**Biannual Journal of Urban Ecology Researches**
Vol.7, No.1, Spring & Summer 2016 (9-18)

**دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی‌شهری**
سال هفتم، شماره ۱، پیاپی ۱۳ بهار و تابستان ۱۳۹۵ (۹-۱۸)

# مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی عملگرهای فازی و تحلیل‌های فضایی GIS، پژوهش موردی: منطقه ۷ شهر مشهد

**سیدعلی علوی[۱]، *محدثه معززبرآبادی[۲]، اسدالله دیوسالار[۳]، بهبود جعفری[٤]**
۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳. استادیار گروه علمی جغرافیا، دانشگاه پیام نور
۴. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
**دریافت:** ۱۳۹۳/۱۰/۳۰ **پذیرش:** ۱۳۹٤/۰۲/۲۲

# Location CNG Fuel Stations by Using Fusion Techniques of Fuzzy Operators and GIS Spatial Analysis, Case Study: Mashhad District 7

**Sayed Ali Alavi[1] , *Mohaddese Moazezbarabadi[2], Asadollah Divsalar[3], Behbod Jafari[4]**
1. Assistant Professor of Geography Department, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran
2. MA Student, Geography and Urban Planning, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran
3. Assistant Professor of Geography Department, University of Payame Noor, Iran
4. MA Student, Geography and Urban Planning, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran
**Received:** 20/01/2015 **Accepted:** 12/05/2015

**Abstract**

Achieving the balance between the spatial distribution of resources and services in urban areas is one of the main objectives of the government. District 7 in Mashhad with a population of about 220000 people and an area of 5200 hectares is one of the most crowded urban areas of Mashhad. CNG fuel station network is the key component of the network utilities acted as a supplier of fuel for transportation within the city, which is important in terms of traffic considerations, urban development, safety, and the environment. This study aims to locate CNG fuel station in District 7 in Mashhad and also utilizes the methods based on GIS and fuzzy logic. In order to implement fuzzy operators in GIS environment, the effective criteria including access to main thoroughfares, centers with high population density, green space, commercial land use, distance from residential land use, educational land use, and distance from existing stations were all first extracted and entered into the GIS environment. In the next step, the fuzzy membership value for each parameter (fuzzication) was determined. Next, the weighted layers were put together, and finally the most appropriate area was shown on the final map. The results showed that the southern and southeastern areas lacked fuel stations and had priority for the construction of new stations in the area.

**Keywords**
Location, CNG fuel stations, Fuzzy logic, Mashhad District 7.

**چکیده**

دستیابی به تعادل در توزیع فضایی منابع و خدمات رسانی در سطح شهرها یکی از اهداف اصلی دولت ها می‌باشد. منطقه ۷ شهرداری مشهد با جمعیتی حدود ۲۲۰۰۰۰ نفر و با مساحت محدوده ۵۲۰۰ هکتار یکی از پرترددترین مناطق شهری مشهد است. شبکه جایگاه‌های سوخت CNG از اجزای اصلی شبکه خدمات شهری است که به عنوان تامین کننده سوخت بخش حمل و نقل درون شهری عمل نموده است که از لحاظ ملاحظات ترافیکی، شهرسازی و ایمنی و محیط زیست دارای اهمیت می‌باشد. هدف از این تحقیق مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG منطقه ۷ شهر مشهد می‌باشد. در این تحقیق از روش‌ها و قابلیت‌های مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، و منطق فازی استفاده شده است. برای پیاده‌سازی عملگر فازی در محیط GIS، ابتدا معیارهای تاثیرگذار در مکان‌یابی استخراج و وارد محیط GIS شد، این شاخص‌ها عبارتند از: دسترسی به معابر اصلی درجه یک، مراکز با تراکم جمعیتی بالا، فضای سبز، کاربری‌های تجاری و فاصله از کاربری مسکونی، کاربری آموزشی و فاصله از ایستگاه‌های موجود. در مرحله بعد مقدار عضویت فازی برای هر یک از پارامترها (فازی سازی) مشخص شد. سپس لایه‌های وزن دار شده روی هم گذاشته شد و در نهایت مناسب‌ترین پهنه در نقشه نهایی نشان داده شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که محدوده جنوبی و جنوب شرقی منطقه فاقد جایگاه سوخت می‌باشد و برای احداث جایگاه‌های جدید این مناطق در اولویت قرار دارند.

