

تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در شهر مشهد با استفاده از مدل AHP در GIS

عزت‌الله مافی (دانشیار جغرافیای شهری دانشگاه آزاد واحد شیروان، نویسنده مسؤول)

Ezzatolah_mafi@Yahoo.com

محمد قاسمی خوزانی (استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)

khozani@um.ac.ir

روح‌الله خیام‌پور (کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)

R.Khayampoor@Gmail.com

سلیمان حیاتی (کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)

Salman.Hayati@Hotmail.com

چکیده

با وقوع انقلاب صنعتی، شهرها به‌طور ناموزون شروع به توسعه یافتند، فضاهای باز شهری ناپدید شدند، مسائل حاد بهداشتی، آموزشی، مسکن و اشتغال در شهرهای پرجمعیت به‌وجود آمد و تعادل در روابط اجتماعی و انسانی بین ساکنان شهری به‌هم خورد. با افزایش جمعیت شهرها، بحث توزیع فضایی مناسب خدمات شهری دارای اهمیت زیادی شد. با افزایش استفاده از وسایل نقلیه و موتوری، بحث مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت‌رسانی به این وسایل نقلیه در شهرها مورد توجه قرار گرفت. پراکنش نامناسب مکانی جایگاه‌های سوخت گاز طبیعی در شهرها از جمله مشکلاتی است که ذهن بسیاری از محققان مسائل شهری را به خود مشغول نموده است. موقعیت مکانی نیز از مهم‌ترین عوامل مؤثر در موقعیت یک جایگاه سوخت محسوب می‌شود و منجر به کسب درآمد بیشتر برای آن‌ها و ارائه خدمات مناسب‌تر برای استفاده‌کنندگان با حداقل هزینه‌های ممکن می‌شود. هدف کلی این تحقیق شناخت و ارزیابی وضع موجود توزیع مراکز جایگاه‌های سوخت‌رسانی و ارزیابی مکان‌یابی این جایگاه‌ها در سطح شهر مشهد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در راستای توزیع عادلانه خدمات و ارتقاء رفاه جامعه و شهروندان می‌باشد. بنابراین در این پژوهش به بررسی تمامی ایستگاه‌های گاز طبیعی از لحاظ وضعیت مکان‌یابی بر

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

کلیدواژه‌ها: جایگاه سوخت گاز طبیعی (CNG)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مدل

AHP، شهر مشهد.

۱- مقدمه

ایجاد شهرهای اولیه و شهرنشینی در تمدن‌های قدیم، دو مین انقلاب عظیم در فرهنگ انسان و روند اجتماعی برجسته‌ای بود که بیش از تغییر در واکنش‌های او نسبت به محیط، موجب دگرگونی در روابط متقابل انسان با انسان‌های دیگر شد (محمد زاده، ۱۳۶۸: ۹۸). گام‌های اولیه در رسیدن به مرحله شهرنشینی با افزایش جمعیت و با تشدید بهره‌برداری از محیط همراه بود. حدود سال ۱۸۰۰ میلادی جمعیت شهرنشین تنها ۳ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌داده است (برنارشاربه، ۱۳۷۳: ۲۱۵). به دنبال انقلاب صنعتی در قرن هجدهم و رشد سریع تولیدات صنعتی و چرخش اساسی در اقتصاد شهری، افزایش چشمگیر درآمدهای شهری و افزایش ناگهانی مهاجرت از روستا به شهر رشد جمعیت شهری شتاب گرفته و باعث رشد سریع شهرنشینی گردید (لنسکی، ۱۳۶۹: ۳۵۱). در نتیجه شهرها به‌طور ناموزون شروع به توسعه نمودند، فضاهای باز شهری ناپدید شدند و مسائل حاد بهداشتی، آموزشی، مسکن و اشتغال در شهرهای پرجمعیت به وجود آمد و تعادل در روابط اجتماعی و انسانی بین ساکنان شهری به هم خورد.

فضاهای شهری از عمده‌ترین بخش‌های شهری محسوب می‌شوند. این فضاها در چارچوب سکونتگاه‌ها و زیستگاه‌ها قرار گرفته، در مقیاس‌های مختلفی در شهر قابل توزیع هستند و نقاط عطفی در شهر به وجود می‌آورند. فضاهای شهری تابع هدف‌های انسانی و فعالیت‌های جمعی بوده و از این رو توجه به فضاهای مورد نیازی که ضامن سلامت جسم و روح شهروندان است، در برنامه‌ریزی و ساختار شهر ضروری به نظر می‌رسد (نجاتی، ۱۳۸۵: ۷). کار عمده یک برنامه‌ریز شهری، تخصیص و توزیع منابع بر اساس پیش‌بینی‌های مربوط به نیازهای آتی است. تخصیص وجوه در بودجه هنگفت نیاز به یک سری تصمیمات برنامه‌ریزی

دارد، زیرا این امر مستلزم شناخت (مثلاً نیاز به یک جایگاه سوخت در یک منطقه خاصی از شهر) و همچنین برقراری تعادل بین مناطق مختلف از نقطه نظر تأمین آن نیازهاست (بحرینی، ۱۳۷۷: ۴۱).

در حال حاضر به دلیل عدم برنامه‌ریزی، به‌خصوص مکان‌گزینی نامناسب مراکز خدمات شهری، جایگاه‌های سوخت، مراکز آموزشی، درمانگاه‌ها، ادارات، ایستگاه‌های آتش‌نشانی و ... مردم شهرها، به‌ویژه شهرهای بزرگ، را با معضلات زیادی روبرو کرده است. توسعه متوازن عناصر و اجزای خدمات شهری همواره از اهداف برنامه‌ریزان در مدیریت شهری می‌باشد. شبکه جایگاه‌های سوخت‌رسانی از جمله اجزای شبکه خدمات شهری است که 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 می‌باشد (Firman, 2004: 350).

توزیع صحیح، 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 محل جایگاه‌های سوخت‌رسانی، عدم تشکیل گره‌های ترافیکی و عدم تشکیل صف در محل جایگاه‌ها، افزایش ایمنی و کاهش هزینه‌های اقتصادی تأمین زمین از جمله این دستاوردها می‌باشند (Reddell, 2002: 53).

امروزه بر همگان واضح و روشن است که عدم مکان‌گزینی بهینه مراکز خدمات شهری در بیشتر شهرها، به‌خصوص در شهرهای بزرگ و مسلط و ملکی و ناحیه‌ای، 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 زیست محیطی افزوده است (Shultz, 2001: 239). با توجه به مسائل و مشکلات ذکر شده، مکان‌گزینی صحیح مراکز خدمات شهری در شهرها، به‌ویژه شهرهای بزرگ، می‌تواند جابه‌جایی‌های روزانه و عملکردهای متقابل عناصر شهری را روان و پویا کرده و ضمن صرفه‌جویی‌های اقتصادی از اتلاف وقت شهروندان جلوگیری کند و محیط زیست سالم و زندگی مطلوبی که مورد نظر برنامه‌ریزان شهری است به ارمغان بیاورد (نوبخت و مصطفوی ماریان، ۱۳۸۹: ۱۷۲).

