشت لوله و مخزن ذخیره‌سازی باشد که این‌ها خود باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی و آلودگی هوا ناشی از غلظت ترکیبات معطر می‌شود (Khahro, et al, 2014: 29). همچنین توسعه کاربری‌های گوناگون، افزایش چشم‌گیر خودروها در زندگی سبب ایجاد سفرهای متعددی در سطح شهرها شده است که این مسأله مشکلات فراوانی را به دنبال داشته است (wang, 2013: 77). از جمله این مشکلات ایجاد راه‌بندان در معابر شهری، اتلاف وقت، آلودگی‌های زیست‌محیطی، افزایش مصرف سوخت و صف‌های ناشی از جایگاه‌های CNG است. از این رو توجه به برنامه‌ریزی‌های دقیق و علمی در زمینه مکان‌یابی مراکز خدمات شهری ضرورت دارد (Shukla et al., 2011: 1432). سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان یک ابزار و مجموعه‌ای سازمان یافته از سخت‌افزار و نرم‌افزار رایانه‌ای است که با موفقیت چندین بار برای کمک به تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گرفته است. این ابزار به تصمیم‌گیران در انتخاب مکان مناسب برای هر فعالیت توسعه پیشنهاد شده است. (Khahro, et al, 2014: 29) و از جمله موارد به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی که مورد توجه برنامه‌ریزان امور شهری قرار داشته است، استفاده از این سامانه برای انتخاب مکان مناسب مراکز خدمات شهری جهت دستیابی شهروندان به رفاه و آسایش در قالب طرح‌های توسعه شهری بوده است (حیدری‌شهر و احمدی، 1395: 52). در سال 1930، اولین فعالیت مهم برای گازسوز کردن موتورهای درون‌سوز در آمریکا انجام شد. پس از آن در خلال جنگ جهانی دوم استفاده از گاز طبیعی در اروپا نیز رایج گردید و خصوصاً از اوایل دهه 50 میلادی تمایل به گاز سوز کردن موتورها رو به افزایش یافت. از این رو مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. اما در مورد مسأله مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در ایران تحقیقات محدودی انجام شده است.

جدول 1. مهمترین سوابق مطالعاتی در حوزه مکان‌یابی جایگاه سوخت

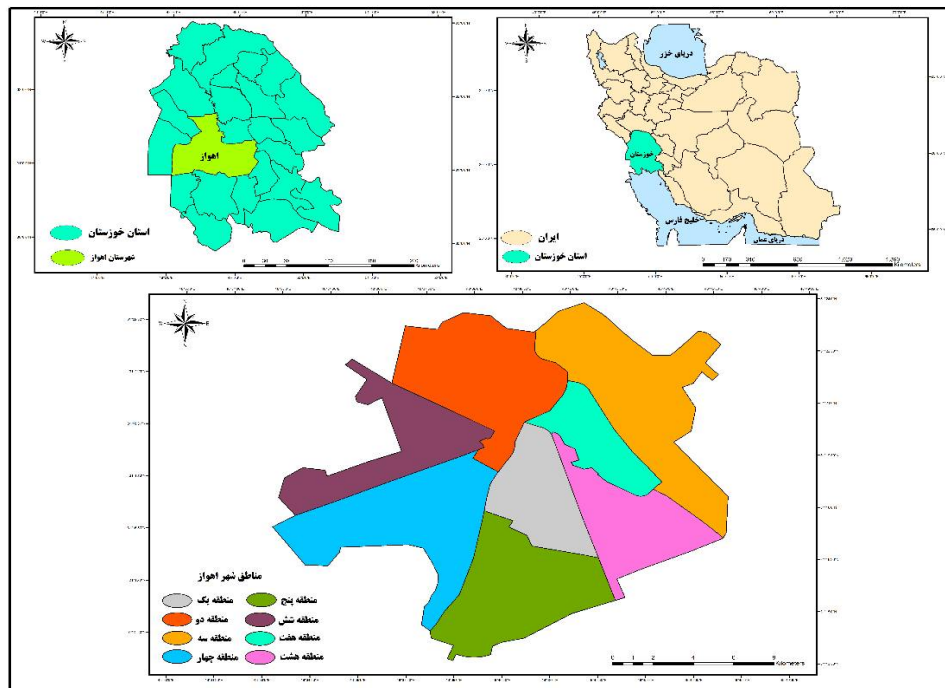
نویسنده	عنوان	نتیجه
Khahro, et al (2014)	Land suitability analysis for installing new petrol filling stations using GIS	نتیجه پژوهش نشان داد که 74٪ از جایگاه‌های سوخت موجود در مناطق رضایت بخش و مناسب قرار دارند. و 26 درصد از کل ایستگاه‌های سوخت موجود در مکان مناسب واقع نشده‌اند.
Yıldız, et al (2016)	a branch and price approach for routing and refueling station location model	به رویکرد واحد به عنوان مدل مکان‌یابی و هزینه‌کرد ایستگاه‌های سوخت CNG پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که الگوریتم هزینه از بین مدل‌های موجود به عنوان یک رویکرد واحد مؤثرتر و نسبت به ابعاد شبکه واقعی‌تر است.
علوی و همکاران (1395)	مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از تکنیک تلفیقی	در این پژوهش به ارزیابی موقعیت فعلی جایگاه‌های سوخت CNG در منطقه 7 شهر مشهد پرداخته و با 6 معیار به جانمایی مراکز سوخت CNG جدید اقدام نموده‌اند. نتایج نشان داد که محدوده جنوبی و جنوب

<p>شرقی منطقه 7 شهر مشهد، فاقد جایگاه سوخت است و برای احداث جایگاه‌های جدید این مناطق در اولویت قرار دارند.</p>	<p>عملگرهای فازی و تحلیل فضایی GIS</p>	
<p>نتایج نشان داد که از کل منطقه مورد مطالعه 49/30 درصد دارای پتانسیل مناسب، 33/70 درصد دارای پتانسیل متوسط و 17 درصد از کل منطقه از پتانسیل نامناسب برخوردار است و تنها 14 درصد از جایگاه‌های موجود در محدوده مناسب احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی قرار دارند و بقیه در محدوده‌های متوسط و نامناسب قرار دارند.</p>	<p>مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های سوخت‌رسانی گاز طبیعی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی منطقه 4 تهران</p>	<p>سلمانی- مقدم و همکاران (1397)</p>