**واژه‌های کلیدی**
مکان‌یابی، جایگاه سوخت CNG، منطق فازی، منطقه ۷ مشهد.

***نویسنده مسئول:** محدثه معززبرآبادی
***Corresponding Author**: Mohadeseh Moazezbarabadi
E-mail: mohadesemoazez@yahoo.com

**مقدمه**

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. به رغم آنکه کشور ایران دومین دارنده ذخایر گاز طبیعی در جهان است اما مدت‌هاست که از بنزین و گازوئیل مانند اکثر کشورهای دنیا به عنوان دو سوخت متداول خودرو بهره گرفته می‌شود. با توجه به اختلاف ظرفیت تولید و میزان مصرف بنزین در کشور، بخش عمده‌ای از این سوخت از خارج تامین می‌شود که بار مالی فراوانی را بابت خرید، حمل و پخش در پایانه‌های سوخت به اقتصاد کشور وارد می‌کند. جهت حل این مشکل راه‌های متعددی پیشنهاد گردیده‌است. اما 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. دستیابی به تعادل در توزیع فضایی منابع و خدمت‌رسانی در سطح شهرها، یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری می‌باشد.

رشد جمعیت و توسعه نامناسب شهرها مشکلات عدیده‌ای برای شهرها به‌وجود آورده است و ساماندهی فضایی صحیح و اصولی خدمات شهری می‌تواند تا حدود زیادی در نظم بخشیدن به عملکرد شهرها مؤثر باشد(Abdi, et.al, 2012).

موضوع زمین و چگونگی استفاده از آن، بستر اصلی برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شود(Soroor and Naderifar,2006: 1). دسترسی عادلانه به زمین و استفاده بهینه از آن و ساماندهی مکان نیز یکی از مولفه‌های اساسی توسعه پایدار به حساب می‌آید. امروزه مفهوم فضاها و مکان‌های شهری هم از نظر طبیعی و کالبدی و هم از نظر اقتصادی- اجتماعی تغییر کیفی یافته و ابعاد برنامه‌ریزی کاربری زمین و ساماندهی مکان را بسیار متنوع و غنی ساخته است. در واقع سیستم کالبدی شهر و فضای شهری منبع عمومی و حیات و ثروت همگانی و کالای عمومی به حساب می‌آید و استفاده از آن می‌تواند در جهت تامین منافع عمومی در زمان حال آینده تحت مدیریت دقیق و سنجیده قرار گیرد(Shirani, 2011).

توسعه صحیح و توزیع یکنواخت و متوازن جایگاه‌های 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 تامین زمین از جمله این دستاوردها می‌باشند(Behbahani, et.al, 2010: 1).

با گسترش و توسعه شهرنشینی و افزایش روزافزون جمعیت، نیاز به استفاده از خودرو و به‌تبع آن ایجاد جایگاه‌های سوخت نسبت به گذشته بیشتر احساس می‌شود و با توجه به سیاست‌های اخیر دولت مبنی بر گازسوز کردن خودروها، احداث جایگاه‌های سوخت CNG به عنوان یک ضرورت مطرح شد. مهم‌ترین مشکل در زمینه خدمات‌رسانی این بخش، عدم توزیع مناسب جایگاه‌ها از لحاظ کمی و محدود بودن شعاع عملکردی جایگاه‌ها می‌باشد. در نتیجه ضروری است که توضیع کمی و کیفی جایگاه‌های سوخت CNG باید مورد بررسی قرار گیرد. لذا تعیین مکان مناسب برای جایگاه‌های سوخت تا حد زیادی به شناخت عوامل تاثیرگذار در توزیع آن‌ها بستگی دارد.

