

نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال هشتم، شماره سی‌ام، پاییز ۱۳۹۶

شاپا چاپی: ۵۲۲۹-۲۲۲۸، شاپا الکترونیکی: ۳۸۴۵-۲۴۷۶

دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۸ - پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۲

<http://jupm.miau.ac.ir/>

صص ۱۸۴-۱۶۳

## تحلیل توزیع فضایی بهینگی استقرار جایگاه‌های سوخت (CNG) (نمونه

### موردی: شهر اردبیل)

بهرام ایمانی: استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران\*

علی حبیب‌زاده: کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، اردبیل، ایران

عظیم حبیب‌زاده: کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، اردبیل، ایران

#### چکیده

دستیابی به تعادل در توزیع فضایی منابع و خدمات‌رسانی در سطح شهرها، یکی از اهداف اصلی دولت‌ها و سازمان‌های متولی مدیریت شهری است، یعنی توزیع متعادل خدمات مستلزم تعیین مکانی منابع و تسهیلات باید به شکلی باشد که همه اقشار جامعه و شهروندان به صورت متعادل به آن‌ها دسترسی پیدا کنند. یکی از مهمترین خدمات شهری که در چند سال اخیر با تاکید بیشتری بر جانمایی صحیح آن‌ها تاکید می‌شود جایگاه‌های سوخت CNG شهری است. شهر اردبیل به دلیل نقش مرکزی خود در محدوده جغرافیایی خود با افزایش جمعیت و تراکم همراه بوده و به تبع آن در ارائه خدمات شهری (به علت کمبود یا توزیع نامناسب خدمات) دچار نارسائی‌هایی عدیده‌ای بوده که شبکه جایگاه‌های سوخت رسانی (CNG) از جمله این نوع خدمات است. در این راستا پژوهش حاضر با هدف ارزیابی وضع موجود ایستگاه‌های CNG، مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های جدید و افزایش دسترسی عمومی شهروندان به این ایستگاه‌ها شکل گرفت. با توجه به ماهیت موضوع و اهداف تحقیق، رویکرد حاکم بر فضای تحقیق «توصیفی - تحلیلی» است. از این رو، در پژوهش حاضر با استفاده از اطلاعات طرح تفصیلی و مشاهدات میدانی موقعیت جایگاه‌های سوخت (CNG) موجود شهر اردبیل شناسایی شده و با استفاده از مدل AHP به ارزیابی معیارهای (۱۲ معیار) جانمایی جایگاه‌های سوخت (CNG)، در شهر اردبیل اقدام شد و محدوده‌های شهری که به این کاربری دسترسی نداشتند شناسایی گردید. نتایج پهنه‌بندی شهر اردبیل برای مکان‌یابی ایستگاه‌های CNG حاکی از آن است که نامناسب‌ترین پهنه برای جانمایی ایستگاه‌های CNG، ۲۲٫۵ درصد و در مقابل مناسب‌ترین پهنه ۱۵٫۸ درصد از اراضی شهر اردبیل را به خود اختصاص داده است. همچنین نتایج حاکی از آن است که می‌توان با استقرار ۶ ایستگاه جدید CNG (با توجه به استانداردهای موجود) به ارائه خدمات بهینه و دسترسی سریع ساکنین شهر اردبیل به خدمات ارائه شده اقدام نمود. در این راستا با استفاده از مدل TOPSIS و به‌کارگیری ۸ معیار موثر بر جانمایی بهینه ایستگاه‌های CNG به بررسی ایستگاه‌های پیشنهادی و اولویت‌بندی اجرائی آن‌ها اقدام شد. نتایج نشان می‌دهد که ایستگاه‌های CNG موجود شهر اردبیل، از نظر استانداردهای شهرسازی در موقعیت مناسبی قرار نداشته و علاوه بر خدمات دهی نامناسب به شهروندان شهر اردبیل، با کاربری‌های اطراف خود نیز سازگاری مناسبی ندارند. این موضوع لزوم بازنگری در موقعیت ایستگاه‌های CNG و ایجاد ایستگاه‌های جدید CNG را در محدوده شهر اردبیل تبیین می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی اراضی، شهر اردبیل، مکان‌یابی ایستگاه CNG، مدل AHP، مدل TOPSIS

## ۱- مقدمه

## ۱-۱- طرح مسأله

موضوع زمین و چگونگی استفاده از آن، بستر اصلی برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شود (سرور و نادری فر، ۱۳۸۵: ۱). کارکردهای شهری، به جهت پویایی ناشی از تحولات در خواسته‌های انسانی و تغییر در امکانات، دائماً در حال تحول بوده و از نظر مقیاس عملکرد نیز همچنان تغییرپذیر هستند (رضویان، ۱۳۸۱: ۶۸). شاید بتوان این‌گونه بیان نمود که پویاترین تحولات شکل گرفته در نظام شهری، تحولات جمعیتی و شکل‌گیری نیازهای جمعیت شهری و افزایش آن نیازها است. افزایش جمعیت و رشد شتابان شهرنشینی در ده‌های گذشته آثار سوئی 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 (حسامیان، ۱۳۷۸: ۱۲۸). بدون تردید عمده‌ترین اثر رشد شتابان شهرنشینی و رشد بی‌رویه فضای شهری، به هم خوردن نظام توزیع خدماتی و نارسائی سیستم خدماتی است (صالحی، ۱۳۸۴: ۱۲۴). 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 این‌گونه مراکز از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار شده است (جمشید زاده، ۱۳۸۷: ۲۴). توسعه صحیح و متوازن عناصر و اجزاء خدمات شهری همواره از اهداف برنامه‌ریزان در حوزه مدیریت شهری است. شبکه

جایگاه‌های سوخت‌رسانی از جمله اجزاء خدمات شهری هستند که به عنوان تأمین‌کننده سوخت وسایط نقلیه موتوری و ناوگان حمل و نقل شهری عمل نموده و به نوبه خود از ملاحظات ترافیکی، شهرسازی، ایمنی و زیست محیطی دارای اهمیت است (کریمی‌نیا، ۱۳۹۲: ۲). در دهه اخیر با توجه به روند رو به رشد مصرف سوخت در بخش حمل و نقل و صدمات اقتصادی ناشی از آن سیاست تغییر سوخت مصرفی به گاز طبیعی فشرده، در دستور کار دولتمردان قرار گرفته است و این سیاست باعث شده است که جایگاه‌های سوخت CNG به عنوان یکی از مهمترین مراکز خدمات شهر مطرح باشند، بنابراین با توجه به تولید بالای خودرو در کشور و تولید خودروهای دوگانه‌سوز، ایجاد زیرساخت‌های لازم در این زمینه ضروری می‌نماید و مهمترین زیرساخت لازم، احداث جایگاه‌های سوخت‌گیری CNG است. از جمله مسایل مهم در این راستا تعیین مکان مناسب برای تاسیس جایگاه‌های سوخت CNG است. توسعه صحیح و توزیع یکنواخت و متوازن جایگاه‌های سوخت‌رسانی، دستاوردهای ارزشمندی به دنبال خواهد داشت. کاهش زمان و طول سفرهای سوخت‌گیری، سوخت‌گیری در مجاورت محل سکونت و افزایش رفاه شهروندان، دسترسی مناسب به جایگاه‌های سوخت‌رسانی، عدم تشکیل گره‌های ترافیکی و عدم تشکیل صف در جایگاه‌ها، افزایش ایمنی و کاهش هزینه‌های اقتصادی تأمین زمین از جمله این دستاوردها هستند (بهبهانی، ۱۳۸۵: ۱).

## ۱-۲- ضرورت پژوهش

با توجه به طرح مساله و بررسی عمومی محدوده مورد مطالعه می‌توان بیان داشت که شهر اردبیل به علت دارا بودن جمعیت بالای ۵۰۰ هزار نفر، مراجعه حجم عظیم گردشگرانی به این شهر، از نظر تعداد ایستگاه‌های سوخت رسانی (CNG) و توزیع بهینه آن‌ها در وضعیت نامناسبی قرار داشته (۱۳ ایستگاه) و توانایی خدمات‌رسانی مناسب به ساکنین این شهر و گردشگران ورودی به این شهر را دارا ناست، بنابراین با توجه به موارد طرح شده، این مسئله ضروری به نظر می‌رسد که توزیع کمی و کیفی جایگاه‌های توزیع سوخت CNG به طور علمی و تخصصی، در محدوده مورد مطالعه بررسی شده و پهنه‌های بهینه برای استقرار ایستگاه‌های جدید مورد شناسایی قرار گیرد.

## ۱-۳- اهداف

با توجه به موضوع مورد پژوهش و وضعیت محدوده مورد مطالعه می‌توان اهداف زیر را برای پژوهش حاضر بیان نمود:

- ارزیابی موقعیت فعلی ایستگاه‌های CNG با توجه به استانداردهای شهرسازی؛
- شناسایی پهنه‌های بهینه برای جانمایی ایستگاه‌های CNG؛
- مکان‌یابی موقعیت ایستگاه‌های جدید CNG؛
- اولویت بندی اجرائی ایستگاه‌های CNG در شهر اردبیل با استفاده از مدل تاپسیس.

## ۱-۴- پیشینه تحقیق

در سال ۱۹۳۰، اولین فعالیت مهم برای گاز سوز نمودن موتورهای درون سوز در آمریکا انجام شد. پس از آن و در خلال جنگ جهانی دوم استفاده از

گاز طبیعی در اروپا نیز رایج گردید و خصوصاً از اوایل دهه ۵۰ میلادی تمایل به گاز سوز کردن موتورها رو به افزایش یافت (محمدی و رضائی، ۱۳۹۱: ۱۱۴). در کشور ما نیز در دهه اخیر با توجه به روند رو به رشد مصرف سوخت، تغییر سوخت مصرفی به گاز طبیعی فشرده در سیستم حمل و نقل شهری، در دستور کار قرار گرفته است. از این رو مطالعات زیادی در این زمینه در سطح جهانی و داخلی صورت گرفته است که برخی از مطالعات صورت گرفته به شرح زیر است:

اولین مدل ترکیبی توسط گود چایلد<sup>۱</sup> و نارون‌ها<sup>۲</sup> (۱۹۸۷) برای استقرار تعداد محدودی از پمپ بنزین ارائه شده بود تا سهام بازار سوخت‌گیری یک شرکت را به حداکثر تعداد خود برساند. از این رو یک مدل P- میانه را مورد مطالعه قرار دادند. با این وجود، به این دلیل که مدل از داده‌های جریان زنجیره و نه از جریانات مبدأ و مقصد (O-D) استفاده می‌کرد، با مشکلات شمارش مضاعف (دوبل) و حذف جریاناتی روبرو بود، از این رو برای ارزیابی اینکه آیا در کل مسیر، خودرو از لحاظ سوخت‌گیری تأمین است، ضعف داشت.