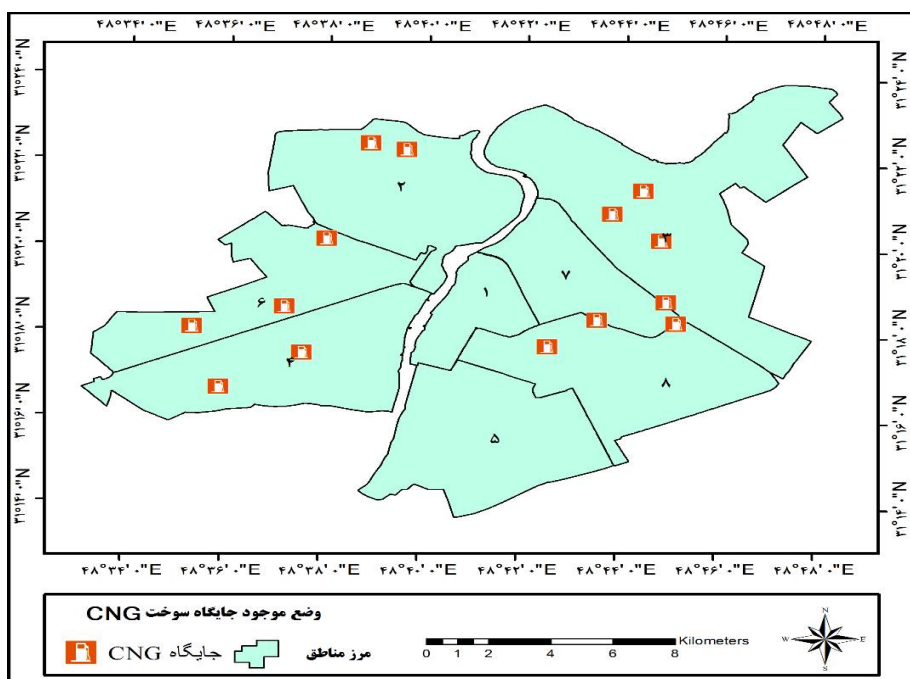
3- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

کلان‌شهر اهواز، مرکز شهرستان اهواز و استان خوزستان است که از نظر جغرافیایی بین 49 درجه و 11 دقیقه طول شرقی تا 31 درجه و 50 دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. این شهر، با مساحت 220 کیلومتر مربع، دومین شهر وسیع ایران پس از تهران است (جوکار، 1394: 96). شهر اهواز از شمال به شهرهای شوشتر، دزفول و شوش از شرق به شهرستان رامهرمز از غرب به شهر حمیدیه و دشت آزادگان و از جنوب به شهرهای شادگان، بندر ماهشهر، خرمشهر و آبادان محدود می‌گردد. وسعت آن در محدوده قانونی شهری، 222 کیلومتر مربع است (سلیمانی راد، 1393: 68). در پژوهش حاضر هشت منطقه مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته شده است (شکل 1).

در ادامه نقشه وضع موجود جایگاه‌های سوخت CNG در شهر اهواز آورده شده است (شکل 2).



شکل 1. موقعیت جغرافیایی مناطق هشتگانه شهر اهواز



شکل 2. وضع موجود جایگاه‌های سوخت CNG در مناطق شهری اهواز

4- روش تحقیق

ماهیت پژوهش حاضر، نظری - کاربردی و روش مطالعه آن، توصیفی - تحلیلی می‌باشد. در ابتدای کار، لایه‌های مورد نیاز برای مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت گازی با استفاده از گردآوری و مطالعه مقالات، کتب و مجلات، اینترنت و کتابخانه‌ها شناسایی گردید. در مرحله بعد، نقشه معیارهای مؤثر در مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی گازی همچون: وضع موجود جایگاه سوخت گازی، معابر و دسترسی، کاربری‌های سازگار و ناسازگار در نرم‌افزار Arc/GIS تهیه گردید. پرسشنامه‌ای تدوین گردید و برای تعیین ضریب اهمیت پارامترها و مقایسه دو به دو آن‌ها با یکدیگر در اختیار کارشناسان مربوطه قرار گرفت تا پارامترهای مؤثر در پیدا کردن مکان بهینه احداث جایگاه‌های سوخت گازی در منطقه مورد مطالعه ارزش‌گذاری شود. جهت تعیین وزن معیارها از روش آنتروپی شانون و جهت الویت‌بندی و تعیین روابط بین متغیرها، از روش سوارا (SWARA)، استفاده شد. در نهایت با ضرب وزن هر معیار در لایه تهیه شده برای هر معیار و ایجاد همپوشانی بین لایه‌ها، نقشه نهایی مکان‌های مناسب احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی در مناطق شهر اهواز تهیه گردید.

4-1- روش SWARA

روش تحلیل نسبی ارزیابی وزن دهی تدریجی SWARA یکی از روش‌های جدید MCDM است که توسط کرسولین در سال برای توسعه روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفته شد. در روش SWARA معیارها بر اساس ارزش رتبه‌بندی می‌شوند. در این روش به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به کم اهمیت‌ترین آن‌ها رتبه آخر تعلق می‌گیرد. همچنین متخصصان نقش مهمی در ارزیابی وزن‌های محاسبه شده دارند و هر متخصص اهمیت هر یک از معیارها را با توجه به دانش ضمنی، اطلاعات و تجربیات خود مشخص می‌کند. آنگاه با توجه به ارزش متوسط رتبه‌های گروهی به دست آمده از کارشناسان وزن هر معیار تعیین می‌-

گردد. وزن هر معیار نشان دهنده اهمیت آن است. این روش قابل فهم و ساده است، جایگزین مطمئنی برای تحلیل‌های پیوسته به شمار می‌رود، در مقایسه با روش‌هایی مانند ANP و AHP تعداد مقایسات زوجی کمتری دارد و به راحتی برای حل تعداد شایان توجهی از مشکلات تصمیم‌گیری قابل استفاده می‌باشد (صادقی‌مقدم و همکاران، 1395: 10). مهم‌ترین مزیت روش سوارا نسبت به سایر روش‌های مشابه، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان درباره شاخص‌های وزن داده‌شده در طی فرآیند روش است (Kersulienė et al., 2010: 14).