با توجه به اهمیت موضوع مهم‌ترین مشکل در زمینه خدمات‌رسانی این بخش، عدم توزیع نامناسب جایگاه‌ها از لحاظ کمی و محدود بودن شعاع عملکردی جایگاه‌های مذکور می‌باشد. بنابراین، این مسئله ضروری به‌نظر می‌رسد که توزیع کمی و کیفی جایگاه‌های گاز CNG به‌طور علمی و تخصصی مورد بررسی قرار گیرد. در این مقاله با استفاده از توانمندی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی به ساماندهی فضایی جایگاه‌های سوخت CNG در شهر مشهد پرداخته شده است.

## مبانی نظری

نظریه مکان‌یابی را فون تانون در سال ۱۸۲۶ میلادی در زمینه فعالیت‌های کشاورزی ابداع نمود. سپس لآن هارد، 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 آلمانی در سال ۱۹۰۹ شکل گرفت. با توجه به سیر و تحول تئوری‌ها و نظریه‌های مکان‌یابی را از نظر تکامل و توسعه زمانی به سه دوره تقسیم کرده‌اند:

۱. فرموله‌کردن مساله (از ابتدای قرن ۲۰ تا سال ۱۹۶۰)

۲. کاربرد مدل‌ها در بخش صنعت (۱۹۵۰ – ۱۹۶۰)

۳. توسعه مدل‌ها در بخش عمومی و خدمات‌رسانی ( از ۱۹۷۰)

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 این‌که از دهه ۱۹۷۰ به بعد نظریه‌های مکان‌یابی به سمت مکان‌یابی مراکز خدمات‌رسانی سوق یافته است؛ لذا یکی از وظایف اساسی و مهم برنامه‌ریزان شهری، تخصیص زمین به کاربری‌های گوناگون شهری است. 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.

## انواع مدل‌های تلفیق اطلاعات برای مکان‌یابی

یکی از مهم‌ترین توانایی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی که آن را به عنوان سیستمی ویژه و منحصر بفرد جدا می‌کند، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب کاربری‌ها از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است. زیرا در نتیجه ترکیب و تلفیق معیارها، بهترین نقطه برای استقرار مراکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود.

برای ترکیب معیارها روش‌های متفاوتی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: فرایند تحلیل سلسله مراتبی[1]، منطق بولین[2] یا منطق صفر و یک و منطق فازی[3]، که در ادامه به توضیح هر کدام می‌پردازیم.

## فرایند تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است و بنا به تعریف تحلیل سلسله مراتبی عبارت است از: یک روش تصمیم‌گیری که توسط آن می‌توان تصمیماتی که وابسته به معیارهای مختلف است را اتخاذ نمود(Ziyari and Hosseinmardi ,2009: 45).

فرایند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره برای وضعیت‌های پیچیده‌ای که سنجه‌های چندگانه و متضادی دارند، ابزار تصمیم‌گیری نرمش‌پذیر و در عین حال قوی به‌شمار می‌رود که اولین بار توسط توماس. ال. ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید(Saaty,1980). این تکنیک بر اساس مقایسه دو به دو بنا شده و امکان بررسی و تصمیم‌گیری مسائل با معیارهای چندگانه و کمی وکیفی را با یکدیگر امکان‌پذیر می‌کند(Ghodsipoor, 2007: 34).

## منطق بولین

این منطق بر گرفته از نام ریاضیدان مطرح انگلیسی (جورج بولی) بوده که در سال ۱۹۷۴ به وسیله وارنز مورد استفاده قرار گرفت و در سال ۱۹۸۹ به وسیله روبینو توسعه داده شد. در مدل بولین (دودویی) ترکیب منطقی ارزش‌ها به صورت «بله» و «خیر» است. هر مکان مورد آزمایش با این مدل، با معیارهای مورد نظر تحت آزمون قرار می‌گیرد که آیا این معیار در آن مکان صدق می‌کند یا خیر؟ و هیچ شرط احتسابی دیگری وجود ندارد، به زبان مجموعه‌ها، عضو مجموعه بودن را فقط با حالت «یک»، درست[4] یا «صفر» نادرست[5] نشان می‌دهد (Nazariadli and koohsari, 2007: 15).