هاجسون<sup>۳</sup> و روزینگ<sup>۴</sup> (۱۹۹۲) مدل جانمایی جریان سوخت جایگزین FCLM را گسترش دادند تا یک مدل ترکیبی را با دو هدف متضاد برای استقرار تعداد محدودی از ایستگاه‌های سوخت‌گیری با عنوان حداکثر جریانات و حداقل مسافت وزنی تقاضا، ارائه دهند. در این مدل فرض شد که کل جریان توسط فقط

1 . Good child

2 . Noronha

3 . Hodgson

4 . Rosing

داده‌اند. این پژوهش با توجه به اهمیت جایگاه‌های سوخت رسانی و نقش مهم آن در کاهش گره‌های ترافیکی، ایمنی و محیط زیست، به مکان‌یابی این بخش از خدمات شهری پرداخته است.

در ایران نیز مطالعاتی در جهت جانمایی مناسب مراکز توزیع سوخت (CNG) صورت گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

کاظمی و ساده‌وند (۱۳۹۵) در مقاله خود به بررسی مکان‌یابی جایگاه‌های CNG در مسیرهای تهران - فیروزکوه و تهران - سمنان با استفاده از مدل مکان‌یابی جریان سوخت‌گیری اقدام نموده‌اند. در این تحقیق جایگاه‌های سوخت CNG در دو مسیر برون‌شهری تهران مورد مکان‌یابی قرار گرفته و در هر مسیر یک ایستگاه بهینه با مختصات دقیق جغرافیایی مورد شناسایی قرار گرفته است.

علوی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود با عنوان "مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از تکنیک تلفیقی عملگرهای فازی و تحلیل فضایی GIS" به ارزیابی موقعیت فعلی جایگاه‌های سوخت CNG در منطقه ۷ شهر مشهد اقدام نموده و با ۶ معیار به جانمایی مراکز سوخت CNG جدید اقدام نموده‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که محدوده جنوبی و جنوب شرقی منطقه ۷ شهر مشهد، فاقد جایگاه سوخت است و برای احداث جایگاه‌های جدید این مناطق در اولویت قرار دارند.

مافی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خود به تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در شهر مشهد با استفاده از مدل AHP اقدام نموده‌اند. در این پژوهش به بررسی تمامی ایستگاه‌های گاز طبیعی از لحاظ وضعیت مکان‌یابی بر اساس چهار شاخص

یک ایستگاه که در کوتاه‌ترین مسیر مستقر است، جذب می‌شود.

ملندز و میلبراندت<sup>۵</sup> در سال ۲۰۰۸ جاده‌هایی که روزانه حداقل ۲۰۰۰۰ وسیله نقلیه بر طبق تجزیه و تحلیل‌های GIS مربوط به شبکه ملی جایگاه‌های هیدروژن، از آن‌ها می‌گذشت را بررسی کردند. این رویکرد نشان داد که بسیاری از رانندگان در مسیر حرکتشان به سمت نقاط دیگر سوخت‌گیری را انجام می‌دهند و تلاش می‌کنند تا عبور از ترافیک را حداکثر کنند.

کوبی و لیم<sup>۶</sup> (۲۰۰۵) مدل FCLM را توسعه داده و با در نظر گرفتن محدوده‌ی دامنه‌ی اتومبیل‌های دوگانه‌سوز، سعی در حداکثر کردن پوشش جریان‌ات سوخت‌گیری و بهبود مدل FCLM کرده‌اند.

ملینا<sup>۷</sup> (۲۰۰۸) معیارهای عمومی را برای شناسایی مکان‌های موثر جهت احداث ایستگاه‌های سوخت هیدروژنی معرفی نموده است. در این بین می‌توان به مواردی از قبیل مکان‌های نزدیک به نواحی با حجم ترافیک بالا، مکان‌های تأمین سوخت در طول جاده-هایی که در آن‌ها مسافرت‌هایی با مسیر طولانی صورت می‌گیرد، مکان‌های شاخص جهت افزایش آگاهی عمومی در مورد سوخت‌های جایگزین و مکان‌هایی که در دسترس افرادی قرار دارند که برای اولین بار خودروی هیدروژن سوز خود را خریداری کرده‌اند، اشاره کرد.

اصلانی و آل‌شیخ (۲۰۱۱) مکان‌گزینی ایستگاه‌های کوچک با استفاده از GIS را مورد بررسی قرار

5 . Melendez and Milbrandt

6 . Kuby and Lim

7 . Melaina

جایگاه‌های هستند که طبق استانداردهای جهانی باید وجود داشته باشند.

داهی فر (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان "مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت (مطالعه موردی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران)" با در نظر گرفتن تعداد، توزیع و پراکندگی فعلی جایگاه‌های سوخت‌گیری در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و تعیین توزیع بهینه آن‌ها توسط یک مدل برنامه‌ریزی خطی، به شناسایی مناطقی می‌پردازد که با کمبود و یا مازاد جایگاه روبرو هستند. نتایج حاصل از مدل بیانگر بهینه نبودن توزیع جغرافیایی فعلی جایگاه‌ها و در نتیجه پیشنهاد مناطقی است که با توجه به وضعیت موجود، برای احداث جایگاه سوخت‌گیری از اولویت بیش‌تری برخوردارند.

نصیری و چهرقانی (۱۳۸۹) در مقاله خود با عنوان تعیین معیارهای موثر بر مکان‌یابی شبکه‌ها و زیرساخت‌های برون شهری صنعت گاز با رویکرد GIS با تاکید بر مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG استان قم، به ارزیابی نحوه توزیع این مراکز اقدام نموده‌اند.

نوبخت و مصطفوی ماریان (۱۳۸۹) در مطالعه خود با عنوان «مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعه موردی شهر مشهد» به ارزیابی ۱۳ منطقه و ۱۴۱ ناحیه ترافیکی شهر مشهد، بر مبنای مصرف بنزین در یک بازه مشخص و با در نظر گرفتن شرایطی، تعداد ایستگاه‌های پمپ بنزین مورد نیاز محاسبه شد، و ارزیابی صورت گرفت.

زیاری و حسین‌مردی (۱۳۸۸) در مقاله به بررسی و تحلیل کاربری اراضی شهری و وزن دهی معیارهای

مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و دسترسی در مدل AHP با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته شده است.

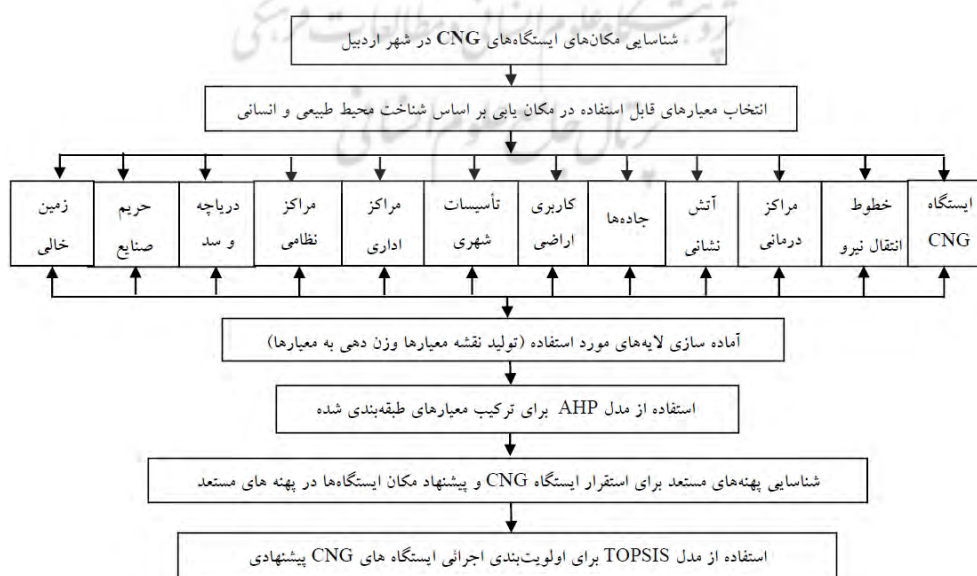
ناصری علوی (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان "مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی GIS و روش ارزیابی چند معیاره AHP، مطالعه موردی: شهر رشت" با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه امکانات و عوامل محدود کننده شهر را با یکدیگر ترکیب نموده و سپس با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی بهترین محل جایگاه‌های سوخت را تعیین نموده است.

محمدی و رضائی (۱۳۹۱) در مقاله خود با عنوان "تحلیل فضایی و مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG شهر شیراز" به جانمایی مراکز سوخت CNG جدید در محدوده مورد مطالعه اقدام نموده‌اند. در پژوهش حاضر با استفاده از مدل تحلیل شبکه وضع موجود جایگاه‌های سوخت CNG شهر شیراز مورد بررسی قرار گرفته و بعد از پی بردن به توزیع نامناسب و کمبودهای موجود، با استفاده از مدل AHP به مکان-یابی مراکز جدید سوخت CNG اقدام شده است.

خیام‌پور (۱۳۹۰) در پژوهش با عنوان "بررسی و تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در شهر مشهد (مدل AHP)" ایستگاه‌های گاز طبیعی شهر مشهد را از لحاظ وضعیت مکان‌یابی بر اساس چهار شاخص مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و دسترسی در مدل AHP با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بررسی نموده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که جایگاه‌های گاز طبیعی موجود تنها ۴۸ درصد

روزرسانی اطلاعات با وضعیت موجود از روش مشاهده میدانی استفاده گردیده است.