هدف کلی این تحقیق شناخت و ارزیابی وضع موجود، توزیع مراکز جایگاه‌های سوخت‌رسانی و ارزیابی مکان‌یابی این جایگاه‌ها در سطح شهر مشهد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در راستای توزیع عادلانه خدمات و ارتقاء رفاه جامعه و شهروندان می‌باشد. اهداف جزئی‌تر عبارت‌اند از:

- کمک به برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیرندگان و مدیران شهری در به‌روزر کردن اطلاعات و برنامه‌ریزی صحیح و مناسب با در نظر گرفتن متغیرهای گوناگون کمی و کیفی.
- ارزیابی وضعیت موجود جایگاه‌های سوخت‌رسانی و چگونگی مکان‌یابی آن‌ها در سطح شهر مشهد با توجه به تقاضا و جمعیت مناطق در راستای ایجاد فرصت برابر و ارتقای رفاه اجتماعی شهروندان.
- شناساندن اهمیت و قابلیت سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS در مکان‌گزینی عناصر کالبدی - فیزیکی شهرها به‌خصوص جایگاه‌های سوخت‌رسانی.

۲- روش تحقیق

روش این تحقیق توصیفی - تحلیلی است که جنبه کاربردی آن می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها مورد استفاده مدیران شهری قرار گیرد. شیوه جمع‌آوری اطلاعات و آمار در این پژوهش ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی است. برای دستیابی به هدف پژوهش ابتدا شاخص‌ها و معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مراکز جایگاه‌های سوخت مورد شناسایی قرار گرفت، سپس این اطلاعات وارد مدل AHP شد و با استفاده از قابلیت‌های تحلیل‌گر مکانی GIS ARC اقدام به بررسی و تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت شهری (CNG) در سطح شهر مشهد شد. سؤال اصلی این پژوهش این است که آیا جایگاه‌های موجود سوخت (CNG) در سطح شهر مشهد با شاخص‌های مطلوبیت، دسترسی، سازگاری و ظرفیت تناسب دارد؟ بر همین مبنا فرضیه اصلی پژوهش به این صورت است: به نظر می‌رسد که جایگاه‌های موجود سوخت (CNG) در سطح شهر مشهد با شاخص‌های مطلوبیت، دسترسی، سازگاری و ظرفیت تناسب ندارد.

۲-۱- تشریح مدل سلسله مراتبی AHP در GIS

فرایند تحلیل سلسله مراتبی، یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است و بنا به تعریف AHP عبارت است از: یک روش تصمیم‌گیری که توسط آن می‌توان

تصمیمات وابسته به معیارهای مختلف را اتخاذ نمود. این رویکرد هم امکان فرموله کردن مسأله و هم در- نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی در مسأله را داراست (قراگوزلو و برزگر، ۱۳۸۷: ۵). در این پژوهش برای بررسی مکان‌یابی جایگاه‌های CNG از مدل AHP در GIS استفاده شده است. با استفاده از این مدل، بر خلاف مدل بولین^۱، به هر کدام از شاخص‌ها و معیارها بر اساس اهمیت آن‌ها وزنی جداگانه داده می‌شود، که وزن‌های به‌دست‌آمده از روش مقایسه دوتایی حاصل می‌شود. روش مقایسه دوتایی توسط ال‌ساعتی در سال ۱۹۷۷ در زمینه فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) ارائه شده است. این روش مقایسه دارای محاسبات وقت‌گیری است و برنامه‌های رایانه‌ای می‌توانند محاسبات لازم را انجام دهند. برای اولین بار این روش توسط رائو و همکاران او در سال ۱۹۹۱ در GIS استفاده شد و با روش‌های تصمیم‌گیری GIS تلفیق شد (Malczwski, 1999: 392).

۲-۲- وضعیت کنونی CNG در ایران

در زمینه سوخت CNG می‌توان گفت که استفاده از آن در خودروها دارای تاریخچه‌ای نسبتاً طولانی است و به دهه ۱۹۲۰ میلادی باز می‌گردد. بحران‌های نفتی به‌وجودآمده در سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۹۷۹ باعث ایجاد گرایش شدید به سمت استفاده از سوخت گاز طبیعی شد و زمانی که نگرانی‌های ناشی از افزایش آلاینده‌های شهری در کشورهای مختلف جهان به مسأله‌ای مهم تبدیل شد، استفاده از این سوخت به شکل جدی‌تری مورد توجه قرار گرفت. ایتالیا اولین کشوری است که از سوخت گاز طبیعی در بخش حمل و نقل استفاده کرد (طلیمی، ۱۳۸۸: ۱۲).

بر اساس ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور در سال ۱۳۷۹ با هدف مدیریت مصرف سوخت در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده سوخت کشور از طریق بازبینی روند مصرف انرژی و اجرای پروژه‌های صرفه‌جویی مصرف سوخت در سراسر کشور تشکیل شد. ایجاد زیرساخت‌های مصرف CNG در ایران و تشویق به توسعه استفاده از وسایل نقلیه گازسوز، از مهم‌ترین مأموریت‌های شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت در کشور است. پروژه CNG در ایران از سال ۱۳۶۵ با تبدیل ۱۲۰۰ دستگاه سواری در شهر شیراز به عنوان

1. Boolean Model

پروژه پیلوت 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 (همان، ۱۳). عمده‌ترین راهبردهای ارائه شده از سوی شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور برای دوگانه‌سوزکردن خودروها به شرح زیر است:

- تبدیل خودروها به گازسوز به عنوان سازوکاری کوتاه مدت برای خودروهای موجود؛
- کمک به تولید خودروهای اصلی دوگانه‌سوز به وسیله کارخانه‌های خودروسازی به منزله سازوکاری میان مدت؛
- کمک به طراحی و تولید خودروهای CNG سوز به وسیله کارخانه‌های خودروسازی به عنوان راهکاری بلندمدت.

پروژه جامع ایجاد زیرساخت‌های CNG در کشور از سال ۱۳۸۰ آغاز شده است. این پروژه مرکب از پاره‌ای فعالیت‌ها به شرح زیر است:

- ۱- تبدیل خودروهای موجود به گازسوز ۲- ساخت خودروهای CNG سوز توسط کارخانه‌های خودروسازی ۳- تهیه و تدوین قوانین و مقررات لازم در ابعاد ملی در آن زمینه ۴- ساخت جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG (www.iangv.org/countryreport/iran.htm)؛ اما شرکت نفت جمهوری اسلامی ایران نیز مقررات زیر را جهت ساخت جایگاه‌های CNG در شهرهای ایران در نظر گرفته است که عبارت‌اند از:

۱. زمین معرفی شده برای احداث جایگاه باید بر معبر اصلی باشد.
۲. مکان معرفی شده باید امکان استفاده از خط لوله گاز ۲۵۰ پوند با قابلیت برداشت حداقل ۱۵۰۰ متر مکعب گاز را در ساعت داشته باشد.
۳. مکان معرفی شده باید امکان اخذ انشعاب برق تا سطح ۴۰۰ کیلو وات را داشته باشد.
۴. اخذ مجوزهای لازم از دستگاه‌های مرتبط جهت کاربری زمین به عنوان جایگاه سوخت‌گیری گاز طبیعی.