## منطق فازی

منطق فازی برای اولین بار توسط دانشمند ایرانی پرفسور لطفی زاده استاد دانشگاه برکلی آمریکا برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد. نظریه و منطق فازی ابزاری علمی است که امکان و اجازه شبیه سازی پویایی یک سیستم را بدون نیاز به توصیفات ریاضیاتی مفصل و با استفاده از داده‌های کیفی و کمی پدید آورده است(Phillis , 2001: 441).

بر اساس نظریه فازی عضویت در مجموعه ممکن است به طور کامل نبوده و هر عضوی دارای عضویت از صفر تا یک باشد و بر خلاف منطق بولین در منطق فازی هیچ قطعیتی وجود ندارد که بتوان بر اساس آن یک ناحیه را کاملا مناسب یا نامناسب دانست. بدین معنا که هر ناحیه بسته به میزانی که معیار دقت بررسی را رعایت می‌نماید دارای مقدار عضویتی است. در عین حال عملیات ادغام نمودن در منطق فازی یک بیان مفهومی را از میزان مطلوبیت کلی گزینه ها بیان‌می دارد. تحلیل منطق فازی نیز دارای حالات مختلفی است شامل اشتراک، اجتماع، گاما که حدواسط دو حالت اجتماع و اشتراک است، اما طبق تجربیات و تحقیقات انجام شده حالت ضربی روش فازی از دقت و حساسیت بالایی در مکانیابی برخوردار است. در این حالت تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب می‌شوند، به دلیل ماهیت اعداد بین صفر و یک که همان درجه عضویت اعضا در مجموعه‌های فازی می‌باشد. این کار باعث می‌شود تا در نقشه خروجی اعداد کوچکتر شده و به سمت صفر میل کنند در نتیجه تعداد پیکسل کمتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرند (Khorasani, 2004: 7).

## مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG

یکی از چالش‌های اصلی در برنامه‌ریزی شهری ایجاد توازن در عدالت فضایی در تسهیلات یا تدارکات خدماتی با اثرات اقتصادی

1. AHP
2. Boolean Logic
3. Fuzzy Logic
4. True
5. False

آن می‌باشد. 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 بایستی بر مبنایی گرفته‌شوند که مکان‌یابی به‌صورتی باشد که خدمات و امکانات متفاوت، به نیازها و تقاضاهای محلی پاسخگو باشد. این درصورتی است که اگر ما GIS را برای پشتیبانی تصمیم‌گیری‌ها تعریف کنیم، می‌تواند برای رشته برنامه‌ریزی شهری موثر باشد(Mark, et.al, 1996: 149).

## 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 درحال گسترش می‌باشد.

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 می‌باشد.

## جایگاه‌های سوخت گیریCNG در ایران

در سال ۱۳۵۶ طرح گازسوز کردن خودروها به صورت آزمایشی در شهر شیراز با تبدیل ۱۲۰۰ دستگاه سواری به اجرا درآمد. در سال ۱۳۶۶ در شهر مشهد نیز، طرح مذکور به اجرا درآمد و در سال ۱۳۶۷ یک ایستگاه سوخت‌گیری در مشهد ساخته شد (Hemmati and Shrafi, 2005:119).

ایالات متحده ازجمله کشورهایی است که در سال‌های اخیر مطالعات بسیاری در زمینه توسعه استفاده از وسایل نقلیه گاز سوز توسط سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف در آن به انجام رسیده‌است. ارزیابی سیستم سوخت رسانی CNG عنوان مطالعه‌ای است که از سوی کمسیون انرژی کالیفرنیا در اکتبر ۱۹۹۹ انجام شده است.

هدف از این مطالعه که برای ارائه به اداره فناوری حمل و نقل و سوخت کمسیون انرژی کالیفرنیا و اداره پیشبرد فناوری واحد مدیریت کیفیت هوای محدوده جنوبی این ایالت به اجرا درآمده است. این پژوهش که برمبنای نظرخواهی از کاربران ایستگاه‌های CNG و متصدیان اداره این ایستگاه‌ها انجام شده است، موانع اصلی موجود بر سر راه توسعه زیرساخت‌های مربوط به CNG و گزینه‌هایی را که دولت فدرال می‌تواند برای بهینه‌سازی شرایط و رفع مشکلات موجود مورد توجه قرار دهد، بررسی کرده است (Soofi, et.al, 2007: 17).