در این پژوهش با استفاده از طرح تفصیلی و مشاهدات میدانی موقعیت جایگاه‌های سوخت (CNG) موجود شهر اردبیل شناسایی شده و با استفاده از مدل AHP به ارزیابی معیارهای جانمایی جایگاه‌های سوخت (CNG)، در شهر اردبیل اقدام شد و محدوده‌های شهری که به این کاربری دسترسی نداشتند شناسایی گردید. در این راستا ابتدا با استفاده از ۱۲ معیار کالبدی به پهنه‌بندی اراضی شهری اردبیل در راستای شناسایی پهنه‌های مناسب برای استقرار ایستگاه‌های CNG جدید اقدام شد و در ادامه با توجه به شناسایی محدوده‌های شهری که کمترین دسترسی را به ایستگاه‌های CNG موجود داشتند (حریم مناسب دسترسی) به جانمایی ایستگاه‌های جدید اقدام شد (امکان پوشش کلیه محدوده شهر اردبیل نسبت به دسترسی به ایستگاه‌های CNG). در ادامه روند کلی پژوهش به صورت نمودار بیان شده است (نمودار ۱):



نمودار ۱: فلوجارت روند کلی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت (CNG) در شهر اردبیل

مکان‌یابی جایگاه‌های بمب گاز CNG با استفاده از مدل AHP (منطقه ۴ گازی شهر تهران) اقدام نموده اند که هدف آن پژوهش، بررسی جایگاه‌های پمپ گاز CNG به عنوان یک کاربری مهم شهری در مناطق ۲، ۵ و ۲۲ شهرداری بوده است.

#### ۱-۵- سوالات پژوهش

در رابطه با موضوع مورد پژوهش می‌توان سوال زیر را مطرح نمود:

آیا ایستگاه‌های CNG موجود در محدوده شهر اردبیل با توجه به اصول و استانداردهای شهرسازی جانمایی شده‌اند؟

#### ۱-۶- روش تحقیق

با توجه به ماهیت موضوع و اهداف تحقیق، رویکرد حاکم بر فضای تحقیق «توصیفی - تحلیلی» است. در جهت بررسی موضوع پژوهش در محدوده مورد مطالعه، به جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از منابع معتبر (اطلاعات طرح تفصیلی شهر اردبیل، اطلاعات جمعیتی مرکز آمار ایران) استفاده شده و در جهت به

## ۱-۷- معرفی شاخص‌ها

در پژوهش حاضر و در راستای اهداف تحقیق دو نوع از شاخص‌ها برای ارزیابی موضوع مورد پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. در این رابطه می‌توان اینگونه بیان داشت که در راستای پهنه‌بندی اراضی شهر اردبیل و شناسایی پهنه‌های مناسب و نامناسب شهری برای استقرار ایستگاه‌های CNG (در مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، ۱۲ معیار کالبدی مورد استفاده قرار گرفته است که عبارتند از:

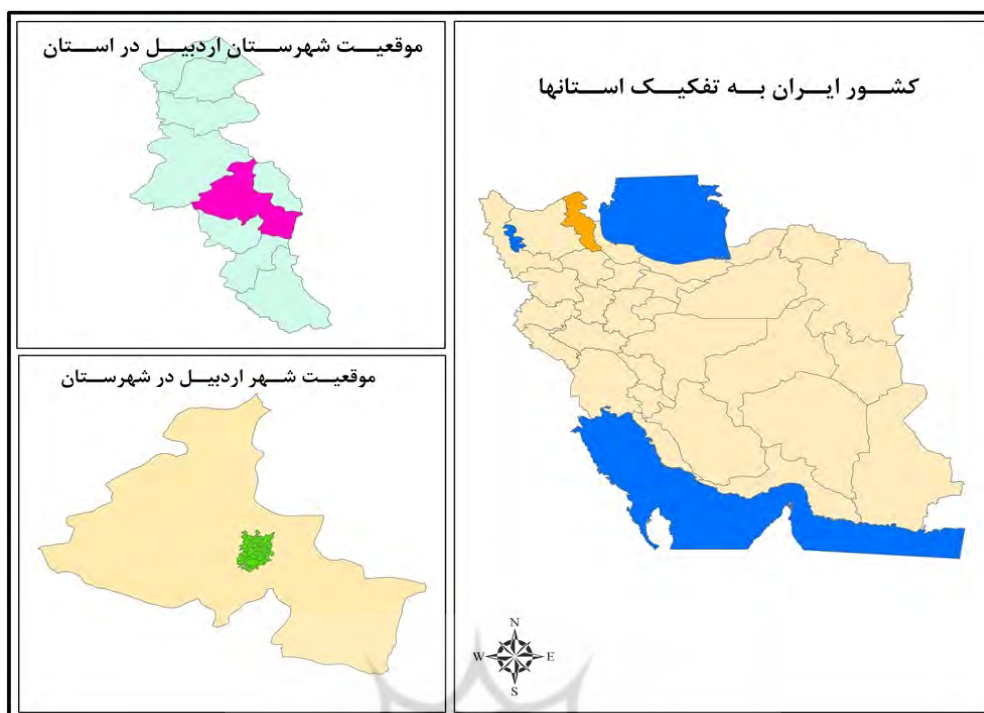
۱- وضعیت کاربری اراضی ۲- زمین‌های خالی ۳- دسترسی آتش نشانی ۴- حریم ایستگاه‌های CNG موجود ۵- حریم خطوط انتقال برق ۶- حریم مراکز درمانی ۷- حریم تأسیسات شهری ۸- مراکز نظامی ۹- حریم صنایع ۱۰- شبکه ارتباطی ۱۱- حریم دریاچه و سدها ۱۲- مراکز اداری  
همچنین در راستای اولویت بندی اجرائی ایستگاه‌های CNG پیشنهادی نیز ۸ معیار مورد ارزیابی قرار گرفته است که به شرح زیر است:

۱- دسترسی جمعیت شهری، ۲- نزدیکی به ورودی و خروجی شهر اردبیل، ۳- دسترسی به مراکز حمل و نقل عمومی، ۴- دسترسی به مراکز آتش نشانی، ۵- فاصله از خطوط انتقال برق فشار قوی، ۶- دسترسی

به مراکز درمانی، ۷- فاصله از مراکز نظامی، ۸- نزدیکی به مراکز صنعتی موجود.  
در رابطه با معیارها و شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر باید بیان داشت که معیارهای انتخاب شده، با بررسی مطالعات پیشین و پژوهش‌های ذکر شده در پیشینه پژوهش انتخاب شده و در پژوهش حاضر با توجه به شاخص‌های موجود در محدوده مورد مطالعه، بومی سازی شده و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

## ۱-۸- محدوده مورد مطالعه

از جهت موقعیت جغرافیایی، شهر اردبیل در مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (صدیقی، ۱۳۹۴: ۵۳). با توجه به آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن، جمعیت شهر اردبیل ۵۲۹۳۷۴ نفر (در ۱۵۸۶۲۷ خانوار) بوده است (سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۵). در رابطه با موضوع پژوهش با بررسی میدانی در محدوده شهر اردبیل، ۱۳ ایستگاه CNG در محدوده مورد مطالعه مورد شناسایی قرار گرفت. در ادامه در شکل ۱ موقعیت سیاسی و جغرافیایی شهر اردبیل مشاهده می‌شود:



شکل ۱: موقعیت سیاسی شهر اردبیل

## ۲- مبانی نظری

وظایف اساسی و مهم برنامه‌ریزان شهری، تخصیص زمین به کاربری‌های گوناگون شهری است (علوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۰). امروزه مکان‌یابی بهینه مراکز خدمات شهری مانند؛ مدارس، مراکز بهداشت و درمان، ایستگاه‌های آتش نشانی، مراکز سوخت‌رسانی و غیره در برنامه‌ریزی شهری از اهمیت زیادی برخوردار است و برنامه‌ریزان شهری با مکان‌یابی مناسب آن‌ها، کمک مؤثری در تأمین رفاه و آسایش شهرنشینان کرده و در نتیجه ضمن کمک به تحقق عدالت اجتماعی، گام بلندی به سمت داشتن شهری پایدار بر می‌دارند.

### ۲-۱- عدالت فضایی

اصول بنیادی شهرسازی در چهار مقوله اساسی (عدالت، کارایی، کیفیت محیط و سرزندگی) است، که عدالت می‌تواند چهار عامل را تحت تأثیر قرار دهد که در برنامه‌ریزی شهری عدالت شامل مفاهیم

نظریه مکان‌یابی را فون تانن<sup>۸</sup> در سال ۱۸۲۶ میلادی در زمینه فعالیت‌های کشاورزی ابداع نمود. سپس لان‌هارد<sup>۹</sup>، در سال‌های ۱۸۸۲ و ۱۸۸۵ نظریه مکان‌یابی را در صنعت مطرح کرد. اما چارچوب منظم و علمی این نظریه در مکان‌یابی صنعتی توسط آلفرد وبر<sup>۱۰</sup> آلمانی در سال ۱۹۰۹ شکل گرفت. 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 خدمات رسانی سوق یافته است؛ بنابراین یکی از

۸ . von tannen

۹ . Lan Hard

۱۰ .Alfred Weber



متفاوت، به نیازها و تقاضاهای محلی پاسخگو باشد. این در صورتی است که اگر ما GIS را برای پشتیبانی تصمیم‌گیری‌ها تعریف کنیم، می‌تواند برای رشته برنامه‌ریزی شهری موثر باشد (Mark, et.al, 1996: 149).

### ۲-۳- جایگاه‌های سوخت گیری CNG در جهان

دو شوک نفتی در سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۹۷۹ و پیرو آن بروز محدودیت‌های ناشی از وابستگی به سوخت‌های متکی بر نفت عامل اصلی رونق استفاده از گاز طبیعی در کشورهای مختلف بود. تا اواخر سال ۱۹۸۰، تعداد خودروهای تولید شده توسط سازندگان خودروهای گازسوز بسیار محدود بود. با توجه به مسائل زیست محیطی و آلودگی هوا برنامه‌های مربوط به گازسوز نمودن خودروها در سطح اروپا، آمریکا و سایر کشورهای صنعتی به سرعت در حال گسترش است. تاریخچه استفاده از گاز طبیعی در خودروها نشان می‌دهد که ایتالیا اولین کشوری است که از سال ۱۹۱۰ به فکر استفاده از گاز طبیعی فشرده به عنوان سوخت در خودرو افتاده و اکنون دارای بیش از ۳۷۰۰۰۰ خودروی گاز طبیعی سوز و حدود ۴۲۰ جایگاه CNG است (علوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۲).