4-2- روش ویکور

یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای حل یک مسأله تصمیم‌گیری گسسته با معیارهای نامتناسب (واحدهای اندازه‌گیری مختلف) است. این روش برای بهینه‌سازی چند معیاره سیستم‌های پیچیده توسعه‌یافته است. روش ویکور روی دسته‌بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه‌ها تمرکز داشته و جواب‌های سازشی را برای یک مسأله با معیارهای متضاد تعیین می‌کند، به طوری که قادر است تصمیم‌گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی نزدیکترین جواب موجه به جواب ایده‌آل است که کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می‌گردد. این جواب سازشی یک شاخص رتبه‌بندی چند معیاره بر اساس نزدیکی به جواب ایده‌آل را مطرح می‌سازد. هدف اصلی تکنیک ویکور نزدیکی بیشتر به جواب ایده‌آل هر شاخص است. تفاوت اصلی این مدل با مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی یا شبکه‌ای این است که بر خلاف آن مدل‌ها، در این مدل‌ها مقایسات زوجی بین معیارها و گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد و هر گزینه مستقلاً توسط یک معیار سنجیده و ارزیابی می‌گردد (شنبه‌پور و همکاران، 1394: 6).

4-3- معیارهای مؤثر در مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG

در پروژه‌های پهنه‌بندی و مکان‌یابی جایگاه‌های بهینه برای کاربری‌های درون شهری، استخراج لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز و وزندهی هر لایه و زیر لایه اولین مرحله از مراحل عملی تحقیق می‌باشد. ساده‌ترین نوع وزن‌دار کردن معیارها وقتی است که نقشه‌های ورودی دوتایی باشند و هر نقشه یک عامل وزنی منفرد داشته باشد. با این حال وقتی نقشه‌های چند کلاسه استفاده می‌شوند، هر کلاس از نقشه یک امتیاز متفاوت به خود می‌گیرد، که این باعث می‌شود سیستم وزن‌دار کردن قابل انعطاف‌تر باشد. در این تحقیق ابتدا با توجه به تحقیقات انجام شده و داده‌های موجود معیارهای تأثیرگذار برای مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت انتخاب شده است، که معیارهای به دست آمده در جدول 1 نشان داده شده است: با توجه به این که مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG براساس عوامل مؤثر که منجر به کارایی و خدمات‌دهی بیشتر آن‌ها می‌شود صورت می‌گیرد؛ بنابراین تعیین عوامل مؤثر از مهم‌ترین و اساسی‌ترین گام‌ها برای مکان‌یابی و رتبه‌بندی جایگاه‌ها به شمار می‌آید. در ادامه به تأثیر هر یک از معیارهای تأثیرگذار بر مکان‌یابی جایگاه سوخت CNG پرداخته شده است.

4-3-1- کاربری بهداشتی- درمانی: کاربری‌های بهداشتی و درمانی با توجه به اینکه محلی برای تجمع مردم و بیماران است باعث ایجاد ازدحام و ایجاد ترافیک در آن منطقه می‌شوند. بنابراین به عنوان

کاربري ناسازگار با جایگاه‌های CNG تلقي می‌شوند (حسین‌زاده و همکاران، 1395: 14).

4-3-2- کاربری آموزشی: کاربري‌های آموزشی به دلیل نوع فعالیتي که دارند، به عنوان کاربري ناسازگار براي مراکز آموزشی محسوب می‌شوند، در نتیجه جایگاه‌ها به عنوان يك کاربري مزاحم براي مراکز آموزشی تلقي می‌شوند (حسین‌زاده و همکاران، 1395: 16). نتایج تحقیقات در زمینه محل استقرار فضاهای آموزشی صورت گرفته بر عدم ارتباط و دوری این فضاها با جایگاه‌های سوخت‌رسانی تأکید دارند (سلمانی‌مقدم و همکاران، 1397: 424).

4-3-3- کاربری مسکونی: به دلیل مزاحمت‌هایی که جایگاه‌های سوخت می‌توانند برای مناطق مسکونی ایجاد کنند، به عنوان کاربري‌های ناسازگار محسوب می‌شوند بنابراین هر چه قدر جایگاه‌ها در مکان‌هایی دورتر از مناطق مسکونی قرار گیرند، ارزش بیشتری خواهند داشت (حسین‌زاده و همکاران، 1395: 15).

4-3-4- شبکه ارتباطی و دسترسی: خیابان‌های موجود شهر از عوامل تعیین کننده مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت می‌باشد. در وزندهی به لایه‌ها با افزایش فاصله از شبکه ارتباطی امتیاز کمتری داده می‌شود (محمدی و رضایی، 1391).

4-3-5- جایگاه‌های CNG موجود: در راستای ترویج عدالت و توزیع عادلانه منابع و کاربري‌ها بهتر است کاربري‌های با فعالیت یکسان در فاصله بیشتری از یکدیگر قرار بگیرند. جهت افزایش ایمنی نیز در مورد CNG وجود فاصله در بین جایگاه‌ها مطلب فوق را بیشتر تأیید می‌کند (حسین‌زاده و همکاران، 1395: 16).

4-3-6- کاربری فضای سبز: فضاهای سبز جزو کاربري‌های سازگار و مناسب با جایگاه‌های سوخت‌رسانی درون شهری می‌باشد زیرا بهترین مکان برای گذراندن اوقات فراغت است و باعث کاهش آلودگی هوا می‌گردد (فرج‌زاده و رستمی، 1383: 137).

4-3-7- کاربری تجاری: کاربري تجاری به عنوان يك کاربري ناسازگار با جایگاه‌های سوخت تلقي می‌شود و هر چه جایگاه‌ها در فاصله بیشتری احداث شوند، بهتر خواهد بود (حسین‌زاده و همکاران، 1395: 15).