مطالعاتی نیز در زمینه مکان‌یابی جایگاه‌های CNG با مدل‌ها و روش‌های گوناگونی در جهان و ایران صورت گرفته است. از جمله: نصیری و چهرقانی (۱۳۸۹)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل پراکندگی فضایی و جستجوی عوامل موثر بر مکانیابی بهینه جایگاه‌های سوخت CNG شهر قم با رویکرد GISو، از توابع تحلیلی GIS برای یافتن مکان بهینه جهت احداث جایگاه CNG شهر قم استفاده نموده است.

داهی‌فر (۱۳۹۰)، در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت (مطالعه موردی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران)و، با در نظر گرفتن تعداد، توزیع و پراکندگی فعلی جایگاه‌های سوخت‌گیری در سطح مناطق ۲۲گانه 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 سوخت گیری از اولویت بیش‌تری برخوردارند.

خیام‌پور (۱۳۹۰)، در پژوهشی با عنوان «بررسی و تحلیل مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG در شهر مشهد (مدل AHP)و، 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 جایگاه‌هایی هستند که طبق استانداردهای جهانی باید وجود داشته باشند.

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

## روش تحقیق

این پژوهش در دو بخش توصیفی- تحلیلی صورت گرفته است. در بخش توصیفی با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای- اسنادی به منظور ساماندهی فضایی جایگاه‌های سوخت CNG منطقه هفت مشهد، معیارهای مناسب با هدف تحقیق انتخاب و سپس داده‌های توصیفی

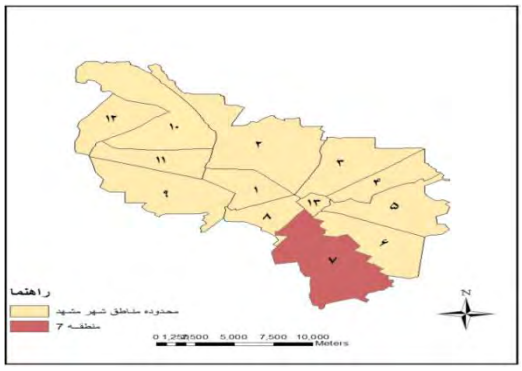
جمع‌آوری گردیده است.

در بخش تحلیلی با استفاده از تکنیک‌های منطق فازی، فازی سازی لایه‌های رقومی انجام گرفت و سپس با استفاده از عملگر فازی گاما در نرم‌افزار ARC GIS تلفیق لایه‌های مورد نظر جهت ساماندهی فضایی صورت گرفته است.

## منطقه مورد مطالعه

شهرداری منطقه هفت، در حال حاضر دارای ۱۹ محله و ۵ ناحیه خدماتی می‌باشد. منطقه هفت شهرداری مشهد از شمال به میدان بیت‌المقدس، خیابان شهید اسلامبولی، میدان ۱۷ شهریور، بلوار شهید شیرودی، بلوار ۲۲ بهمن و خیابان شهید مصطفی خمینی و از طرف شرق به فرودگاه بین‌المللی، عسگریه، پارک جنگلی طرق، از طرف جنوب به شهرک ابوذر، شهرک بهارستان، کوی قائم و از غرب به خیابان حافظ، میدان حافظ، بزرگراه شهید کلانتری، پایانه مسافربری، خیابان امام رضا، فلکه برق و میدان بیت المقدس محدود می‌شود. با توجه به وجود فرودگاه شهید هاشمی‌نژاد و عوارضی مشهد ـ نیشابور در این منطقه و موقعیت پایانه مسافربری، بیش از ۷۰٪ مسافرین و زائرین مستقیما از خدمات این منطقه بهره‌مند می‌شوند.