۵. توانایی خرید انشعابات برق و گاز و انجام عملیات ساختمانی جایگاه (<http://www.mop.ir/>)

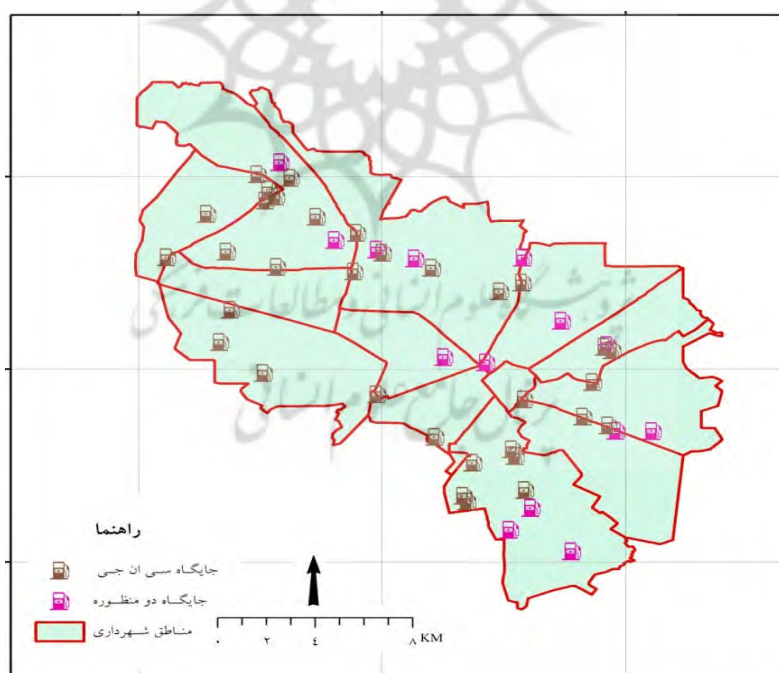
این قوانین ارائه شده توسط شرکت نفت جمهوری اسلامی ایران نشان می‌دهد که احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG باید در حاشیه شهرها قرار گیرند، چون این جایگاه‌ها می‌بایست در فاصله حداکثر ۵۰۰ متری خط لوله ۲۵۰ پوندی گاز واقع شوند و از آنجا که در شهر مشهد خط لوله ۲۵۰ پوندی گاز در اطراف این شهر واقع شده‌اند؛ بنابراین بیشتر جایگاه‌های تک منظوره CNG در نزدیکی این خط لوله واقع شده‌اند.

۲-۳- وضعیت کنونی CNG در شهر مشهد

تعداد جایگاه‌های CNG شهر مشهد در سال ۱۳۹۰، ۴۸ جایگاه می‌باشد، که ۳۴ جایگاه تک منظوره و ۱۴ جایگاه دو منظوره است. شهر مشهد در سال ۱۳۹۰، دو میلیون و هفت صد سی سه هزار نفر جمعیت داشته و تقریباً به‌طور متوسط ۹۱ نفر در هکتار تراکم دارد. (شکل ۱) توزیع فضایی جایگاه‌های سوخت CNG و دو منظوره را به تفکیک مناطق شهرداری مشهد نشان می‌دهد. همچنین (شکل ۲) تراکم جمعیت را در شهر مشهد گزارش می‌دهد. (جدول ۱) کمبود جایگاه‌های گاز طبیعی را در شهر مشهد نشان می‌دهد، همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مناطق ۱۰ و ۹ با اینکه تراکم جمعیتی و تعداد خودرو گازسوز بالایی دارند، بیش‌ترین کمبود جایگاه گاز طبیعی را دارند. در (شکل ۲) سرانه خودروها برای هر جایگاه CNG به تفکیک مناطق نشان داده شده است و همان‌طور که ملاحظه می‌شود منطقه ۸ بدترین وضعیت را در بین مناطق دیگر دارد و به ازای هر ۸۲۵ خودرو گازسوز در این منطقه یک جایگاه CNG وجود دارد. در شهر مشهد حدود ۱۲۰ هزار خودرو گازسوز تردد دارند. این شهر دارای ۱۴ جایگاه دو منظوره و ۳۴ جایگاه تک منظوره CNG است. یعنی به ازای هر ۲۵۰۰ خودرو یک جایگاه وجود دارد که این عدد با استاندارد جهانی که به ازای هر ۱۰۰۰ خودرو باید یک جایگاه وجود داشته باشد، فاصله زیادی دارد. جایگاه‌های گاز طبیعی موجود در شهر مشهد در طول شبانه‌روز قادر است ۵۰۰۰۰ خودرو یعنی کمتر از نیمی از خودروهای گازسوز موجود در شهر مشهد را سرویس‌دهی کند، با توجه به نقشه پراکندگی جایگاه‌های CNG در شهر مشهد مشخص می‌شود که جایگاه‌های دو منظوره که گاز CNG را در کنار سایر فرآورده‌های نفتی به مشتریان عرضه می‌کنند، بیشتر در مناطق مختلف شهر پراکنده است؛ زیرا پمپ‌های گاز در جایگاه‌های بنزین مکان‌یابی شده و همراه سایر فرآورده‌های نفتی عرضه می‌شود، اما جایگاه‌های تک

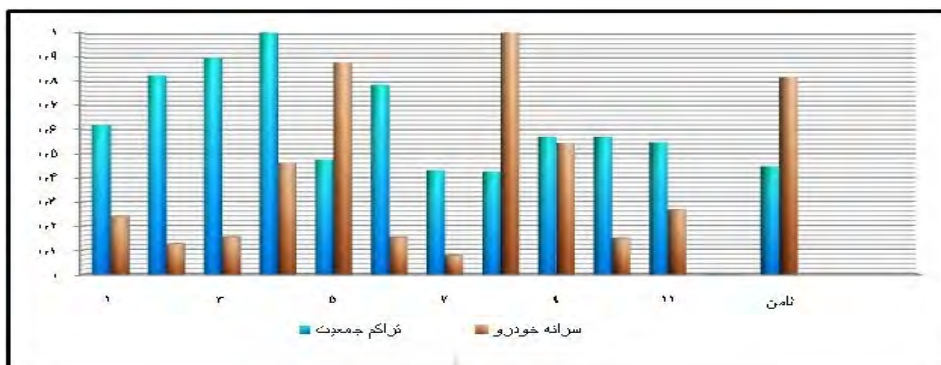
منظوره CNG عمدتاً به دلیل قیمت بالای زمین در شهر و دسترسی به خط لوله گاز ۲۵۰ پوند در حاشیه شهر مکان‌یابی شده، زیرا گاز ۶۰ پوند که در داخل شهر وجود دارد، قادر نیست جایگاه‌های تک منظوره را پشتیبانی کند و به دلیل اینکه فاصله یک جایگاه CNG با خط لوله گاز نباید بیشتر از ۵۰۰ متر باشد، این جایگاه‌ها در کنار خطوط اصلی گاز احداث می‌شود. زمین لازم برای احداث جایگاه سوخت CNG تک منظوره ۱۲۰۰ متر مربع می‌باشد و برای دو منظوره ۴۰۰ متر مربع کفایت می‌کند. مالکیت جایگاه‌های سوخت CNG دو منظوره در شهر مشهد، متعلق به بخش خصوصی و مالکیت جایگاه‌های تک منظوره در این شهر به علت هزینه بالای احداث جایگاه، متعلق به شهرداری (۲۶ جایگاه) و سایر نهادها، ارگان‌ها و شرکت‌های دولتی است. عمر مفید هر جایگاه ۲۵ سال است و به علت برگشت دیر سرمایه در احداث جایگاه‌های سوخت CNG بخش خصوصی خیلی کم در این زمینه سرمایه‌گذاری می‌کند.