### ۲-۴- وضعیت کنونی CNG در ایران

بر اساس ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور در سال ۱۳۷۹ با هدف مدیریت سوخت در بخش‌های مختلف مصرف کننده سوخت کشور از طریق بازبینی روند مصرف انرژی و اجرای پروژه‌های صرفه جویی مصرف سوخت در سراسر کشور تشکیل داد. ایجاد زیرساخت‌های مصرف CNG در ایران و تشویق به

زیر است: عدالت به معنی توزیع متناسب عملکردها و خدمات، دسترسی مناسب به مراکز خدمات‌دهی و فعالیتی، بدون تبعیض و تفاوت‌گذاری بین ساکنان یک شهر و منطقه شهری است (عباسی، ۱۳۸۸: ۱۵-۱۴).

دست‌یابی تمامی ساکنان شهرها به نیازهای خدماتی یکسان، بحث عدالت اجتماعی در برخورداری از تأسیسات و تجهیزات موجود فضای شهری را به وجود می‌آورد که بی توجهی به آن، تبعات بسیار ناگواری چون، حاشیه نشینی و تراکم بیش از حد یک منطقه، توسعه‌ی یک جانبه شهرها، خالی از سکنه شدن برخی از محدوده‌های شهری، بورس بازی زمین و ده‌ها مسئله و مشکل دیگر را در پی خواهد داشت. بنابراین، شناسایی آثار توزیع عادلانه خدمات، جزء اساسی مطالعات شهری شمرده می‌شود و شهر زمانی شهری انسانی قلمداد می‌شود که عدالت اجتماعی در همه‌ی زوایای آن قابل پیگیری باشد. به گفته‌ی دیگر، توزیع بهینه‌ی خدمات و امکانات باید به گونه‌ای هدایت شود که به نفع همه‌ی اقشار و گروه‌های اجتماعی جامعه شود و عدالت اجتماعی و فضایی تحقق یابد (پاگ، ۱۳۸۳: ۱۹۵-۱۹۳).

### ۲-۲- مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG

یکی از چالش‌های اصلی در برنامه ریزی شهری ایجاد توازن در عدالت فضایی در تسهیلات یا تدارکات خدماتی با اثرات اقتصادی آن است. بیشتر شهروندان تمایل به سطوح بالای دسترسی به خدمات را دارند. اما برای فراهم آوردن چنین وضعیتی که امکانات همه جا باشد، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. از این رو تصمیم‌های مهم باید بر مبنایی گرفته شوند که مکان‌یابی به صورتی باشد که خدمات و امکانات

استفاده از چندین ضابطه کمی و کیفی و بر اساس چگونگی توزیع آن‌ها طبقه‌بندی جهت دستیابی به هدف طبقه بندی می‌شود (احد نژاد و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۰). مکان‌یابی فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایر کاربری‌ها و تسهیلات برای انتخاب مکانی مناسب برای کاربری خاص مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد (فرهادی، ۱۳۷۸: ۱۸). مکان‌یابی بهینه زمانی امکان‌پذیر است که محقق بتواند ارتباط علمی و منطقی مناسبی میان اطلاعات و داده‌های به دست آمده از کارشناسان مرتبط با موضوع مکان‌یابی را با توجه به اولویت‌ها برقرار سازد (احد نژاد و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۹).

۳-۱-۱- تنظیم و برقراری ترجیحات از طریق مقایسات زوجی

در واقع مقایسه زوجی به عنوان اساس فرآیند سلسله مراتبی شناخته می‌شود (Ülengin et al, 2001; 366). در این مرحله هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مورد مقایسه قرار گرفته است. مقایسه زوج‌ها با استفاده از اوزانی که در جدول (شماره ۱) آمده انجام شده است.

جدول ۱: مقایسه ۹ کمی توماس ال ساعتی برای

مقایسه دودویی گزینه‌ها

امتیاز(شدت ارجحیت)	تعریف
۱	ترجیح یکسان
۳	کمی مرجح
۵	ترجیح بیشتر
۷	ترجیح خیلی بیشتر
۹	کاملاً مرجح
۲، ۴، ۶، ۸	ترجیحات بینابین (وقتی حالت‌های میانه وجود دارد)

مأخذ: (توفیق ۱۳۷۳، ۲۴).

توسعه استفاده از وسائل نقلیه گاز سوز، از مهمترین ماموریت‌های شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت در کشور است. پروژه CNG در ایران از سال ۱۳۶۵ با تبدیل ۱۲۰۰ دستگاه سواری در شهر شیراز به عنوان پروژه پایلوت در این زمینه آغاز شد. در سال ۱۳۶۶ در شهرستان مشهد نیز طرح مذکور به اجرا درآمد و در سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۴ دو جایگاه توزیع سوخت CNG در این شهر احداث گردید (طلیمی، ۱۳۸۸: ۱۲).

۳- یافته‌های پژوهش

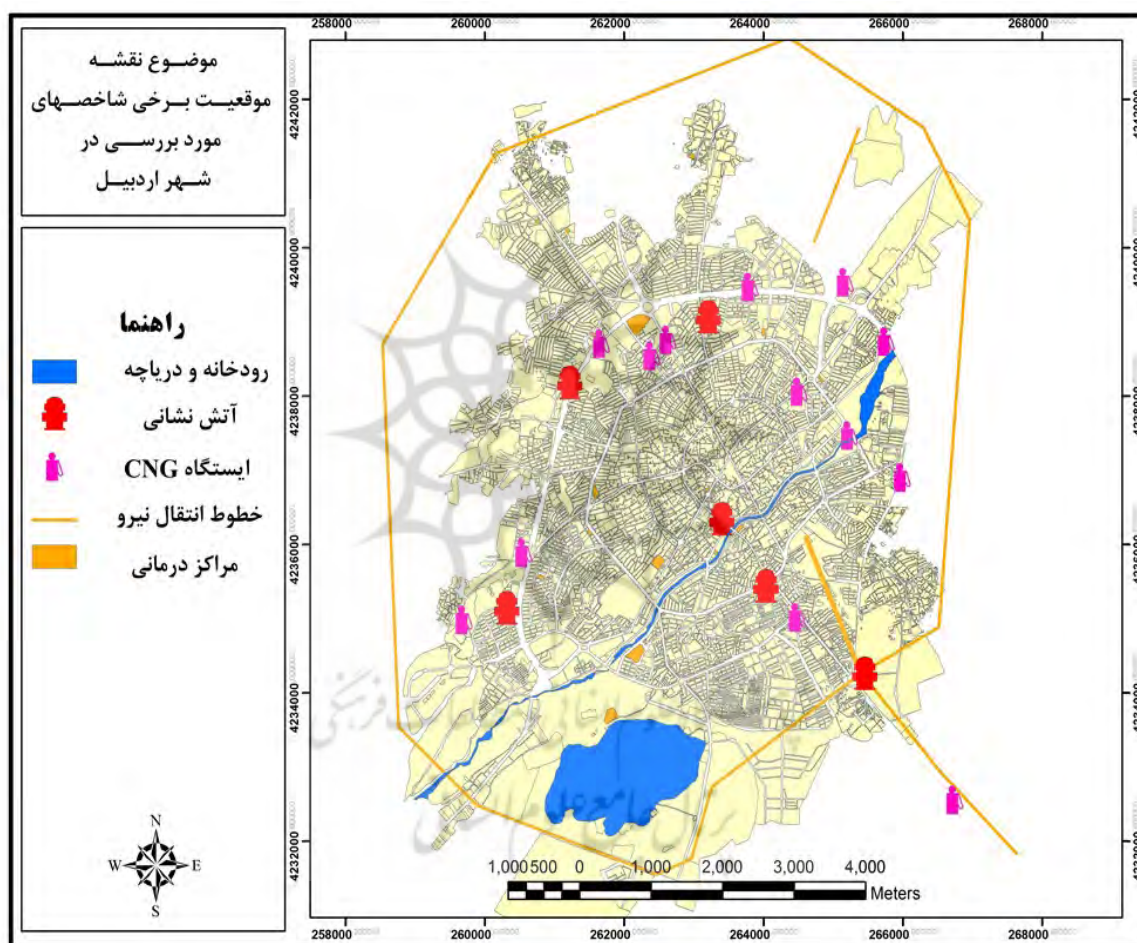
۳-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) چهارچوب منطقی است که درک و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پیچیده را با تجزیه آن به ساختاری سلسله مراتبی آسان می‌کند (Al shalabi, et al., 2006: 5). این روش ارزیابی چندمعیاری، ابتدا در سال ۱۹۸۰ به وسیله توماس ال ساعتی پیشنهاد گردید (احد نژاد روشتی و جلیل پور، ۱۳۹۲: ۲۸). این روش ابزار قدرتمند و انعطاف‌پذیری برای بررسی کمی و کیفی مسائل چند معیاری است که خصوصیت اصلی آن بر اساس مقایسات دو به دو است (زیاری و خدادادی، ۱۳۹۲: ۱۸۱). این تکنیک پرکاربرد تصمیم‌گیری، مبانی ساده ریاضی را برای حل مشکلات پیچیده به کار می‌گیرد (فرجی راد و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۴۵)، و سلسله مراتبی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌گیری را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کرد (صدر موسوی و همکاران، ۱۳۹۲: ۷۲). امروزه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP جهت برنامه‌ریزی منطقه‌ای، مکان‌یابی و اولویت‌بندی استفاده می‌شود. با

### ۳-۲- مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های CNG شهر اردبیل

در پژوهش حاضر با استفاده از ۱۲ معیار مهم کالبدی شهر اردبیل که می‌تواند در مکان‌یابی بهینه محل‌های استقرار ایستگاه‌های CNG دخیل باشد، به پهنه‌بندی اراضی شهر اردبیل برای استقرار ایستگاه CNG اقدام شده است. در مورد معیارهای مورد استفاده در این

پژوهش قابل ذکر است که این معیارها با توجه به محیط شهری و کالبدی منطقه مورد مطالعه انتخاب و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. شکل ۲، موقعیت برخی معیارهای مورد استفاده برای مکان‌یابی ایستگاه‌های CNG، در شهر اردبیل را نشان می‌دهد.