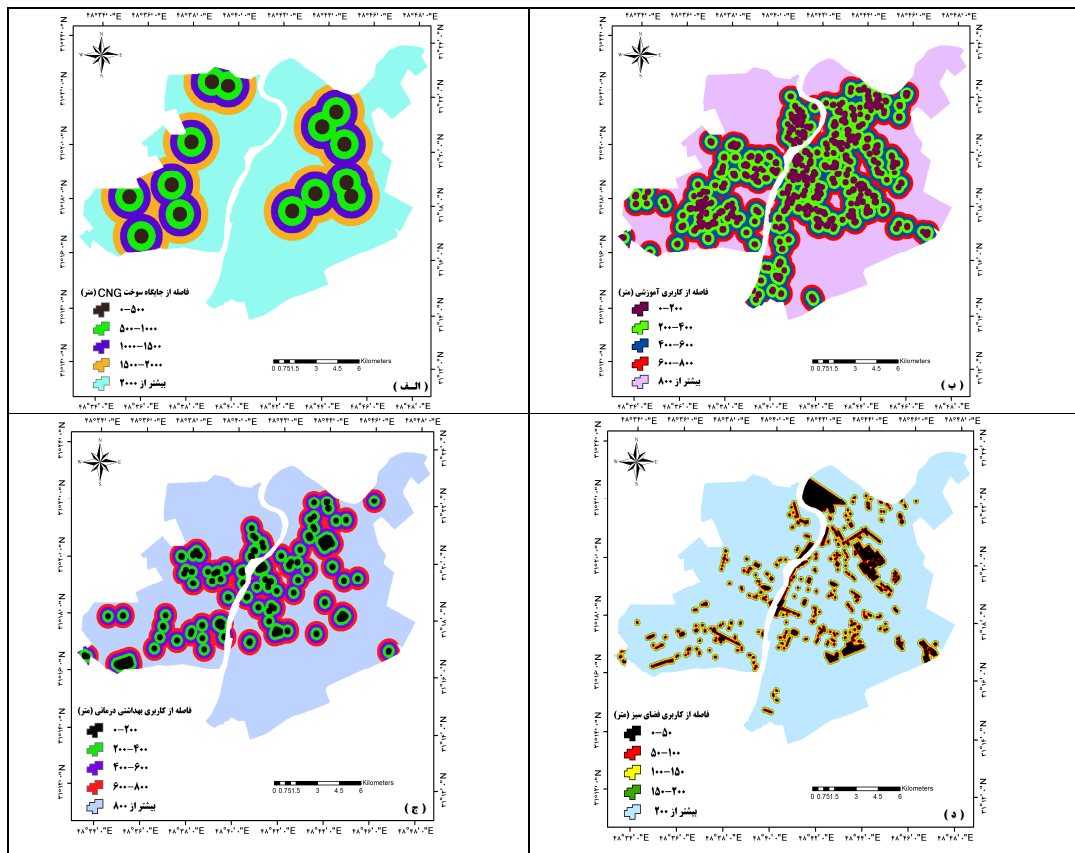
جدول 2. معیارهای مؤثر در مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG (منبع: سلمانی-مقدم و همکاران، 1397 و حسین‌زاده و همکاران، 1395)

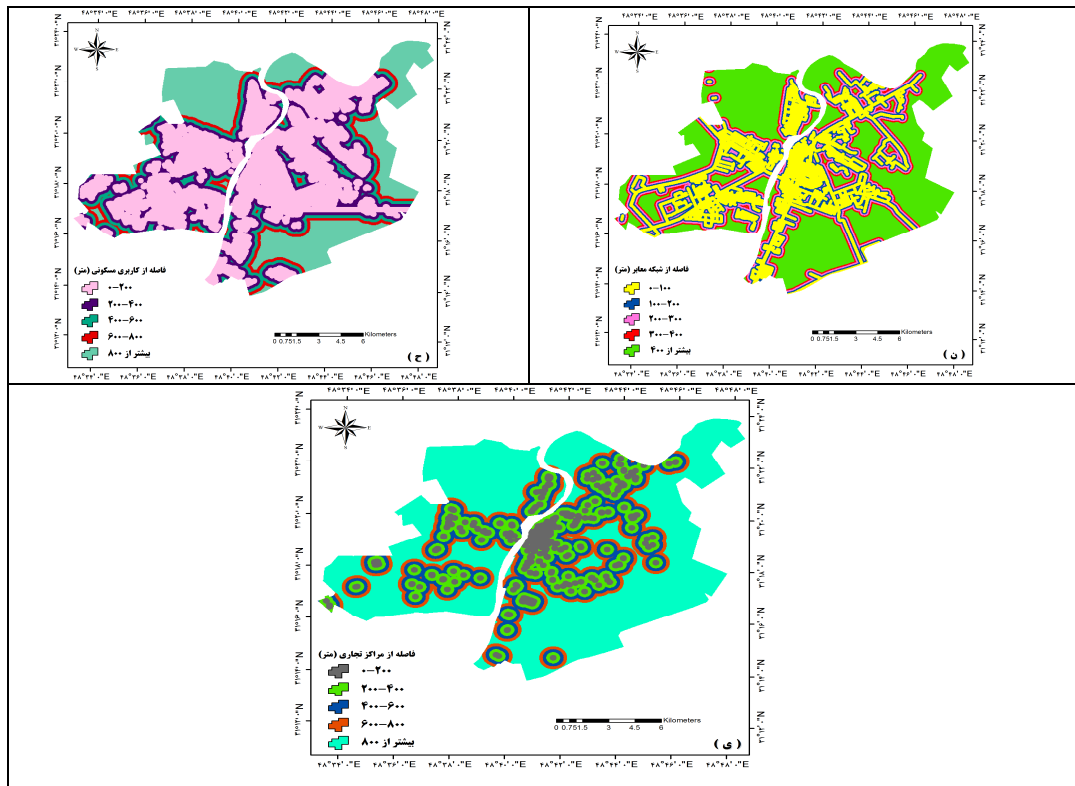
مراکز تجاری	فضای سبز	کاربری آموزشی	شبکه معابر	مراکز درمانی	ایستگاه‌های موجود CNG	کاربری مسکونی
ناسازگار	سازگار	ناسازگار	سازگار	ناسازگار	ناسازگار	ناسازگار
200-0	50-0	200-0	100-0	200-0	500-0	200-0
400-200	100-50	400-200	200-100	400-200	1000-500	400-200
600-400	150-100	600-400	300-200	600-400	1500-1000	600-400
800-600	200-150	800-600	400-300	800-600	2000-1500	800-600
> 800	> 200	> 800	> 400	> 800	> 2000	> 800