شکل ۱: توزیع فضایی جایگاه‌های سوخت و دو منظوره به تفکیک مناطق در شهر مشهد CNG



مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: تراکم جمعیت و سرانه خودرو در هر جایگاه CNG (تعداد خودرو تقسیم بر تعداد جایگاه) در مناطق شهر مشهد



مأخذ: سالنامه آماری مشهد، ۱۳۸۹؛ شرکت فرآورده‌های نفتی مشهد، ۱۳۹۰.

جدول ۱: کمبود جایگاه‌های CNG در مناطق مختلف شهر مشهد

منطقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	ناهن
استاندارد جهانی نسبت خودرو به جایگاه	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
تعداد جایگاه گاز طبیعی	۲	۵	۵	۲	۱	۵	۵	۱	۲	۵	۰	۵	۰
تعداد خودرو گاز سوز	۸۲۶۷	۱۵۳۲۱	۷۵۶۵	۵۸۳۱۱	۷۸۷۸	۸۸۵۶	۴۵۷۱۱	۵۸۱۷	۱۵۳۲۱	۹۲۵۷	۲۸۵۳	۳۳۳۸	۷۳۲۷
کمبود جایگاه در هر منطقه	۳	۹	۴	۱۰	۹	۴	۲	۷	۱۲	۴	۲	۰	۷

مأخذ: شرکت فرآورده‌های نفتی مشهد، ۱۳۹۰.

۳- یافته‌ها

برای تعیین بهترین مکان جهت احداث جایگاه، باید عوامل تأثیرگذار در این امر را شناسایی و لایه‌های مربوط را تعیین کرد. پس از بررسی عوامل مختلف تأثیرگذار در امر مکان‌یابی جایگاه CNG این عوامل مؤثر تشخیص داده شد (نصیری، ۱۳۸۸: ۹۲).

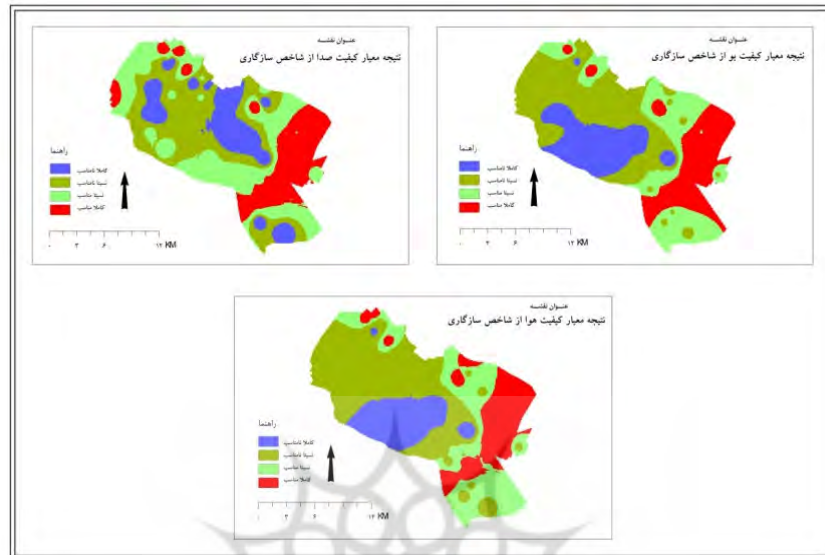
۳-۱- شاخص سازگاری

یکی از اهداف برنامه‌ریزی شهری، مکان‌یابی مناسب کاربری‌ها و جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر است (بحرینی، ۱۳۷۷: ۱۹۳). تعیین اصول دقیق مکان‌یابی فعالیت‌های مختلف در شهر به دلیل ماهیت پویای مسائل شهری اگر نه غیر ممکن، بدون تردید بسیار دشوار است و از این رو کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار می‌گیرند، بایستی از نظر سنجیت و هم‌خوانی فعالیت با یکدیگر منطبق بوده و موجب مزاحمت و مانع انجام فعالیت‌های یکدیگر نشوند (رضویان، ۱۳۸۱: ۲۴۲). کاربری‌های هم‌جوار شهری، اثرات خارجی بر روی یکدیگر دارند، این تأثیرات می‌تواند مثبت یا منفی باشد. اثرات مثبت منجر به افزایش کارایی کاربری‌های هم‌جوار خواهد شد و درحالی‌که اثرات منفی به کاهش کارایی کاربری‌های هم‌جوار منجر شده، به ایجاد ناسازگاری میان کاربری‌های مختلف خواهد انجامید (Taleai, et al, 2007: 376).

برای شاخص سازگاری، معیارهای کیفیت هوا، کیفیت صدا و بو در نظر گرفته شد و بر اساس این معیارها به هر یک از این جایگاه‌ها امتیاز داده شد. بدین ترتیب که موقعیت هر جایگاه را به تفکیک نسبت به این معیارها بررسی کرده و به ترتیب از کاملاً مناسب امتیاز چهار، نسبتاً مناسب امتیاز سه، نسبتاً نامناسب امتیاز دو و کاملاً نامناسب امتیاز یک داده شد. میانگین امتیازها به صورت امتیاز نهایی برای هر جایگاه در نظر گرفته شد، سپس برای هر کدام از معیارها، نقشه‌های طبقه‌بندی شده^۱ تهیه شد (شکل ۳). بعد از این مرحله ماتریس مقایسه‌ی دوتایی معیارهای شاخص سازگاری تشکیل شد و به هر کدام از معیارها بر اساس جدول ساعتی وزن‌دهی شد، سپس ضریب سازگاری و امتیاز نهایی به دست آمد (جدول ۲). در انتها نتیجه شاخص سازگاری در مدل AHP در GIS گذاشته شد و (شکل ۷) از آن به دست آمد.

1. Reclassify

شکل ۳: نتایج به‌دست آمده از هر یک از معیارهای شاخص سازگاری برای جایگاه‌های CNG در سطح شهر مشهد



مأخذ: نگارندگان

جدول ۲: مقایسهٔ دوتایی معیارهای شاخص سازگاری

ارزیابی نهایی	کیفیت هوا	کیفیت بو	کیفیت صدا	سازگاری
.۷۲۶۷	۹	۴	۱	کیفیت صدا
.۲	۳	۱	.۲۵	کیفیت بو
.۰۷۳۴	۱	.۳۳۳۳	.۱۱۱۱	کیفیت هوا
CR=.008				