شکل ۲: موقعیت برخی شاخص‌های مورد ارزیابی موضوع مورد پژوهش در محدوده شهر اردبیل

می‌شود. این روش دربردارنده یکسری مقایسات دو به دو به منظور ساختن ماتریس تناسب است. این ماتریس تعدادی مقایسه دوتایی را به عنوان ورودی دریافت و اوزان مورد نظر را به عنوان خروجی تولید می‌کند (Malczewski, 1999; 157). در این رابطه

برای تلفیق معیارهای مورد استفاده در مدل AHP باید یک مقایسه زوجی بین هر یک از معیارها صورت گیرد تا اهمیت و وزن هر یک از معیارها مشخص شود. به منظور تعیین اهمیت نسبی معیارها در هر مرحله از سلسله مراتب از مقایسه دو به دو استفاده

مقایسه دو تایی (CR(consistency ratio) = 0.085) محاسبه شد.

ماتریس مقایسه دوتایی برای تعیین وزن نهایی هر یک از معیارها شکل گرفت (جدول ۲). قابل ذکر است که ضریب سازگاری یا نسبت توافق ماتریس

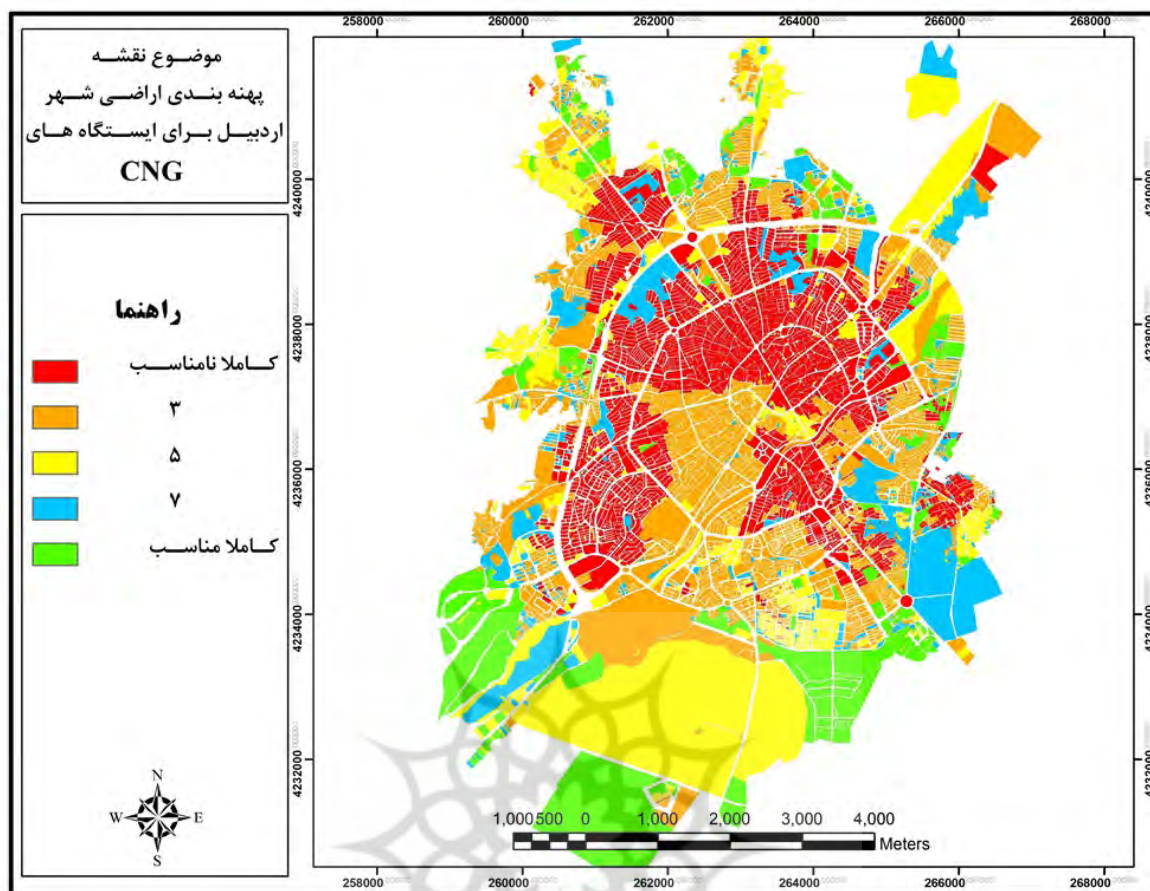
جدول ۲: ماتریس مقایسه دوتایی معیارهای بکار رفته در مکان‌یابی ایستگاه CNG

معیار	کاربری اراضی	زمین خالی	آتش نشانی	ایستگاه CNG	خطوط انتقال نیرو	مراکز درمانی	تأسیسات شهری	مراکز اداری	مراکز نظامی	مراکز صنعتی	شبکه معابر	رودخانه و دریاچه	وزن نهایی
کاربری اراضی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۸	۸	۹	۹	۰,۲۵۳۷
زمین خالی	۰,۵	۱	۲	۳	۴	۶	۶	۷	۷	۸	۸	۹	۰,۱۹۷۳
آتش نشانی	۰,۳۳۳۳	۰,۵	۱	۲	۳	۵	۶	۶	۷	۷	۸	۸	۰,۱۵۱۸
ایستگاه CNG	۰,۲۵	۰,۳۳۳۳	۰,۵	۱	۲	۴	۵	۶	۷	۷	۸	۸	۰,۱۱۴۵
خطوط انتقال نیرو	۰,۲	۰,۲۵	۰,۳۳۳۳	۰,۵	۱	۳	۴	۴	۵	۶	۷	۷	۰,۰۸۶
مراکز درمانی	۰,۱۶۶۷	۰,۱۶۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۳۳۳۳	۱	۲	۳	۴	۶	۶	۷	۰,۰۵۶۲
تأسیسات شهری	۰,۱۴۲۹	۰,۱۶۶۷	۰,۱۶۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۵	۱	۲	۳	۵	۶	۶	۰,۰۴۲۸
مراکز اداری	۰,۱۴۲۹	۰,۱۴۲۹	۰,۱۶۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۳۳۳۳	۰,۵	۱	۲	۴	۵	۵	۰,۰۳۲۹
مراکز نظامی	۰,۱۲۵	۰,۱۴۲۹	۰,۱۴۲۹	۰,۱۶۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۳۳۳۳	۰,۲	۱	۳	۴	۴	۰,۰۲۴۷
مراکز صنعتی	۰,۱۲۵	۰,۱۲۵	۰,۱۴۲۹	۰,۱۴۲۹	۰,۱۶۶۷	۰,۱۶۶۷	۰,۲	۰,۲	۰,۳۳۳۳	۱	۲	۳	۰,۰۱۶۳
شبکه معابر	۰,۱۱۱۱	۰,۱۲۵	۰,۱۲۵	۰,۱۴۲۹	۰,۱۴۲۹	۰,۱۶۶۷	۰,۱۶۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۵	۱	۲	۰,۰۱۲۹
رودخانه و دریاچه	۰,۱۱۱۱	۰,۱۱۱۱	۰,۱۲۵	۰,۱۲۵	۰,۱۴۲۹	۰,۱۴۲۹	۰,۱۶۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۳۳۳۳	۰,۵	۱	۰,۰۱۰۹
مجموع													۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۳، نشانگر نقشه نهایی پهنه‌بندی اراضی شهر اردبیل در راستای شناسایی پهنه‌های مناسب و نامناسب شهری برای استقرار ایستگاه‌های CNG است که با استفاده از مدل AHP به دست آمده است:

با به دست آمدن هر یک از نقشه‌های تحقیق، به وزن دهی هر یک از معیارها با توجه به استانداردهای موجود پرداخته و سپس با تلفیق این معیارها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نقشه نهایی کار که نشانگر اراضی مطلوب و نامطلوب برای استقرار ایستگاه CNG است به دست آمد.



شکل ۳- پهنه‌بندی اراضی شهر اردبیل برای استقرار ایستگاه CNG.

اراضی شهر اردبیل را به خود اختصاص داده، قابل ذکر است که این مناطق اکثراً در اطراف شهر اردبیل قرار دارند (۳ ایستگاه CNG موجود در محدوده پهنه کاملاً مناسب قرار دارد) و علل عمده مطلوبیت این مناطق برای ایجاد ایستگاه CNG را می‌توان چنین بیان کرد:

الف) وجود اراضی خالی با مساحت مناسب ب) دوری از عوامل بحران آفرین طبیعی منطقه (مسیل‌ها و رودخانه‌ها) ج) نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مراکز درمانی. د) داشتن دسترسی مناسب به شبکه ارتباطی.

سایر پهنه‌های شناسایی شده برای استقرار یا عدم استقرار ایستگاه‌های CNG (نسبتاً نامناسب، متوسط و

نقشه به دست آمده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ۵ پهنه متفاوت برای استقرار ایستگاه CNG را نشان می‌دهد. که به ترتیب از کم‌ترین قابلیت برای ایستگاه CNG شروع شده و تا بیشترین قابلیت برای آن را نشان می‌دهد. پهنه اول نشان دهنده نامناسب‌ترین مکان‌ها برای ایجاد ایستگاه CNG است که ۱۰۰۴٫۸ هکتار (۲۲٫۵ درصد) از اراضی شهر اردبیل را به خود اختصاص داده است. عمده مناطق نامناسب برای استقرار ایستگاه CNG در قسمت مرکزی و شمالی (شهر اردبیل) است (۳ ایستگاه CNG موجود در پهنه نامناسب قرار دارد).