5- یافته‌های تحقیق

5-1- تهیه و ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی

پس از شناسایی عوامل مؤثر در مکان‌یابی جایگاه‌های CNG، مرحله بعد ورود این عوامل به سیستم اطلاعات جغرافیایی و سپس استخراج لایه‌های اطلاعاتی جدید از داده‌های ورودی است. پس از مشخص شدن معیارهای مکان‌یابی و طبقه‌بندی نقشه‌ها به کلاس‌های متفاوت براساس نحوه تأثیر پارامترها، باید میزان اهمیت هر یک از پارامترها در قالب دادن وزن مشخصی به هر کدام از پارامترها بر مبنای تأثیرگذار بودن آن پارامتر و به منظور تهیه نقشه نهایی انجام شود. معیارهای تأثیرگذار در شکل 4 نشان داده شده است.





شکل 4. معیارهای موثر بر مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در مناطق شهر اهواز

5-2- وزن‌دهی معیارها با استفاده از مدل SWARA

پس از شناسایی و تعیین معیارها و زیرمعیارها و تهیه نقشه اول معیارها، در این مرحله معیارها بر حسب میزان اهمیت و ارزشی که برای مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت گازی دارند، ارزشیابی می‌گردند. در این تحقیق، جهت وزن‌دهی معیارها و پارامترهای مربوطه، از مدل سوارا به دو روش استفاده از دانش کارشناسان و استفاده از مدل‌های ریاضی استفاده گردیده است. در روش اول از نظریات و تجربیات 5 کارشناس جهت مقایسه استفاده و در روش دوم از طریق نرم افزار EXCEL وزن آنها حاصل گردید. جدول (3)، محاسبات نهایی مربوط به وزن و اهمیت هرکدام از شاخص‌های مورد بررسی و جدول (4) اهمیت و وزن هر کلاس از معیارهای اصلی را با استفاده از روش سوارا نشان می‌دهد.

جدول 3. محاسبات نهایی مربوط به وزن و اهمیت معیارها (منبع: یافته‌های پژوهش، 1398)

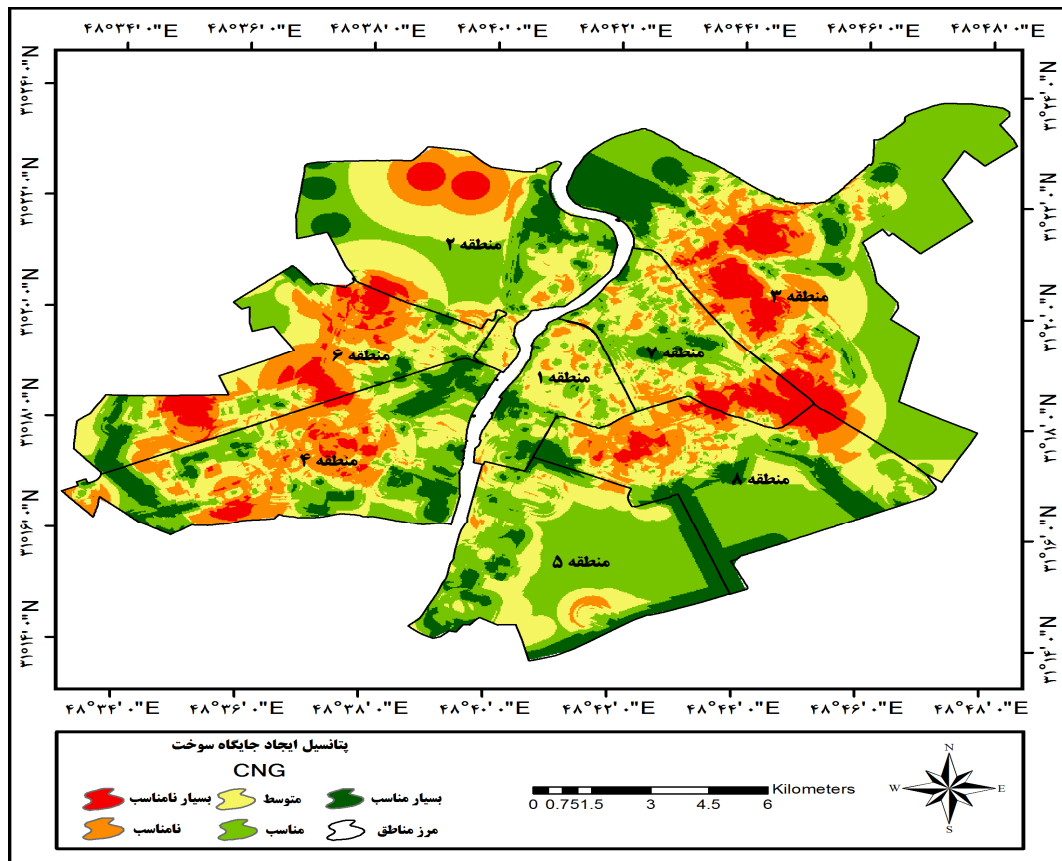
شاخص‌ها	اهمیت نسبی (S_j)	ضریب (k_j)	وزن اولیه (q_j)	وزن نهایی (w_j)
سوخت	1	1	1	0/289
معیار	0/400	1/400	0/714	0/206
تجاری	0/286	1/286	0/556	0/161
فضای سبز	0/250	1/250	0/444	0/128

درمانی	0/500	1/500	0/296	0/086
مسکونی	0/217	1/217	0/243	0/070
آموزشی	0/175	1/175	0/207	0/060

جدول 4. تعیین اهمیت و وزن هر کلاس از معیارهای اصلی با استفاده از روش سوارا (منبع: یافته‌های پژوهش، 1398)