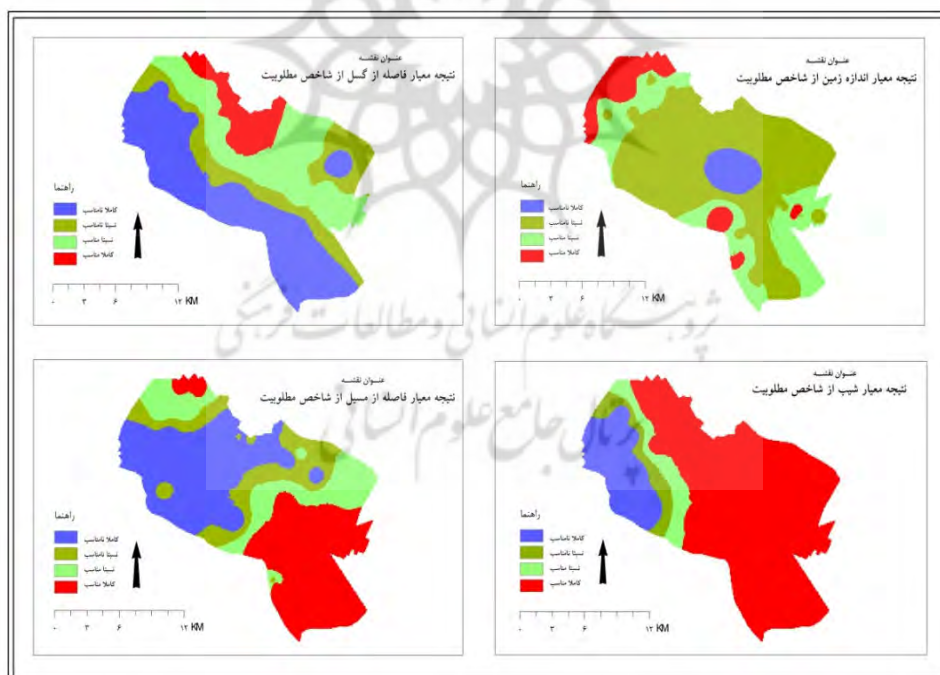
مأخذ: نگارندگان

۲-۳- شاخص مطلوبیت

در این شاخص، سازگاری بین کاربری و محل استقرار جایگاه ارزیابی می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت که هر کاربری طبق ویژگی‌های خاص آن، برای محل خاصی مناسب است و هر محل نیز کاربری خاص خود را می‌طلبد (پورمحمدی، ۱۳۸۷: ۱۱۵). برای شاخص مطلوبیت،

معیارهای اندازه و ابعاد زمین، فاصله تا گسل، فاصله تا مسیل‌های شهر و شیب زمین را در نظر گرفته و موقعیت هر جایگاه به تفکیک نسبت به این معیارها بررسی شد. بر اساس این معیارها به هر یک از این جایگاه‌ها امتیاز داده و به ترتیب از کاملاً مناسب امتیاز چهار، نسبتاً مناسب امتیاز سه، نسبتاً نامناسب امتیاز دو و کاملاً نامناسب امتیاز یک داده شد و میانگین امتیازها به صورت امتیاز نهایی برای هر جایگاه در هر ماتریس منظور گردید، سپس برای هر کدام از معیارها با زیرمعیارهایش، نقشه‌ای طبقه‌بندی شده تهیه شد (شکل ۴). بعد از این مرحله ماتریس مقایسه‌ی دودویی معیارهای شاخص مطلوبیت تشکیل و به هر کدام از معیارها بر اساس جدول ساعتی وزن‌دهی شد و سپس ضریب سازگاری و امتیاز نهایی به‌دست آمد (جدول ۳). در انتها نتیجه‌ی شاخص مطلوبیت در مدل AHP در GIS گذاشته شد و (شکل ۷) از آن تهیه شد.

شکل ۴: نتایج به‌دست آمده از معیارهای شاخص مطلوبیت برای جایگاه‌های سوخت CNG در سطح شهر مشهد



مأخذ: نگارندگان

جدول ۳: مقایسه دوتایی معیارهای شاخص مطلوبیت

مطلوبت	اندازه	گسل	مسیل	شیب	ارزیابی نهایی
اندازه	۱	۱۴۲	۲	۳۳۳	۰۶۰۱
گسل	۷	۱	۲	۳	۰۴۹۰۵
مسیل	۵	۵	۱	۲	۰۲۸۷۸
شیب	۳	۳۳۳	۰۵	۱	۰۱۶۱۵
CR: .0071					

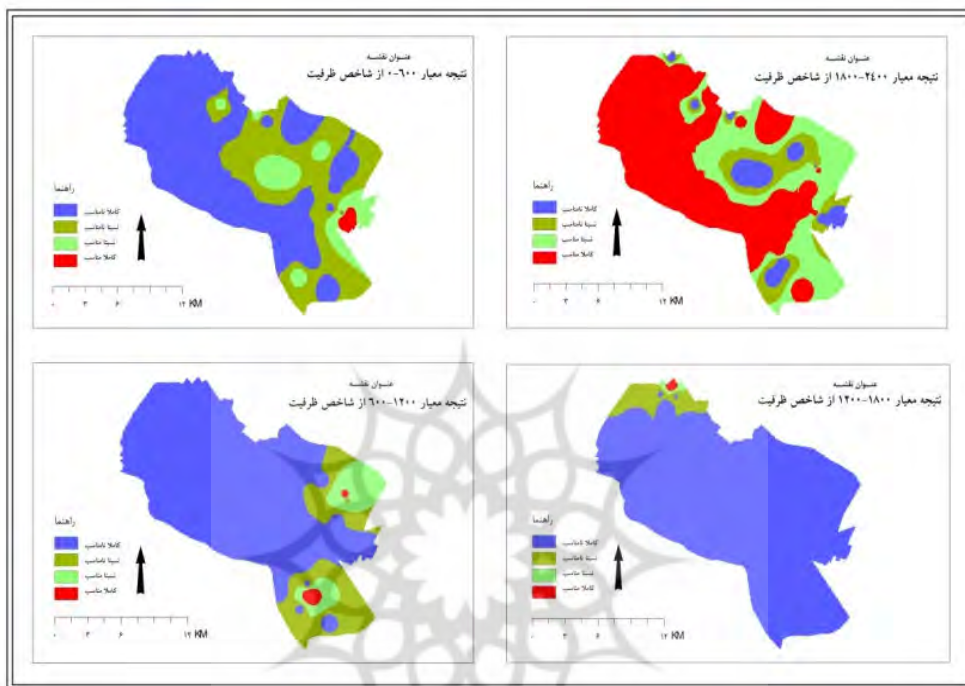
مأخذ: نگارندگان

۳-۳- شاخص ظرفیت

هر کاربری دارای مقیاسی است و سطوح مختلف ساختار شهر نیز دارای ظرفیت معینی است. چنانچه دو مقیاس مذکور با یکدیگر منطبق باشند، عملکرد فعالیت به خوبی انجام می‌شود و چنانچه این دو سطح با یکدیگر قابل تطبیق نباشند، مشکلات عدیده‌ای برای هر دو پدیده به‌وجود خواهد آمد (رضویان، ۱۳۸۱: ۲۴۴). جهت بررسی ظرفیت جایگاه‌ها، عملکرد هر یک از آن‌ها با توجه به ظرفیت سرویس‌دهی به خودروها بررسی شده است.

برای شاخص ظرفیت معیارهای ۶۰۰-، ۱۲۰۰-۶۰۰، ۱۸۰۰-۱۲۰۰، ۲۴۰۰-۱۸۰۰ خودرو در نظر گرفته و بر اساس این معیارها به هر یک از این جایگاه‌ها امتیاز داده شد. بدین ترتیب هر جایگاه را نسبت به سرویس‌دهی به تعداد خودرو در طول شبانه‌روز به چهار دسته تقسیم و میانگین امتیازها به صورت امتیاز نهایی برای هر جایگاه در ماتریس یادداشت شد، سپس برای هر کدام از معیارها نقشه‌ای طبقه‌بندی شده تهیه شد (شکل ۵)؛ بعد از این مرحله ماتریس مقایسه دو دویی معیارهای شاخص ظرفیت تشکیل شد و به هر کدام از معیارها بر اساس جدول ساعتی وزن‌دهی و سپس ضریب سازگاری و امتیاز نهایی به دست آمد (جدول ۴). در انتها نتیجه شاخص ظرفیت در مدل AHP در GIS گذاشته و (شکل ۷) تهیه شد.