در مورد پهنه مناطق کاملاً مناسب برای استقرار ایستگاه CNG که ۷۰۸٫۷ هکتار (۱۵٫۸ درصد) از

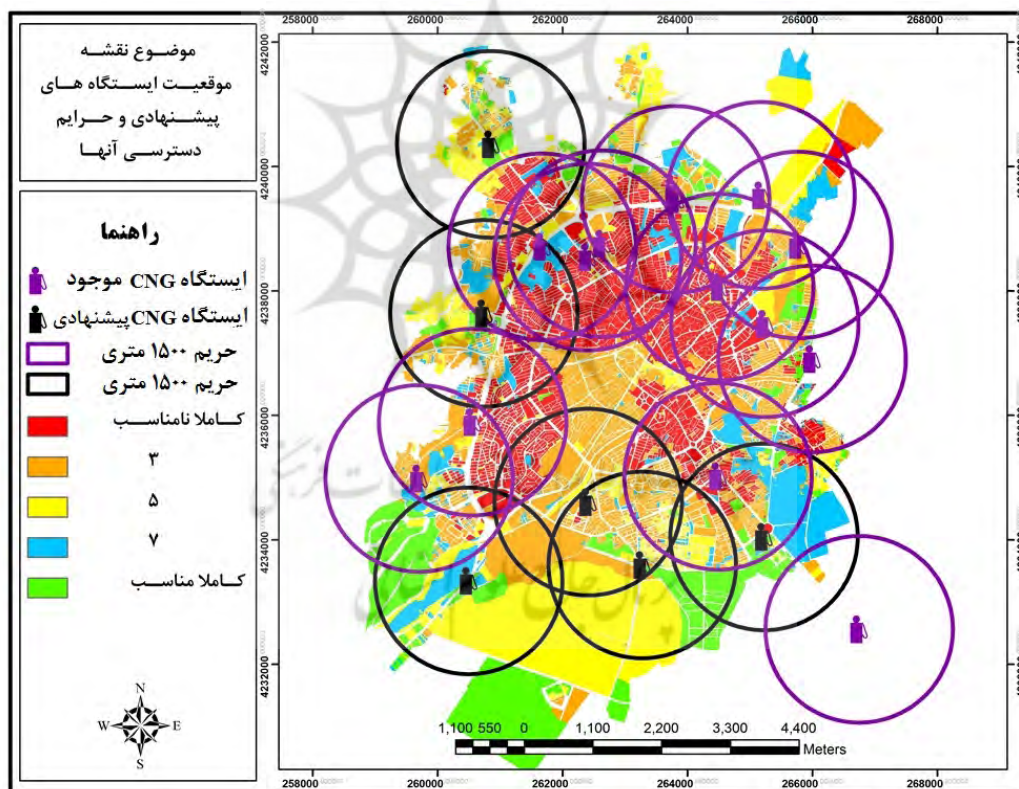


شهر) دارای جانمایی مناسبی نیستند. این موضوع بدان معناست که اصول شهرسازی و استانداردهای موجود در جانمایی ایستگاه‌های CNG، برای ایستگاه‌های موجود شهر اردبیل در نظر گرفته نشده است.

در ادامه پژوهش و در راستای جانمایی موقعیت ایستگاه‌های CNG جدید، با در نظر گرفتن حریم ۱۵۰۰ متری برای ایستگاه‌های CNG موجود، به ارائه مکان پیشنهادی جدید در محدوده پهنه‌های بهینه (پهنه کاملاً مناسب) انتخاب شده اقدام شد که در شکل زیر قابل مشاهده است:

نسبتاً مناسب)، به ترتیب ۲۷ درصد (۴ ایستگاه CNG)، ۲۳،۲ درصد (۲ ایستگاه CNG) و ۱۱،۲ درصد (۱ ایستگاه CNG) از شهر اردبیل را به خود اختصاص داده‌اند.

با توجه به نتایج فوق می‌توان بیان داشت که از ۱۳ ایستگاه CNG موجود، ۷ ایستگاه در محدوده کاملاً نامناسب و نسبتاً نامناسب قرار داشته و ۲ ایستگاه در پهنه متوسط قرار دارد. بنابراین می‌توان اینگونه بیان داشت که ۶۹،۲ درصد از ایستگاه‌های CNG موجود در محدوده شهر اردبیل از نظر شاخص‌های مورد بررسی (اصول شهرسازی و استانداردهای کالبدی



شکل ۴: موقعیت و حریم دسترسی ایستگاه‌های CNG موجود و پیشنهادی.

خدمات توزیع سوخت و امکان دسترسی مناسب برای شهروندان شهر اردبیل را ایجاد کرد. قابل ذکر است که چون در یک بازه زمانی، ایجاد ایستگاه‌های پیشنهادی، قابلیت اجرایی نداشته و باید

با توجه به شکل فوق می‌توان اینگونه بیان داشت که با استقرار ۶ ایستگاه CNG جدید در محدوده شهر اردبیل، می‌توان در شرایط موجود به ارائه بهینه

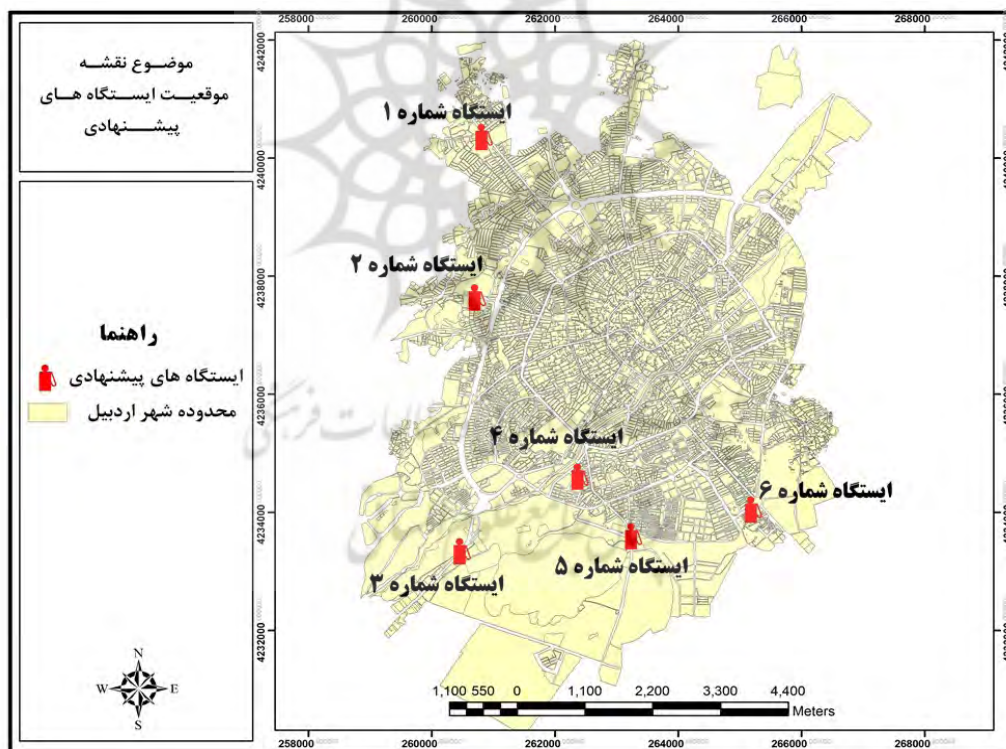
راه حل ایده آل مثبت و در عین حال دورترین مسافت را از راه حل ایده آل منفی باشد (M.-). (T. Chu et al. 2006: 4). اصول پایه این مدل آن است که گزینه‌ای در نظر گرفته شود که حداقل فاصله اقلیدسی را از راه حل ایده آل و هم زمان نیز دورترین فاصله را از راه حل ایده آل داشته باشد (S. Opricovic, G.-H. Tzeng 2004: 448).

در راستای اجرائی مدل تاپسیس، باید ابتدا موقعیت هر یک از ایستگاه‌های پیشنهادی مشخص شده و به یک اسم مشخص شماره گذاری گردد: شکل ۵ موقعیت ایستگاه‌های CNG پیشنهادی و اسم پیشنهادی آن‌ها را نشان می‌دهد:

یک اولویت‌بندی در ایجاد مکان‌های جدید برای ایستگاه CNG در نظر گرفته شود و مدل TOPSIS می‌تواند این اولویت‌بندی را نیز برای ایجاد ایستگاه‌های CNG انجام دهد. در ادامه اولویت‌بندی و ارزیابی ایستگاه‌های CNG پیشنهادی با استفاده از مدل تاپسیس ارائه می‌شود.

۳-۳- تکنیک TOPSIS (رتبه بندی بر اساس تشابه به حل ایده آل)

این تکنیک توسط یون و هوانگ (Yoon & Hwang) برای برترین پیشنهاد از راه مشابه به حل ایده آل، در سال ۱۹۸۱ مطرح گردیده است به این مفهوم که انتخاب گزینه آلترناتیو باید کوتاه‌ترین مسافت را از



شکل ۵: شماره‌گذاری ایستگاه‌های CNG پیشنهادی برای شهر اردبیل

آن‌ها برای هر یک از معیارهای مورد استفاده در جدول ۳ ارائه شده است:

در ادامه شاخص‌های مورد استفاده برای اولویت بندی اجرائی ایستگاه‌های CNG پیشنهادی و امتیاز

## جدول ۳: شاخص‌های بکار رفته در ارزیابی ایستگاه‌های CNG پیشنهادی

ایستگاه	دسترسی جمعیت	دسترسی به مراکز آتش نشانی	فاصله از خطوط انتقال برق	دسترسی به مراکز درمانی	نزدیکی به مراکز صنعتی	نزدیکی به ورودی و خروجی‌های شهر	حریم مراکز نظامی	دسترسی به مراکز حمل و نقل عمومی
ایستگاه ۱	۵	۷	۹	۵	۵	۷	۹	۳
ایستگاه ۲	۷	۹	۹	۷	۳	۵	۹	۵
ایستگاه ۳	۳	۷	۹	۷	۹	۹	۱	۷
ایستگاه ۴	۹	۵	۹	۹	۳	۳	۵	۵
ایستگاه ۵	۵	۳	۵	۷	۵	۷	۱	۳
ایستگاه ۶	۵	۹	۱	۳	۹	۹	۹	۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

کارشناسانه و بر اساس اهمیت هر معیار و شاخص، با استفاده از مدل‌های وزن دهی، مثل مدل Linmap، مدل AHP، مدل Antropi و وزن دهی کرد (M. T. 5: 2006, Chu et al.). باید در نظر داشت که مجموع وزن معیارها بایستی برابر با ۱ باشد. قابل ذکر است که در پژوهش حاضر از مدل AHP برای وزن دهی به معیارهای مورد بررسی استفاده شده است:

قابل ذکر است که در جدول شماره (۳) ارزش‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ به ترتیب نشانگر وضعیت کاملاً نامناسب، نسبتاً نامناسب، بی تفاوت، نسبتاً مناسب و کاملاً مناسب ایستگاه‌های CNG نسبت به معیار مورد بحث است.