با توجه به موقعیت خاص و سرانه بالای فضای سبز منطقه، دو پارک طرق و بابا قدرت به عنوان کمپ اسکان زائرین در نظر گرفته شده است و شهرداری منطقه هفت سالانه پذیرای بیش از ۱۵۰ هزار نفر از زائرین امام هشتم (ع) را در این دو کمپ دارد. از طرفی به دلیل هم‌جواری با بارگاه ملکوتی ثامن الحجج (ع) و فرودگاه بین المللی شهید هاشمی نژاد و همچنین دارا بودن پرترددترین ورودی جاده‌ای مشهد یعنی عوارضی باغچه از مهم‌ترین مناطق زواری مشهد محسوب می‌گردد، به دلایل ذکر شده و همچنین وجود بیش‌ترین فضای‌سبز شهری از جمله بوستان طبیعی هفت حوض، بوستان جنگلی طرق، کمربند فضای سبز و نیز قابلیت‌های بالای اقامتی مانند هتل‌ها مسافرخانه‌ها، هتل آپارتمآن‌ها، کمپ‌های موقت (طرق و باب اقدرت) این منطقه را از پتانسیل بالایی در زمینه سرمایه گذاری برخوردار کرده است. با توجه به موارد ذکر شده گسترش، ایجاد و مکان‌یابی مناسب جایگاه‌های سوخت CNG برای این منطقه با توجه به این‌که منطقه هفت به‌عنوان یکی از پرترددترین مناطق ورودی شهر مشهد است به عنوان یک ضرورت مطرح می‌شود.



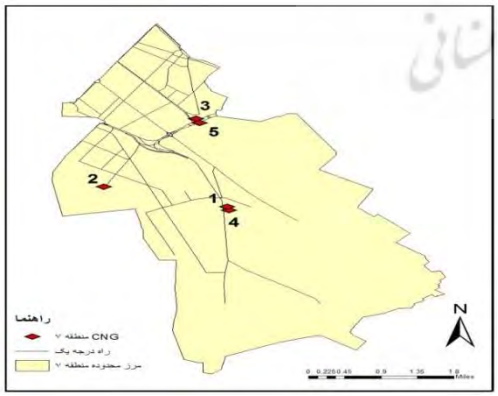

**شکل ۱.** نقشه محدوده مناطق شهری مشهد

## پراکنش فضایی جایگاه‌های سوخت CNG

در منطقه هفت شهر مشهد در مجموع چهار جایگاه سوخت CNG و یک جایگاه سوخت دو منظوره وجود دارد که در جدول۱، و توزیع آن‌ها در سطح منطقه هفت مشهد در شکل ۲، نشان داده شده است.

**جدول ۱.** جایگاه‌های سوخت CNG مستقر در منطقه ۷ شهر مشهد

| نام | آدرس |
|---|---|
| جایگاه دو منظوره طرق ( ۴ شرکتی) | جاده آسیائی، قبل از پلیس راه طرق |
| پمپ گاز سیدی | انتهای خیابان خلج، جنب توقفگاه اتوبوسرانی |
| پمپ گاز قطار شهری | انتهای خیابان فداییان اسلام، جایگاه توقف قطار شهری |
| جایگاه CNG عسگریه | بلوار جمهوری اسلامی (فرودگاه )، خیابان صابر |
| پمپ گاز چهاردهم شکاری | بزرگراه بسیج(صد متری)، جنب پایگاه هوایی چهاردهم شکاری |




**شکل ۲.** پراکنش جایگاه‌های سوخت CNG منطقه ۷مشهد

## اطلاعات و داده‌ها

### معیارهای تاثیرگذار در ساماندهی فضایی جایگاه‌های سوخت CNG

در این تحقیق معیارهای تاثیرگذار برای مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از مطالعات نظری شناسایی و انتخاب گردیده است، که معیارهای به دست آمده در جدول۲، نشان داده شده است:

**جدول۲.** معیارهای تاثیرگذار در ساماندهی فضایی جایگاه‌های سوخت CNG

| معیار | حالت سازگاری |
|---|---|
| دسترسی به معابر اصلی درجه ۱ | سازگار |
| نزدیکی به مراکز با تراکم جمعیتی بالا | سازگار |
| نزدیکی به فضای سبز | سازگار |
| نزدیکی به کاربری‌های تجاری | نیمه سازگار |
| فاصله از کاربری مسکونی | ناسازگار |
| فاصله از کاربری آموزشی | ناسازگار |
| فاصله از ایستگاه‌های موجود | ناسازگار |

### مدل فازی

در منطق فازی، میزان عضویت یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود. درجه عضویت معمولا با یک تابع عضویت بیان می‌شود که شکل تابع می‌تواند به صورت خطی، غیرخطی، پیوسته و یا ناپیوسته باشد(Bonham, 1991: 293).