شکل ۵: نتایج به‌دست آمده از معیارهای شاخص ظرفیت برای جایگاه‌های سوخت CNG در سطح شهر مشهد



مأخذ: نگارندگان

جدول ۴: مقایسه‌ی دوتایی معیارهای شاخص ظرفیت

ظرفیت	۱۸۰۰-۲۴۰۰	۱۲۰۰-۱۸۰۰	۶۰۰-۱۲۰۰	۰-۶۰۰	ارزیابی نهایی
۱۸۰۰-۲۴۰۰	۱	۳	۶	۹	۰.۵۹۹
۱۲۰۰-۱۸۰۰	۰.۳۳۳۳	۱	۳	۵	۰.۲۵۰۴
۶۰۰-۱۲۰۰	۰.۱۶۶۷	۰.۳۳۳۳	۱	۲	۰.۰۹۶۲
۰-۶۰۰	۰.۱۱۱۱	۰.۲	۰.۵	۱	۰.۰۵۴۳

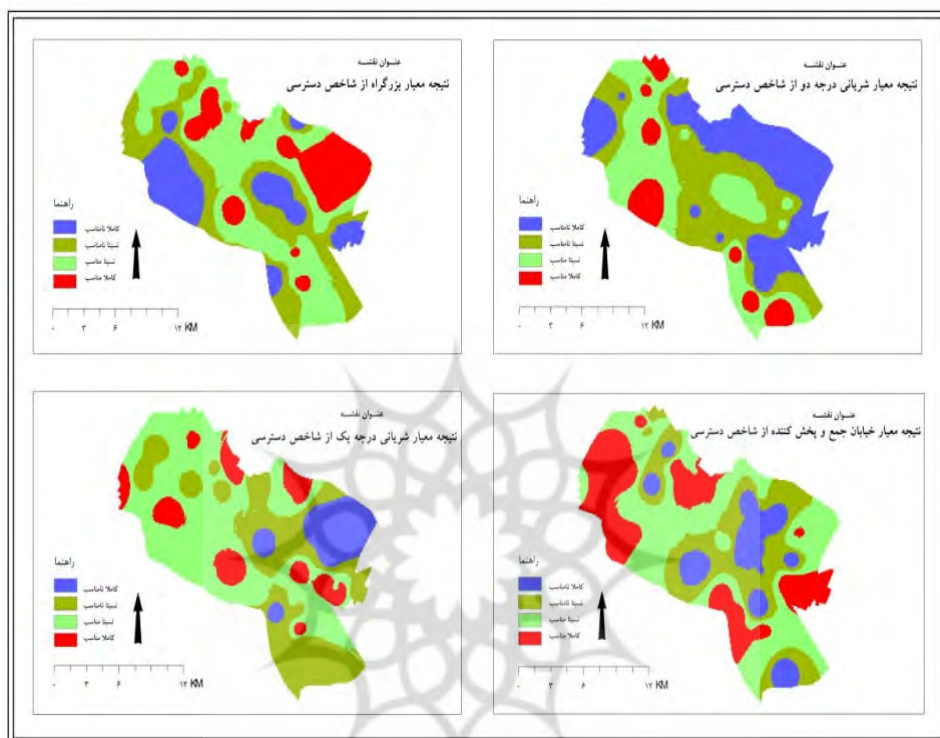
CR: .0126

مأخذ: نگارندگان

۳-۴- شاخص دسترسی

راه‌ها، مهم‌ترین عنصر تشکیل‌دهنده شهر و محل اتصال و ارتباط فضاها و کاربری‌های شهری با یکدیگر به شمار می‌روند. شبکه‌های شهری یک شهر ارتباط تنگاتنگی با نوع کاربری‌ها دارد، زیرا نحوه توزیع فضایی کاربری‌هاست که مسأله دسترسی را بین آن‌ها مطرح می‌سازد. از طرف دیگر امروزه برای کاهش مشکلات شبکه‌های ارتباطی با استفاده از کاربری‌های تلفیقی و مکان‌یابی بهینه کاربری‌ها و نزدیک کردن محل کار و زندگی و تأمین احتیاجات و تفریح در یک نقطه می‌توان از مسافت‌ها و تعداد سفرهای شهری کاسته و مشکلات شبکه‌های ارتباطی را تا حد زیادی مرتفع نمود (پورمحمدی، ۱۳۸۷: ۱۸۹). یکی از عوامل بسیار مهم در استقرار جایگاه‌های سوخت، دسترسی می‌باشد. جایگاه‌های سوخت در محدوده شهر باید در جاده‌های اصلی مکان‌یابی شوند. برای شاخص دسترسی معیارهای نزدیکی به بزرگراه، شریانی درجه یک، شریانی درجه دو و خیابان‌های جمع و پخش‌کننده در نظر گرفته شد و بر اساس این معیارها به هر یک از این جایگاه‌ها امتیاز داده شد. بدین ترتیب که جایگاه‌هایی که در کنار بزرگراه‌ها قرار داشته باشند و مستقیماً به بزرگراه‌ها متصل باشند، از بالاترین امتیاز یعنی امتیاز چهار و به عنوان مناسب‌ترین گزینه در نظر گرفته می‌شوند و جایگاه‌هایی که مستقیماً به راه‌های شریانی درجه یک ختم می‌شوند، امتیاز سه داده می‌شود و جایگاه‌هایی که به راه‌های شریانی درجه دو دسترسی دارند، امتیاز دو داده می‌شود و جایگاه‌هایی که به خیابان‌های جمع و پخش‌کننده دسترسی دارند، کم‌ترین امتیاز یعنی یک داده می‌شود. میانگین امتیازها را به صورت امتیاز نهایی برای هر جایگاه در ماتریس یادداشت می‌شود، سپس برای هر کدام از معیارها و زیر معیارهایش نقشه‌ای طبقه‌بندی شده تهیه شد (شکل ۶). بعد از این مرحله ماتریس مقایسه دوتایی معیارهای شاخص دسترسی تشکیل و به هر کدام از معیارها بر اساس جدول ساعتی وزن‌دهی شد و ضریب سازگاری و امتیاز نهایی به دست آمد (جدول ۵). در انتها نتیجه معیارهای شاخص دسترسی در مدل AHP در GIS گذاشته و (شکل ۷) تهیه شد.

شکل ۶: نتایج به دست آمده از معیارهای شاخص دسترسی برای جایگاه‌های سوخت CNG در سطح شهر مشهد