۳-۳-۱- وزن دهی به معیارهای مورد استفاده در این مرحله، می‌توان به هر یک از شاخص‌ها بر اساس نظریات شخصی، رویکردها و نظرات

## جدول ۴: وزن دهی معیارهای به کار رفته در مدل TOPSIS با استفاده از مدل AHP.

شاخص	دسترسی جمعیت	دسترسی به مراکز آتش نشانی	فاصله از خطوط انتقال برق	دسترسی به مراکز درمانی	نزدیکی به مراکز صنعتی	نزدیکی به ورودی و خروجی‌های شهر	حریم مراکز نظامی	دسترسی به مراکز حمل و نقل عمومی
وزن	۰,۳۷۵۶	۰,۲۴۷۷	۰,۱۴۶۶	۰,۰۹۳۲	۰,۰۶۰۸	۰,۰۳۵	۰,۰۲۳۵	۰,۰۱۷۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

## جدول ۵: رتبه بندی گزینه‌ها برای تعیین اولویت‌ها

ایستگاه CNG	CLI+	Sort CLI+ (رتبه بندی)
ایستگاه ۱	۰,۴۷۸۶۸۹۱۵۶	۳
ایستگاه ۲	۰,۷۲۰۲۱۱۴۶۸	۲
ایستگاه ۳	۰,۳۶۹۹۰۳۱۳	۵
ایستگاه ۴	۰,۷۲۹۰۱۸۳۲۵	۱
ایستگاه ۵	۰,۳۱۸۴۵۳۵۹۶	۶
ایستگاه ۶	۰,۴۵۶۳۱۱۸۸۵	۴

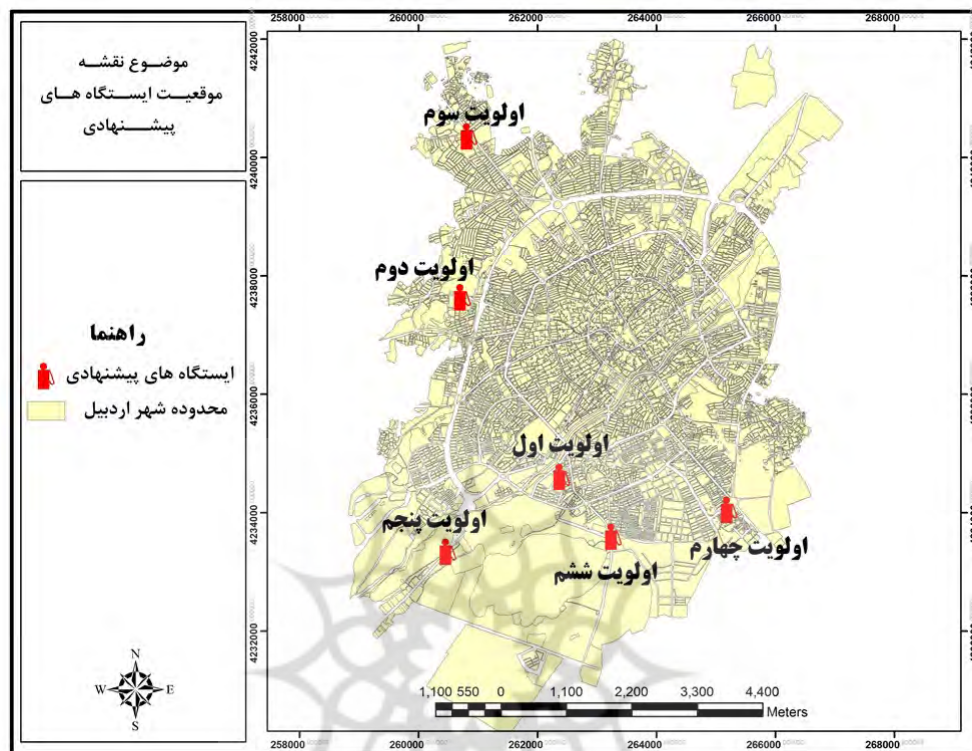
۳-۳-۲- رتبه‌بندی گزینه‌ها (ایستگاه‌های CNG پیشنهادی)

در آخرین مرحله به رتبه‌بندی گزینه‌ها، بر اساس ترتیب نزولی  $cli+$  این میزان که بین صفر و یک در نوسان است پرداخته می‌شود. در این راستا  $cli+=1$ ، نشان دهنده بالاترین رتبه و  $cli+=0$  نیز نشان دهنده کم‌ترین رتبه است.



می‌باشند. شکل ۶، اولویت اجرای ایستگاه‌های CNG برای شهر اردبیل (مدل تاپسیس) را نشان می‌دهد:

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که ایستگاه پیشنهادی شماره ۴، اولین اولویت و ایستگاه پیشنهادی شماره ۵، آخرین اولویت برای ایجاد ایستگاه را دارا



شکل ۶: اولویت‌بندی ایستگاه‌های CNG پیشنهادی شهر اردبیل با استفاده از مدل TOPSIS.

#### ۴- نتیجه‌گیری

امروزه مکان‌یابی مناسب کاربری‌ها در راستای تحقق یک توسعه مناسب یکی از ضرورت‌های برنامه‌ریزی در همه سطوح (ملی، منطقه‌ای و ناحیه‌ای) است. مکان‌یابی محل مناسب ایستگاه‌های CNG، علاوه بر فواید اقتصادی، اثرات نابهنجاری که این کاربری می‌تواند بر محیط کالبدی اطراف خود داشته باشد را کاهش دهد. در این پژوهش با استفاده از معیارها و استانداردهای برنامه‌ریزی شهری، به مکان‌یابی ایستگاه‌های CNG، در شهر اردبیل اقدام شد. با توجه به مقایسه نتایج پژوهش حاضر و مطالعه پژوهش‌های صورت گرفته قبلی، می‌توان بیان داشت

در رابطه با نتایج پژوهش می‌توان بیان داشت که ایستگاه شماره ۴ که اولویت اول ایجاد ایستگاه CNG، به علت دسترسی بیشتر جمعیت ساکن شهر اردبیل، دسترسی به مراکز درمانی و فاصله از خطوط انتقال برق دارای ارجحیت بیشتری برای استقرار ایستگاه CNG را دارد.

در مقابل ایستگاه ۵ به علت قرارگیری در نزدیکی خطوط انتقال برق، عدم دسترسی جمعیت اردبیل به این ایستگاه، عدم دسترسی مناسب ایستگاه‌های آتش نشانی و هم‌جواری با مراکز نظامی کمترین قابلیت را برای ایجاد ایستگاه CNG از خود نشان می‌دهد.

به مراکز آتش‌نشانی و درمانی بیشترین تأثیرگذاری در انتخاب موقعیت‌های بهینه برای استقرار ایستگاه‌های CNG را دارند.

در انتها می‌توان بیان داشت که موقعیت‌های پیشنهادی ایستگاه‌های CNG در صورت اجرای شدن، به محدوده‌های شهری اردبیل که قبلاً هیچ‌گونه دسترسی به ایستگاه‌های CNG نداشته، خدمات‌رسانی نموده و به کاهش زمان دسترسی به خدمات ارائه شده منجر شود، همچنین علاوه بر رضایت خاطر شهروندان اردبیل به کاهش ترافیک به جهت کاهش رفت و آمد ماشین‌ها (دسترسی به ایستگاه‌ها) نیز منجر شود.

#### ۵- پیشنهادها

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، در راستای توزیع مناسب ایستگاه‌های CNG در محدوده شهر اردبیل و بهبود خدمات‌رسانی این ایستگاه‌ها، پیشنهاداتی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

- تملک موقعیت‌های پیشنهادی در جهت جلوگیری از ایجاد سایر کاربری‌ها در این زمین‌ها توسط شهرداری اردبیل؛
- لزوم ایجاد قوانین جدید در راستای ساخت ایستگاه CNG جدید در محدوده‌های انتخاب شده برای استقرار آن‌ها؛
- بررسی امکان انتقال مخاطرات موجود (خطوط انتقال برق) از اطراف ایستگاه‌های CNG موجود؛
- افزایش سازگاری کاربری‌های اطراف ایستگاه‌های CNG (ایجاد فضاهای سبز و کاربری‌های شهری که جمعیت کمتری را در خود جای می‌دهند)؛
- افزایش دسترسی شهروندان شهر اردبیل به ایستگاه‌های CNG با ایجاد این ایستگاه‌های در مناطق

که پژوهش حاضر علاوه بر استفاده از مدل‌های متنوع‌تر، از ۲۰ نوع شاخص تأثیر گذار در بحث جانمایی دقیقتر ایستگاه‌های CNG استفاده نموده است. همچنین قابل ذکر است که بیشتر مطالعات صورت گرفته در زمینه مکان‌یابی موضوع مورد بحث، به پهنه‌بندی کلی محدوده مورد مطالعه اقدام نموده و یا در حد اولویت‌بندی نواحی شهری برای استقرار ایستگاه‌های CNG اقدام نموده‌اند، در حالیکه پژوهش حاضر با استفاده از مدل TOPSIS، به مشخص نمودن محل دقیق ایستگاه‌های CNG در محدوده مورد مطالعه و اولویت‌جرائی ایستگاه‌ها، اقدام نموده است.

در این پژوهش با استفاده از ۱۲ معیار، در مدل AHP، به ارزیابی مکانی ایستگاه‌های CNG شهر اردبیل و مکان‌یابی پهنه‌های مناسب برای استقرار ایستگاه‌های جدید اقدام شد. نتایج ارزیابی پهنه‌بندی شهر اردبیل و موقعیت ایستگاه‌های موجود نشان می‌دهد که ۶۹٫۲ درصد (۹ ایستگاه از ۱۳ ایستگاه موجود) از ایستگاه‌های CNG موجود شهر اردبیل در پهنه‌های نامناسب قرار دارد. این موضوع نشان می‌دهد که ایستگاه‌های CNG موجود شهر اردبیل با توجه به اصول و استانداردهای شهرسازی جانمایی نشده‌اند. در ادامه با مشخص شدن پهنه‌های مناسب، (۶ موقعیت) برای ایجاد ایستگاه‌های CNG در محدوده پهنه‌های مناسب انتخاب و پیشنهاد شد. در راستای ارزیابی موقعیت‌های پیشنهادی با استفاده از ۸ شاخص مکان-یابی به ارزیابی موقعیت‌های پیشنهادی و اولویت‌بندی آن‌ها (مدل TOPSIS) اقدام شد. نتایج وزن‌دهی به شاخص‌های مورد استفاده در مدل تاپسیس حاکی از آن است که دسترسی جمعیت شهر اردبیل و نزدیکی

هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران.

پاگ، سدریک، (۱۳۸۳)، شهرهای پایدار در کشورهای در حال توسعه، مترجم: ناصر محرم نژاد، تهران: مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری.