در مدل‌فازی، هر یک از پیکسل‌ها در هر نقشه فاکتور مقداری بین صفر تا یک اختصاص داده می‌شود که بیانگر میزان مناسب بودن محل پیکسل از دیدگاه معیار مربوطه برای هدف مورد نظر می‌باشد. پس از تشکیل نقشه‌های مربوط به هریک از معیارهای تعیین شده در جدول۲، مقادیر عضویت موجود در آن‌ها به کمک عملگرهای فازی با یکدیگر ترکیب می‌شوند. پنج عملگر فازی که می‌تواند برای تلفیق نقشه‌های فاکتور سودمند باشد، عبارتند از:

### عملگر اشتراک فازی

عملگر اشتراک فازی، به صورت رابطه ۱، تعریف می‌شود.

$$\mu Combination = MIN\,(\mu_A, \mu_B, \mu_C,\ldots) \qquad (۱)$$

در این رابطه $\mu_A$، $\mu_B$، $\mu_C$ بیانگر مقادیر عضویت فازی پیکسل‌های موجود در یک موقعیت مشخص بر روی نقشه‌های فاکتور مختلف می‌باشند.

### عملگر اجتماع فازی

این عملگر به صورت رابطه ۲، تعریف می‌گردد.

$$\mu Combination = MAX\,(\mu_A, \mu_B, \mu_C,\ldots) \qquad (۲)$$

در این رابطه $\mu_A$، $\mu_B$، $\mu_C$ مشابه رابطه ۱، می‌باشد.

### عملگر ضرب فازی

عملگر ضرب فازی به صورت رابطه ۳، تعریف می‌شود.

$$\mu Combination = \prod_{i=1}^{n} \mu_i \qquad (۳)$$

در این رابطه $\mu_i$بیانگر مقدار عضویت در نقشه فاکتور iام است. با استفاده از این عملگر مقادیر عضویت فازی در نقشه خروجی کوچک شده و به سمت صفر میل می‌کنند، بنابراین ترکیب عوامل اثر کاهشی خواهد داشت. به عبارتی عوامل هم دیگر را تضعیف می‌کنند.

### عملگر جمع فازی

این عملگر با استفاده از رابطه ۴، تعریف می‌شود.

$$\mu Combination = 1-(\prod(1-\mu_i)) \qquad (۴)$$

در این رابطه $\mu_i$ بیانگر مقدار عضویت در نقشه فاکتور iام است. با استفاده از این عملگر مقادیر عضویت فازی در نقشه خروجی بزرگ شده و به سمت یک میل می‌کنند که در نتیجه ترکیب عوامل اثر افزایشی خواهد داشت. به‌عبارت دیگر عوامل همدیگر را تقویت می‌کنند. برخلاف عملگرهای اشتراک و اجتماع فازی، در عملگرهای ضرب و جمع فازی کلیه مقادیر عضویت نقشه‌های ورودی در نقشه خروجی تاثیر می‌گذارند.

### عملگر فازی گاما

این عملگر از حاصل‌ضرب عملگرهای ضرب و جمع فازی به صورت رابطه ۵،تعریف می‌شود.

$$\mu Combination = (FuzzyAlgebricSum)^{y} \times (Fuzzy\ AlgebricProduct)^{1-y} \qquad (۵)$$

در این رابطه ۵، مقدار Y عددی بین صفر تا یک می‌باشد. انتخاب صحیح و آگاهانه Yبین صفر و یک، مقادیری را در خروجی به‌وجود آورد که نشان دهنده سازگاری قابل انعطاف میان گرایشات کاهشی ضرب فازی و گرایشات افزایشی جمع فازی می‌باشد(Beheshtifar, et.al, 2010 :286).