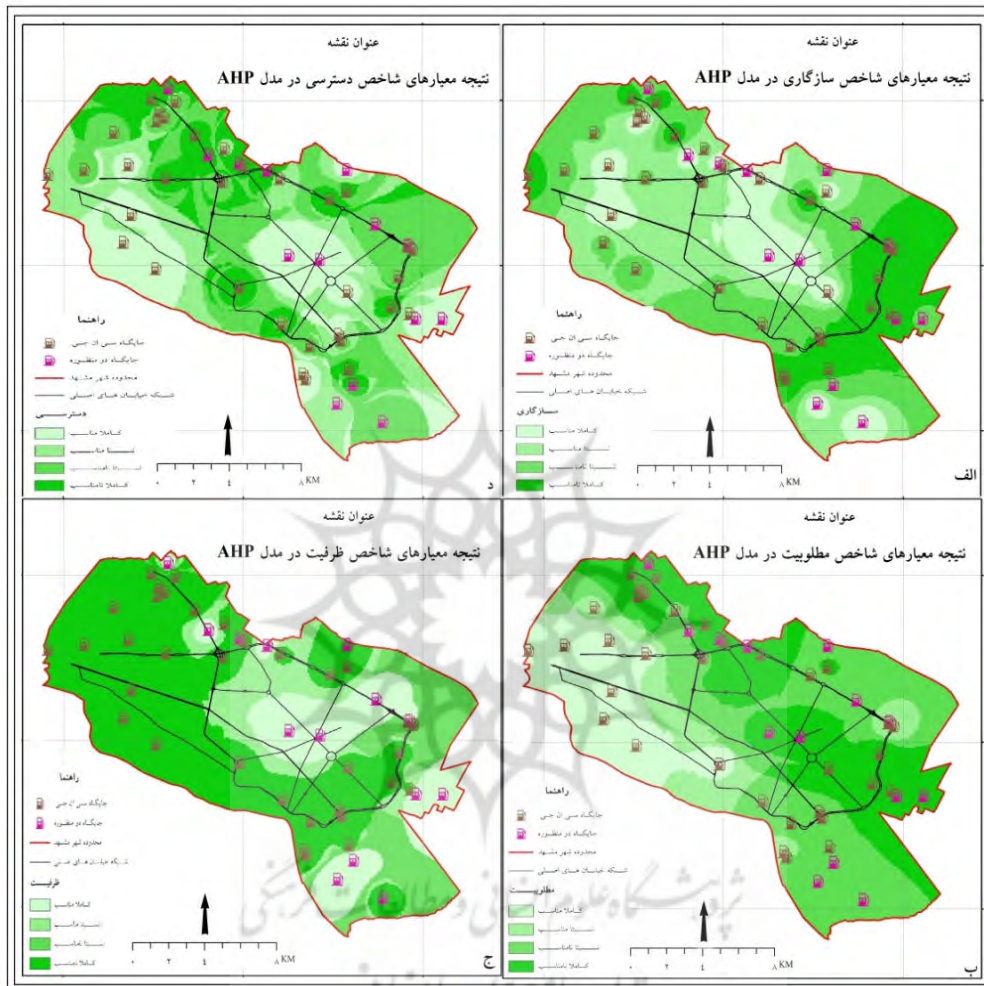
مأخذ: نگارندگان

جدول ۵: مقایسه‌ی دوتایی معیارهای شاخص دسترسی

ارزیابی نهایی	جمع و پخش کننده	شریانی درجه ۲	شریانی درجه ۱	بزرگراه	ماتریس دسترسی
۵۴۶۲	۵	۴	۳	۱	بزرگراه
۲۳۳۳	۳	۲	۱	۳۳۳۳	شریانی درجه ۱
۱۳۷۷	۲	۱	۵	۲۵	شریانی درجه ۲
۰۸۳۸	۱	۵	۳۳۳۳	۲	جمع و پخش کننده
CR: 0					

مأخذ: نگارندگان

شکل ۷: نتیجه شاخص‌های سازگاری، مطلوبیت، ظرفیت و دسترسی در مدل AHP



مأخذ: نگارندگان

۴- نتیجه گیری

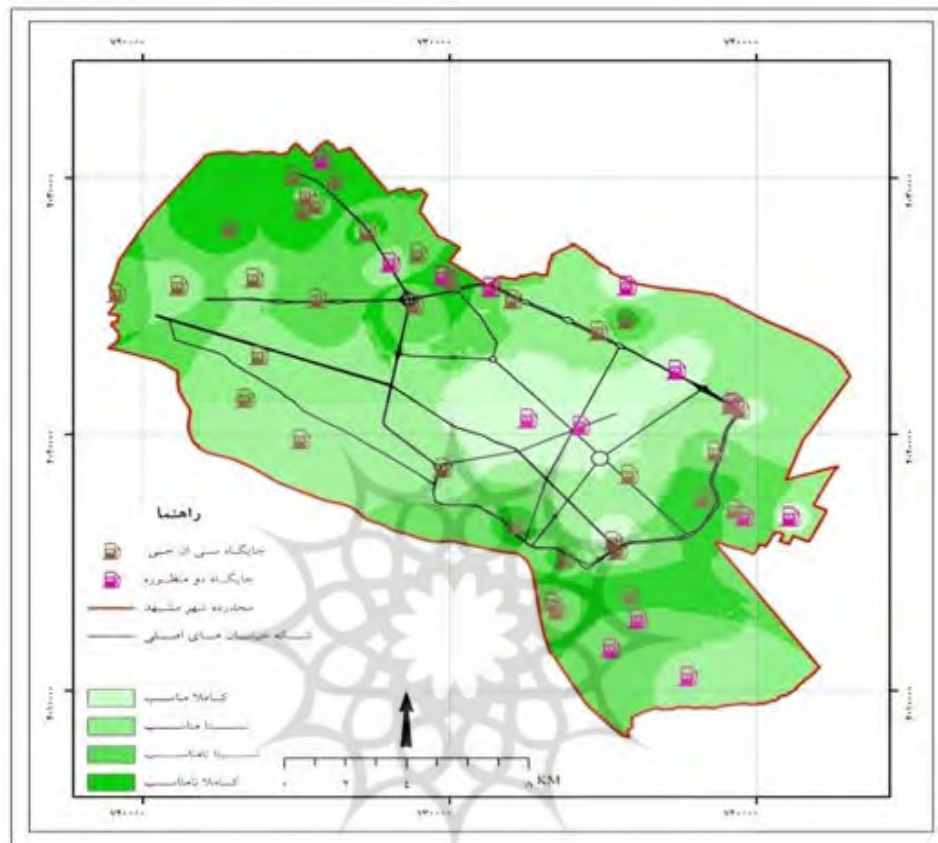
در این تحقیق به بررسی و تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های گاز طبیعی در شهر مشهد با توجه به چهار معیار مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و دسترسی پرداخته شد و برای هر یک از این شاخص‌ها، معیارها و زیرمعیارهایی تعریف شد؛ سپس با توجه به قوانین مربوط به ساخت جایگاه‌های CNG در کشور اخذ

شده از شرکت پخش فرآورده‌های نفتی کشور به بررسی تک تک جایگاه‌ها با توجه به شاخص‌های فوق اقدام شد و این نتایج به‌دست آمد: بررسی جایگاه‌های گاز طبیعی از نظر شاخص مطلوبیت نشان می‌دهد که ۲۷/۱۰ درصد جایگاه‌ها در شرایط مناسب و ۷۲/۹۰ درصد جایگاه‌ها در شرایط نامناسب مکان‌یابی شده‌اند. بررسی جایگاه‌های گاز طبیعی از نظر شاخص سازگاری نشان می‌دهد که ۳۹/۶۰ درصد جایگاه‌های موجود در شرایط مناسب و ۶۰/۴۰ درصد جایگاه‌ها در شرایط نامناسب مکان‌یابی شدند، همچنین بررسی جایگاه‌های گاز طبیعی از نظر شاخص ظرفیت نشان می‌دهد که ۲۵ درصد جایگاه در شرایط مناسب و ۷۵ درصد جایگاه در شرایط نامناسب قرار دارند.