جمشیدنژاد، زهرا، حمید رضا زارع و امین عبادی، (۱۳۸۵)، مسایل مربوط به تولید و مصرف CNG در ایران و جهان، اولین همایش ملی تخصصی گاز ایران، دانشگاه شیراز.

حسامیان، فرخ، گیتی اعتماد و محمدرضا حائری، (۱۳۸۳)، شهرنشینی در ایران، انتشارات آگاه.

خوش روی، قهرمان، (۱۳۸۵)، عدالت اجتماعی و فضایی شهر، اولین همایش ملی عمران شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج. ([www.civilica.com](http://www.civilica.com))

خیام‌پور، روح الله، (۱۳۹۰)، بررسی و تحلیل مکانیابی جایگاه‌های سوخت سی ان جی در شهر مشهد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد.

داهی فر، سوسن، (۱۳۹۰) مکان یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت (مطالعه موردی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران) پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته برنامه‌ریزی سیستم‌های اقتصادی، دانشگاه شهید بهشتی.

رضویان، محمد تقی، (۱۳۸۱)، برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، تهران، نشر منشی.

زیاری، یوسف علی، خدادادی، راحله (۱۳۹۲)، مکان‌یابی کاربری‌های درمانی (درمانگاه) با استفاده از روش AHP در محیط GIS (مطالعه

پرجمعیت شهری و ایجاد دسترسی جاده‌ای مناسب به این ایستگاه‌ها؛

- ایجاد ایستگاه‌های CNG جدید در بخش جنوبی و غربی شهر اردبیل با توجه به اولویت اجرایی مشخص شده.

## منابع

احد نژاد روشتی، محسن، کریم جلیلی و علی زلفی، (۱۳۹۰)، مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش‌های چند معیاری و GIS. مطالعه موردی شهر زنجان. نشریه تحقیقات کاربری علوم جغرافیایی، جلد ۲۰، شماره ۲۳. صص ۴۵ - ۶۱.

احد نژاد روشتی، محسن. جلیل‌پور، شهناز، (۱۳۹۲)، ارزیابی عوامل درونی تأثیر گذار در آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از GIS. (نمونه موردی: بافت قدیم شهر خوی) فصلنامه آمایش محیط، سال ششم، شماره ۲۰، بهار: ۵۲ - ۲۳.

احد نژاد، محسن، علی زلفی و محمد جواد نوروزی، (۱۳۹۳)، تحلیلی بر مکان‌یابی اراضی به منظور استقرار صنایع با استفاده از روش‌های AHP و VIKOR (نمونه موردی: بخش مرکزی منطقه آزاد ارس). فصل‌نامه آمایش محیط، دوره ۶، شماره ۲۴، صص ۶۳ - ۸۲.

بهبهانی، حمید، اقبالی، مهدی و فاکهی، امیرحسین، (۱۳۸۵)، ارائه مدل به منظور مکان‌یابی بهینه محل احداث جایگاه‌های سوخت رسانی (شهر تهران)،

طلیمی، مجید (۱۳۸۸)، تاریخچه احداث جایگاه‌های CNG در جهان، نشریه هوایار، ویژه نامه تابستان ۱۳۸۸، صص ۱۳ - ۱۲.

عباسی، قمر (۱۳۸۸)، توزیع عادلانه و نحره استقرار مراکز آموزشی زنجان با استفاده از GIS (مطالعه موردی مدارس مقطع راهنمایی منطقه دو شهر زنجان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان..

علوی، سید علی، محدثه معززبر آبادی، اسدالله دیوان-سالار، بهبود جعفری (۱۳۹۵)، مکان‌یابی جایگاه-های سوخت CNG با استفاده از تکنیک تلفیقی غمگرای فاز و تحلیل فضایی GIS (منطقه ۷ شهر مشهد)، دو فصل‌نامه پژوهش‌های بوم-شناسی شهری، سال هفتم، شماره ۱۳، صص ۱۸ - ۹.

فرجی‌راد، خدر، علی محمد پور و حمید بحیرایی (۱۳۹۲)، ارزیابی توان تفرجگاهی پیرامون شهری با استفاده از روش تلفیقی GIS و AHP (مطالعه موردی: پارک طبیعت تبریز). فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای) سال سوم، شماره دو. صص ۲۵۹ - ۲۴۵.

فرهادی، رودابه (۱۳۷۸)، تجزیه و تحلیل توزیع مکانی و مکان‌یابی مدارس در منطقه ۶ تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران.

کاظمی، عالیبه. ساده‌وند، زهرا (۱۳۹۵)، مکان‌یابی جایگاه‌های CNG در مسیرهای تهران - فیروزکوه و تهران - سمنان با استفاده از مدل مکان‌یابی جریان سوخت‌گیری، فصل‌نامه

موردی شهر سمنان)، فصل‌نامه آمایش محیط، سال ششم، شماره ۲۰، بهار: ۱۹۳ - ۱۷۷.

زیاری، یوسفعلی و حسین‌مردی، مهدی، (۱۳۸۸)، بررسی و تحلیل کاربری اراضی شهری و وزن دهی معیارهای مکان‌یابی جایگاه‌های بمب گاز CNG با استفاده از مدل AHP (منطقه ۴ گازی شهر تهران) فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیایی انسانی، سال دوم، صص ۵۲ - ۳۹.

سرور، رحیم و نادری فر، مهدی (۱۳۸۵)، بررسی و تحلیل توزیع جغرافیایی مراکز آموزشی منطقه ۱۵ تهران با استفاده از GIS، فصل‌نامه چشم انداز جغرافیایی، شماره سوم.

صالحی، رحمان و منصور رضاعلی (۱۳۸۴)، ساماندهی فضایی مکان‌های آموزشی (مقطع متوسطه) شهر زنجان به کمک GIS، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۲، صص ۱۳۵ - ۱۲۳.

صدر موسوی، میرستار، اباذر لو، شهرام، موسی‌خانی، کامران و اباذر لو، سجاد (۱۳۹۲)، مکان‌یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP (نمونه موردی شهرستان زنجان)، فصلنامه آمایش محیط، سال ششم، شماره ۲۰، تابستان: ۸۷ - ۶۵.

صدیقی، آناهیتا (۱۳۹۴) امکان‌سنجی پیاده راه سازی با تأکید بر ارتقاء امنیت اجتماعی (مطالعه‌ی موردی: محدوده بین بقعه شیخ‌صفی تا جمعه مسجد اردبیل)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل.

- ALShalabi, M A. Shattri Bin Mansor, Nordin Bin Ahmed, Rashid Shiriff. (2006). GIS based Multi criteria Approaches to Housing Site suitability assessment. XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8-13, 2006.
- Aslani, M., & Alesheikh, A. (2011). Site selection of small gas stations using GIS. *Journal of Scientific Research and Essays*, 6(5), 3161-3171.
- Goodchild, M.F., Noronha, V.T. (1987). Location-Allocation and Impulsive Shopping the Case of Gasoline Retailing. *Spatial Analysis and Location-Allocation Models*. Van Nostrand Reinhold, New York. pp. 121-136.
- Hodgson, M.J., Rosing, K.E. (1992). A network location-allocation model trading off flow capturing and p-median objectives. *Annals of Operations Research* 40 (1), 247-260.
- Kuby, M. and Lim, S.(2005). The flow-refueling location problem for alternative-fuel vehicles. *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 39, No. 2, pp. 125-145.
- M.-T. Chu et al. (2006). Comparison among three analytical methods for knowledge communities group-decision analysis, *Expert Systems with Applications* xxx (2006) xxx-xxx.
- Malczewski, J. (1999). spatial multi criteria decision analysis In: J. ctill (Ed), *Multi criteria decision making and analysis: a geographic information sciences approach*. Brook field, VT: Ashgate publishing.
- Mark, Birkin, Graham, Clarke, Martin, Clarke, Alan, Wilson. (1996). *Intelligent GIS location decisions and strategic planning*, University of Michigan.
- Melaina, M., Bremson, J. (2008). Refueling availability for alternative fuel vehicle markets: sufficient urban station coverage. *Energy Policy* 36 (8), 3233-3241.
- Melendez, M., Milbrandt, A., Unnasch, S., Rutherford, D., Hooks, M., 2008, *Analysis of the Transition to Hydrogen Fuel Cell Vehicles and the Potential Hydrogen Energy Infrastructure Requirements*, ORNL/TM, 530p.
- S. Opricovic, G.-H. Tzeng. (2004). Compromise solution by MCDM methods: پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی. شماره ۴، صص ۸۳-۶۱.
- کریمی‌نیا، طیبه (۱۳۹۲)، ارزیابی مکان‌یابی جایگاه‌های توزیع سوخت CNG منطقه ۴ شهر تبریز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد پیام‌نور تبریز.
- مافی، عزت‌الله، محمد اقسمی خوزانی، روح‌الله خیام پور و سلمان حیاتی (۱۳۹۲)، تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در شهر مشهد با استفاده از مدل AHP در GIS، مجله جغرافیای توسعه ناحیه‌ای شماره ۲۰، صص ۴۲ - ۲۱.
- محمدی، جمال. رضائی، میثم (۱۳۹۱)، تحلیل فضایی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG شهر شیراز، مجله علمی تخصصی برنامه‌ریزی فضایی، سال اول، شماره ۴، صص ۱۳۲ - ۱۱۱.
- مرکز آمار ایران، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، سال ۱۳۹۵.
- نصیری و چهرقانی (۱۳۸۹)، تعیین معیارهای موثر بر مکان‌یابی شبکه‌ها و زیر ساخت‌های برون شهری صنعت گاز با رویکرد GIS با تاکید بر مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG استان قم، فصلنامه آمایش سرزمین، سال دوم، شماره دوم، صص ۱۶۴ - ۱۳۳.
- نوبخت و مصطفوی ماریان (۱۳۸۹)، مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعه موردی شهر مشهد، فصلنامه حمل و نقل، سال دوم شماره دوم، صص ۱۸۰ - ۱۷۱.

- A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research* 156 445–455
- Saaty TL. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York/London: McGraw-Hill International Book Co.
- Ülengin, Burç. Füsun Ülengin. Ümit Güvenç. (2001). A multidimensional approach to urban quality of life: The case of Istanbul. *European Journal of Operational Research* 130 (2001) 361- 374.
- Wei, Jingzhu; Lin, Xiangyi. (2008). *The Multiple Attributed Decision-Making VIKOR Method and Its Application*, IEEE.