وزن	کلاس-بندی	معیار	وزن	کلاس-بندی	معیار	وزن	کلاس-بندی	معیار
0/138	0-200	کاربری آموزشی	0/286	0-50	فضای سبز	0/276	0-100	شبکه معابر
0/173	-400 200		0/245	50-100		0/241	100-200	
0/202	-600 400		0/196	100-150		0/207	200-300	
0/231	-800 600		0/163	150-200		0/166	300-400	
0/256	بیشتر از 800		0/109	بیشتر از 200		/110	بیشتر از 400	
			0/110	0-200	مراکز درمانی	0/109	0-200	کاربری مسکونی
			0/166	200-400		0/163	200-400	
			0/207	400-600		0/204	400-600	
			0/241	600-800		0/245	600-800	
			0/276	بیشتر از 800		0/280	بیشتر از 800	
			0/111	0-500	جایگاه سوخت CNG	0/121	0-200	کاربری تجاری
			0/166	-1000 500		0/161	200-400	
			0/208	-1500 1000		0/201	400-600	
			0/242	-2000 1500		0/241	600-800	
			0/273	بیشتر از 2000		0/276	بیشتر از 800	

سرانجام پس از وزندهی معیارها، لایه‌های موردنظر در وزنشان ضرب و در محیط GIS تلفیق می‌شوند. نقشه نهایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در 5 طبقه بسیار نامناسب تا بسیار مناسب طبقه‌بندی گردیده است که در شکل 5 نشان داده شده است.



شکل 5. نقشه نهایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

شکل (شماره 5) وضعیت محدوده مطالعاتی را از جنبه مکان‌های بهینه احداث جایگاه‌های سوخت CNG نشان می‌دهد. همان‌طور که در نقشه فوق مشاهده می‌گردد، نقشه خروجی به پنج کلاس با پتانسیل بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب برای احداث جایگاه سوخت تقسیم گردیده است. نتایج حاصل از نقشه نهایی حاکی از آن است که منطقه یک و منطقه پنج مستعدترین مناطق جهت احداث جایگاه سوخت CNG می‌باشند و بالعکس مناطق 3 و 6 به لحاظ ایجاد جایگاه مناسب نمی‌باشند. در واقع می‌توان گفت جایگاه‌های موجود در سطح مناطق شهر اهواز به درستی توزیع نشده‌اند.

3-5- رتبه‌بندی مناطق شهر اهواز با استفاده از مدل VIKOR

در این تحقیق از وزن‌های به‌دست‌آمده از 7 معیار اصلی در روش Swara جهت انجام روش ویکور و رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده گردید. پردازش داده‌ها در محیط ArcGIS انجام گردید و برای اجرای مدل ویکور از نرم‌افزار Matlab استفاده گردید. در ابتدا مقادیر هر یک

از 7 معیار نسبت به 8 منطقه شهر اهواز به دست آمده است. مقادیر اولیه 8 منطقه در جدول 4 نشان داده شده است.

جدول 5. مقادیر اولیه عوامل مؤثر بر مکانیابی جایگاه سوخت CNG

(منبع: یافته‌های پژوهش، 1398)

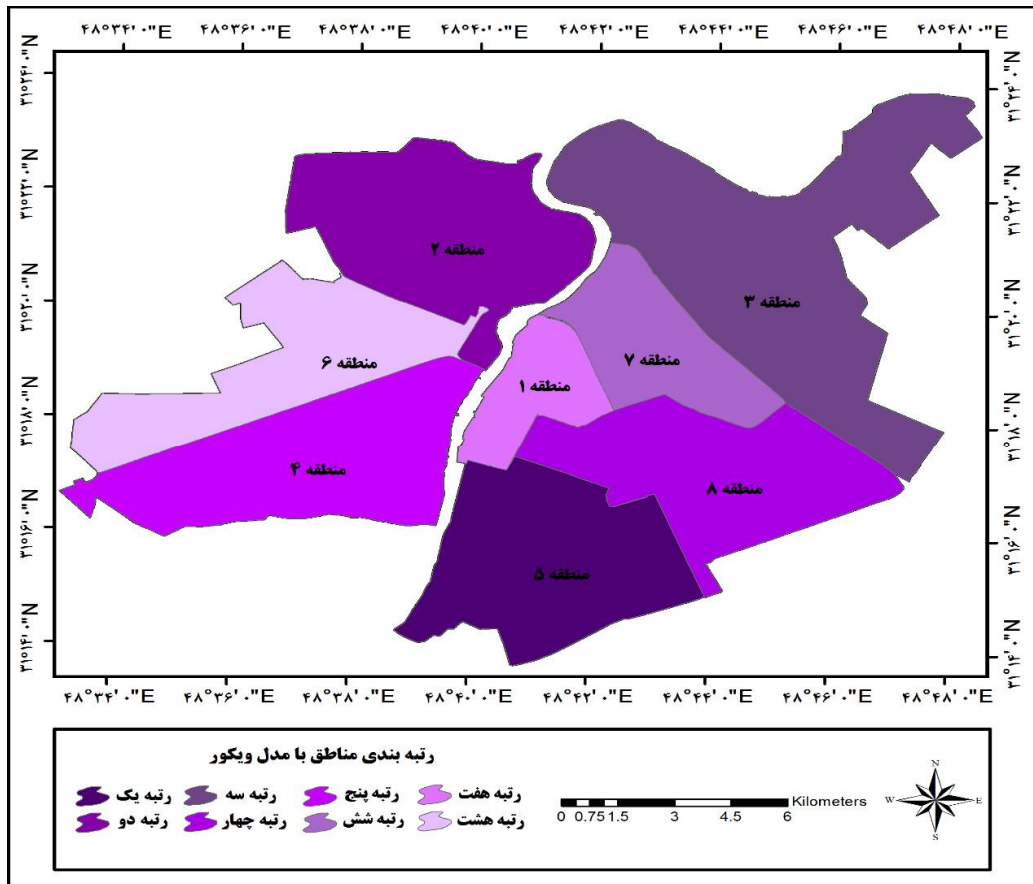
منطقه	تجاری	معاير	مسكونی	فضای سبز	درمانی	جایگاه CNG	آموزشی
1	154 0/0	261 0/0	115 0/0	156 0/0	194 0/0	266 0/0	158 0/0
2	25 0/0	156 0/0	222 0/0	118 0/0	254 0/0	237 0/0	228 0/0
3	237 0/0	166 0/0	196 0/0	143 0/0	246 0/0	235 0/0	214 0/0
4	236 0/0	222 0/0	135 0/0	136 0/0	223 0/0	227 0/0	196 0/0
5	247 0/0	165 0/0	19 0/0	112 0/0	271 0/0	271 0/0	222 0/0
6	222 0/0	204 0/0	136 0/0	12 0/0	23 0/0	216 0/0	195 0/0
7	202 0/0	216 0/0	126 0/0	145 0/0	214 0/0	23 0/0	172 0/0
8	239 0/0	189 0/0	168 0/0	141 0/0	25 0/0	234 0/0	208 0/0

سرانجام با استفاده از روش Vikor بین مناطق شهری اهواز، رتبه‌بندی انجام شده و ترتیب مناطق مشخص گردیده است. نتایج حاصل از این روش نشان می‌دهد که منطقه پنج رتبه از بین مناطق شهری جهت ایجاد جایگاه جدید سوخت مستعدتر می‌باشد. نتایج در جدول 6 و شکل 6 نشان داده شده است.