بررسی جایگاه‌های گاز طبیعی موجود در شهر مشهد از نظر شاخص دسترسی نشان می‌دهد که ۳۷/۵۰ درصد جایگاه‌ها در شرایط مناسب و ۶۲/۵۰ درصد از جایگاه‌ها در شرایط نامناسب مکان‌یابی شده‌اند. بدین ترتیب نتیجه ارزیابی کل شاخص‌ها (مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت، دسترسی)، بیانگر این مطلب است که بیش از ۵۸ درصد جایگاه‌ها در شرایط نامناسب و ۴۱ درصد جایگاه‌ها در شرایط مناسب مکان‌یابی شده‌اند (شکل ۸ و جدول ۷). بنابراین فرضیه این پژوهش مبنی عدم تناسب جایگاه‌های موجود سوخت (CNG) در سطح شهر مشهد با شاخص‌های مطلوبیت، دسترسی، سازگاری و ظرفیت، تأیید می‌شود.

ارزیابی وضعیت موجود جایگاه‌های سوخت شهری در شهر مشهد، بیانگر عدم توجه به یک طرح کارشناسی جهت تعیین مکان بهینه محل احداث جایگاه‌ها است، که این امر موجب توزیع مکانی نامناسب جایگاه‌های گاز طبیعی در سطح شهر می‌شود. با بررسی وضعیت جایگاه‌های سوخت گاز طبیعی موجود در شهر مشهد می‌توان دریافت که عدم ارائه الگوی صحیح در توزیع جایگاه‌های سوخت در سطح شهر، باعث شده است در مناطقی با تراکم جایگاه‌ها (۲، ۷، ۱۲) و در مناطقی با تعداد کم جایگاه و فقدان جایگاه (۱، ۵، ۸، ۱۱، ۱۳)، مواجه باشیم. با توجه به آمارهای موجود در شرکت فرآورده‌های نفتی مشهد بیش از یک صد و بیست هزار خودرو گازسوز در شهر مشهد وجود دارد. در این شهر تنها چهل و هشت جایگاه گاز طبیعی وجود دارد. با توجه به استانداردهای جهانی در ازای هر هزار خودرو باید یک جایگاه گاز طبیعی وجود داشته باشد. بدین ترتیب در شهر مشهد باید یک صد و بیست جایگاه گاز طبیعی وجود داشته باشد و جایگاه‌های گاز طبیعی موجود تنها ۴۸ درصد جایگاه‌هایی هستند که طبق استانداردهای جهانی باید وجود داشته باشند.

شکل ۸: نتیجه تلفیق شاخص‌های سازگاری، مطلوبیت، ظرفیت و دسترسی در مدل AHP



مأخذ: نگارندگان

جدول ۶: مقایسه دوتایی شاخص‌های دسترسی، سازگاری، مطلوبیت و ظرفیت

ماتریس اصلی	دسترس‌ی	سازگاری	مطلوبیت	ظرفیت	ارزیابی نهایی
دسترس‌ی	۱	۳	۵	۸	۰.۵۷۷۹
سازگاری	۰.۳۳۳۳	۱	۳	۵	۰.۲۶۰۲
مطلوبیت	۰.۲	۰.۳۳۳۳	۱	۲	۰.۱۰۴۲
ظرفیت	۰.۱۲۵	۰.۲	۰.۵	۱	۰.۰۵۷۸
CR=0					

مأخذ: نگارندگان

جدول ۷: وضعیت جایگاه‌ها به تفکیک مناطق شهرداری از نظر شاخص‌های سازگاری، مطلوبیت،

ظرفیت و دسترسی

منطقه	تعداد جایگاه	وضعیت جایگاه‌ها از نظر شاخص اصلی				درصد مناسب	درصد نامناسب
		کاملاً مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً نامناسب	کاملاً نامناسب		
۱	۲	۱	۱	۰	۰	۴/۱۶	
۲	۹	۱	۳	۴	۰	۴/۱۶	
۳	۵	۳	۱	۱	۰	۸/۳۳	
۴	۳	۱	۲	۰	۰	۶/۲۵	
۵	۱	۰	۰	۱	۰	۰	
۶	۵	۱	۱	۲	۱	۴/۱۶	
۷	۹	۰	۳	۴	۲	۶/۲۵	
۸	۱	۰	۰	۰	۱	۰	
۹	۳	۰	۲	۱	۰	۴/۱۶	
۱۰	۵	۰	۱	۳	۱	۲/۰۸	
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
۱۲	۵	۰	۱	۲	۲	۲/۰۸	
ثامن	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
کل	۴۸	۷	۱۳	۱۷	۱۱	۴۱/۶۶	

مأخذ: نگارندگان

کتابنامه

۱. بحرینی، سید حسن. (۱۳۷۷). فرایند طراحی شهری، تهران: دانشگاه تهران.
۲. برنارشاریه، ژان. (۱۳۷۳). شهرها و روستاها، ترجمه سیروس سهامی، مشهد: نیکا.
۳. پورمحمدی، محمد رضا. (۱۳۸۷). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تهران: سمت.

۴. حکمت‌نیا، حسن. (۱۳۸۹). «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهر بهاباد با استفاده از الگوی تحلیل SWOT»، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی. شماره ۲. صص ۹۴-۸۳.
۵. رضویان، محمد تقی. (۱۳۸۱). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تهران: منشی.
۶. شرکت فراورده‌های نفتی مشهد. (۱۳۹۰). بخش صدور کارت سوخت.
۷. شهرداری مشهد، (۱۳۹۰)، سالنامه آماری شهر مشهد.
۸. طلیعی، مجید (۱۳۸۸). «تاریخچه احداث جایگاه‌های CNG در جهان»، نشریه هوایار، ویژه نامه تابستان ۱۳۸۸. صص ۱۳-۱۲.
۹. فراگزلو، علیرضا؛ برزگر، مجید. (۱۳۸۷). برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از رویکرد AHP جهت بهسازی ترکیب و تولید، تهران: کنفرانس بین‌المللی مدیریت.
۱۰. لسنکی، گرهار دوجین. (۱۳۶۹). سیر جوامع شهری. ترجمه ناصر توفیق‌یان. تهران: سازمان انتشارات آموزش انقلاب اسلامی.
۱۱. محمدزاده، یوسف. (۱۳۶۸). آغاز شهرنشینی در ایران. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
۱۲. نجاتی، حامد. (۱۳۸۵). فضاهای ورزشی و طراحی شهری، تهران: اولین همایش ملی شهر و ورزش.
۱۳. نصیری، علیرضا (۱۳۸۸). تحلیل پراکنندگی فضایی و جستجوی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های سوخت CNG شهر قم با رویکرد GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت پردیس قم.
۱۴. نوبخت، شمس؛ مصطفوی ماریان، امیر (۱۳۸۹). «مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت با استفاده از برنامه ریزی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی شهر مشهد». فصلنامه مهندسی حمل و نقل، شماره ۲. صص ۱۸۰-۱۷۱.
15. Firman, Tommy. (2004). "New town development in Jakarta Metropolitan Region: a perspective of spatial segregation". *Habitat International* 28, 349–368.
16. <http://www.mop.ir/> 2012
17. <http://www.iangv.org/countryreport/iran.htm/> 2012.
18. Malczewski. J. (1999). *GIS and Multi Criteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons INC.
19. Reddell, T. (2002). "Beyond participation, hierarchies, management and markets: 'new' governance and place policies". *Journal of Public Administration* 61 (1), 50–6316.

20. Shultz, S.D. (2001), *The use of census data for hedonic price estimates of open-space amenities and land use*. J. Real Estate Finance Econ. 22 (2–3), 239–252. 17.
21. Taleai, M, sharifi, A, sliuzas, R, Mesgari. M. (2008). "Evaluating the compatibility of multi – functional and Intensive urban land uses". *International journal of Applied Earth observation and Geo information*, 9 (4).