جدول 6. رتبه‌بندی مناطق با استفاده از روش ویکور (منبع: یافته‌های

پژوهش، 1398)

رتبه ویکور	Q_i	R_i	S_i	منطقه
7	0/84	0/206	0/737	1
2	0/414	0/178	0/215	2
3	0/552	0/189	0/377	3
5	0/786	0/231	0/591	4
1	0	0/02	0/048	5
8	0/888	0/289	0/583	6
6	0/824	0/215	0/684	7
4	0/606	0/194	0/437	8



شکل 6. رتبه بندی نهایی مناطق شهر اهواز با استفاده از مدل ویکور

6- بحث و نتیجه گیری

یکی از مشکلاتی که اکثر شهرهای کشور از جمله شهر اهواز با آن مواجه است کمبود جایگاه های سوختگیری و توزیع ناعادلانه آن در سطح شهر می باشد. هدف از پژوهش حاضر تعیین پهنه های مناسب جهت ساماندهی پراکنش فضایی جایگاه های سوخت CNG در مناطق شهر اهواز بوده است، که با استفاده از مدل های تصمیم گیری و تحلیل های فضایی GIS صورت گرفته است. براساس مطالعات و نتایج به دست آمده از این تحقیق، با توجه به کمبود جایگاه های سوخت CNG در محدوده مورد مطالعه احداث چند جایگاه جدید به عنوان یک ضرورت مطرح می شود. قابل ذکر است که منطقه یک و پنج فاقد جایگاه سوخت می باشند و این مناطق بیشترین پتانسیل جهت احداث جایگاه های سوخت CNG جدید را دارند و می بایست در اولویت قرار گیرند. در ادامه با استفاده از روش Vikor بین مناطق شهر اهواز اولویت بندی صورت گرفت که از بین مناطق، منطقه پنج رتبه اول را به خود اختصاص داده است. نتایج این پژوهش نشان می دهد به کارگیری تحلیل های فضایی سیستم اطلاعات جغرافیایی و همچنین مدل Swara به همراه مدل Vikor نتایج تصمیم گیری را دقیق تر می کند و گزینه های دقیق تری جهت مکان یابی در اختیار قرار می دهد.

حسینزاده و همکاران (1396)، به مطالعه مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های سوخت (CNG)، در شهر زنجان پرداختند. در این پژوهش عوامل تعیین‌کننده برای انتخاب مکان مناسب شامل کاربری مسکونی، تجاری، بهداشتی، آموزشی، فضای سبز، خطوط برق و گاز و جایگاه‌های سوخت موجود بوده است و به این نتیجه رسیدند که جایگاه‌های سوخت موجود در شهر زنجان نسبت به سایر کاربری‌های سازگار در شرایط مناسب از جهت رعایت حریم در حالت کلی قرار نگرفته‌اند و به لحاظ توزیع مناسب جایگاه‌ها در سطح شهر نیز به صورت یکسان صورت نگرفته است. در پژوهشی دیگر، محمدی و رضائی (1391)، به مطالعه تحلیل فضایی و مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت در شهر شیراز پرداختند. در این پژوهش وضع موجود جایگاه‌های سوخت شهر شیراز با استفاده از توابع GIS و تحلیل شبکه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که توزیع جایگاه‌های سوخت مناسب نیست و در ادامه به کمک مدل AHP و همپوشانی شاخص‌ها در محیط ArcGIS، اراضی شهری بر اساس اولویت از خیلی مناسب تا خیلی نامناسب ارزش‌گذاری شده و مکان‌های جدید برای ایجاد جایگاه سوخت پیشنهاد شد. یکی از اساسی‌ترین راهکارهایی که برای حل این مشکل پیشنهاد می‌شود ایجاد جایگاه‌های سوخت‌گیری جدید در مکان‌های مناسب می‌باشد. در این ارتباط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد برای مدیریت و به‌کارگیری لایه‌های اطلاعاتی مختلف در مرحله مکان‌یابی و همچنین ارزیابی وضعیت موجود مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- ایمانی، بهرام. حبیبزاده، علی و حبیبزاده، عظیم، 1396، تحلیل توزیع فضایی بهینگی استقرار جایگاه‌های سوخت (CNG) نمونه موردی:

- شهر اردبیل، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال هشتم، شماره 30، صص 163-184.
2. جوکار، سجاد، 1394، بررسی الگوهای مراکز خرید و مجتمع‌های تجاری در شهر اهواز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: سعید امانپور، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
3. حسین‌زاده، اکبر. احمدی، منیژه، مرادی مفرد، سمیرا و قاسمی، مریم، 1395، مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های سوخت CNG مورد مطالعه: شهر زنجان، نشریه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال ششم، شماره 24، صص 7-20.
4. حیدری‌شهپر، رامین و احمدی، ملیحه، 1395، مکان‌یابی کاربری فرهنگی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی AHP و تحلیل شبکه ANP، نمونه موردی: منطقه 8 کلان‌شهر کرج، دوفصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال هشتم، شماره 2، پی‌اچ‌پی 16، صص 65-82.
5. سلمانی‌مقدم، محمد. خدابنده‌لو، حسن، یوسفی، فاطمه و صمدی، محمد، 1397، مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های سوخت‌رسانی گاز طبیعی CNG با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل AHP مورد مطالعه: منطقه 4 تهران، مجله جغرافیا و روابط انسانی، دوره 1، شماره دو، صص 438-417.
6. سلیمانی‌راد، اسماعیل، 1393، طبقه‌بندی پویا زمین شهری مبتنی بر هوش مصنوعی با استفاده از تصاویر سنجنش از دور (مطالعه موردی: محله کیانپارس اهواز)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: سعید ملکی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
7. شنبه‌پور، فرشته. نعمتی، مرتضی، غفورزاده، مجتبی و حیدری، یاسر، 1394، تحلیلی بر وضعیت شاخص‌های بهداشتی درمانی در شهرستان‌های استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از مدل VICOR، سومین کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، دی ماه 1394.
8. صابری‌فر، رستم و مزرعه، مسعود، 1393، تحلیل تناسب توزیع فضایی و مکان‌یابی مراکز آتشنشانی با استفاده از تلفیق مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال سوم، شماره 9، صص 5-19.
9. صادقی‌مقدم، محمد رضا. صفری، حسین و سینایی، صبا، 1395، طراحی مدل ارزیابی عملکرد مدارس ابتدایی بر اساس شاخص‌های مدل تعالی سازمانی و وزندهی مدل با روش SWARA، دومین کنفرانس بین‌المللی در مدیریت، حسابداری و اقتصاد، دانشگاه تهران، دی ماه 1395.
10. عرب، علیرضا. حسینی دهشیری، سید جلال‌الدین و نصیری، عباس، 1396، ارائه مدل کارمندیابی مبتنی بر روش تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی سوارا و آراس (مطالعه موردی: شرکت مادر تخصصی توانیر)، فصلنامه مهندسی تصمیم، سال دوم، شماره ششم، 147-169.

11. علوی، سیدعلی. معززآبادی، محدثه، دیوسالار، اسدالله و جعفری، بهبود، 1935، مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی عملگرهای فازی و تحلیل‌های فضایی GIS مورد مطالعه: منطقه 7 شهر مشهد، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال هفتم، شماره 1، پیاپی 13، صص 9-18.
12. فرج زاده، منوچهر و رستمی، مسلم، 1383، ارزیابی و مکان‌گزینی مراکز آموزش شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعه موردی: شهرک معلم کرمانشاه، فصلنامه مدرس انسانی، شماره 32. صص 133-152.
13. کاظمی، عالییه و ساده‌وند، زهرا، 1393، مکان‌یابی جایگاه‌های CNG در آزاد راه‌های استان تهران با استفاده از مدل ریاضی FRML، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت راهبردی، سال بیستم، شماره 56، صص 1-17.
14. محمدی، جمال و رضایی، میثم، 1391، تحلیل فضایی و مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG شهر شیراز، مجله برنامه‌ریزی فضایی، سال اول، شماره 4، صص 111-132.
15. ولی‌پوری، معصوم. بهرامی، محبوبه و رحیم‌آبادی، ابوالفضل، 1392، مکان‌یابی پمپ بنزین‌های شهر بروجرد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری زاگرس، سال ششم، شماره 20، صص 161-179.
16. یعقوب‌زاده، نوید و بالارستاقی، فاطمه، 1394، مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت (پمپ‌بنزین) مطالعه موردی: شهر گرگان، اولین همایش ملی علوم زمین و توسعه شهری، تبریز، خردادماه 1394.
17. یعقوب‌زاده، نوید و کتانچی، مهزاد، 1394، مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت (پمپ‌بنزین) مطالعه موردی: شهر بندر گز، کنفرانس بین‌المللی دست‌آوردهای نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.
18. Khahroa, SH.H., Matorib, A. N., Chandio, I. A., & Talpurb, H. (2014) " Land suitability analysis for installing new petrol filling stations using GIS", Fourth International Symposium on Infrastructure Engineering in Developing Countries, IEDC, Procedia Engineering 77 (2014) 28 – 36.
19. Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010) "Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA)", Journal of Business Economics and Management, 11(2), 243-258
20. Shukla, A., Pekny, J., and Venkatasubramanian, V. (2011) "an optimization framework for cost effective design of refueling station infrastructure for alternative fuel vehicles", Comput. Chem. Eng. 35, 1431-143
21. Upchurch, C. and Kuby, M. (2010) "Comparing the p-median and flow-refueling models for locating alternative-fuel stations", Journal of Transport Geography, Vol. 18, pp 750-757.
22. Wang, Y., Lin, C. (2013) " Locating multiple types of recharging stations for battery-powered electric vehicle transport", Transp. Res. Part E 58, 76-87.

23. Yıldız, B., Arslan, O., and Karasan, O.E. (2016) “ a branch and price approach for routing and refueling station location model“, *European Journal of Operational Research* 248 (2016) 815–826.

CNG Fuel Location potential of Ahvaz Using Decision-Making Models and Geographic Information System

Abstract

Sustainability of the projects is the major concern of developing in developing countries. It has been evident that development activities have a high potential to cause damage to the environment. The rapid growth of urbanization has led to more demand for vehicles, leading to more fuel consumption. Fuel location is one of the important centers, but at the same time, it is considered a hazardous facility. Choosing the right place for these facilities requires special attention at the initial stage of the project and is one of the most important aspects of success for any commercial project. Therefore, the main objective of this research is to find the location of natural gas fuels using GIS and decision making models in Ahwaz. The nature of the research applied theoretical and its method of study is descriptive-analytical. To achieve this goal, the map of effective criteria for locating the location of natural gas fuels such as road network, residential use, education, etc. was provided in ARC / GIS software. The Shannon entropy method and Suara method were used to determine the weight of criteria and prioritization and to determine the relationships between variables. Finally, by weight multiplication of each criterion in the prepared layer for each criterion and overlaying the layers, a final map of the appropriate locations for building fuel in Ahwaz city was prepared. The results of the final map indicate that the 1st and 5th regions lack fuel cell and these areas have the highest priority for the construction of new fuel stations. Then the Vikor method was prioritized between Ahwaz city areas. The results of this study show that the application of GIS spatial analysis as well as the Swara model, along with the Vikor model, makes more accurate the results of the decision and provides more precise location options.

Keywords: Location of CNG fuel, spatial information system (GIS), Swara model, AhvaZ