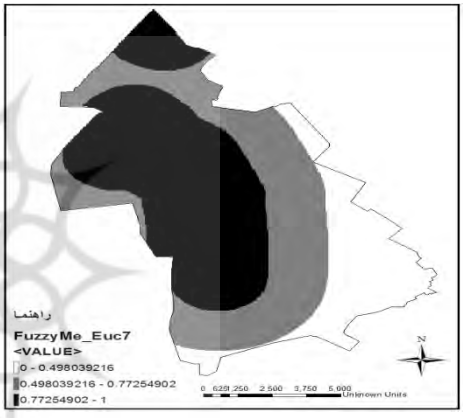
### کاربرد منطق فازی در حل مسائل مکان‌یابی

پارامترهای موجود در مکان‌یابی تا حدود زیادی ماهیت فازی دارند. مثال روشن این موضوع، فاکتورهایی می‌باشند که مربوط به

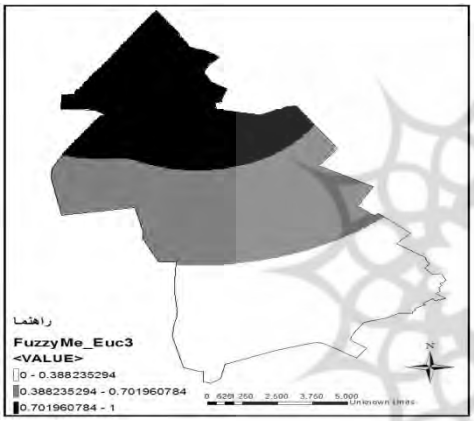
فاصله مناسب از برخی عوارض موجود هستند. برای این فاکتورها،مجموعه‌های فازی تعریف می‌شود که در آن‌ها هر پیکسل به‌عنوان عضوی از این مجموعه با توجه به فاصله‌ای که از عارضه دارد درجه عضویت متفاوتی به خود می‌گیرد. اگر تمام پارامترهای مساله به‌صورت فازی با مقادیر عضویت صحیح تعریف شوند می‌توان برای تلفیق پارامترها از عملگرهای مناسب فازی استفاده نمود. نوع عملگر مورد استفاده نیز بستگی به نحوه تاثیرپذیری فاکتورها از یکدیگر و یا اثر نهایی (افزایشی یا کاهشی) عملگر روی مجموعه پارامترها دارد (Malek, et.al, 2011).

**روش تهیه نقشه‌های فازی**

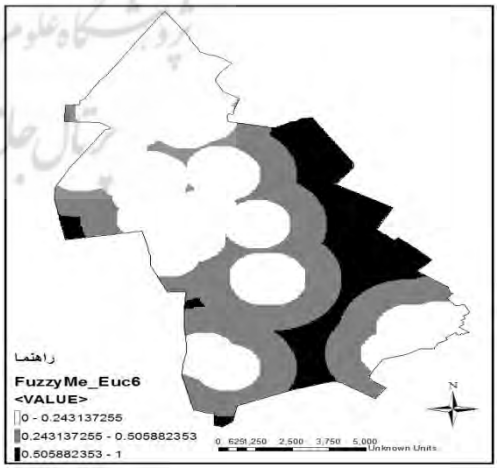
برای به دست آوردن نقشه‌های فازی از نرم افزار$_{10}$Arc GIS استفاده گردید. ابتدا برای هریک از لایه‌های موجود نقشه فاصله[6] به دست آورده شد. سپس برای فازی‌کردن این نقشه‌ها از منوی Fuzzy membership،Analyst Spatial را انتخاب و به دلیل این‌که از تغییرات فاصله برای پیداکردن مکان مناسب استفاده نماییم، نوع تابع عضویت از نوع خطی[7] انتخاب شد. لایه به دست آمده، لایه‌ای است که مقادیر لایه ورودی را به مقادیر بین صفر تا یک تبدیل کرده است. به طوری که مناطقی که دارای درجه عضویت ۱ یا نزدیک به آن را دارند نسبت به مقادیری که دارای درجه عضویت صفر یا نزدیک به صفر می‌باشند، دارای ارزش بیش‌تری هستند. برای تمام لایه‌های موجود روند زیر را ادامه می‌دهیم. لایه‌های به دست آمده به قرار زیر هستند:



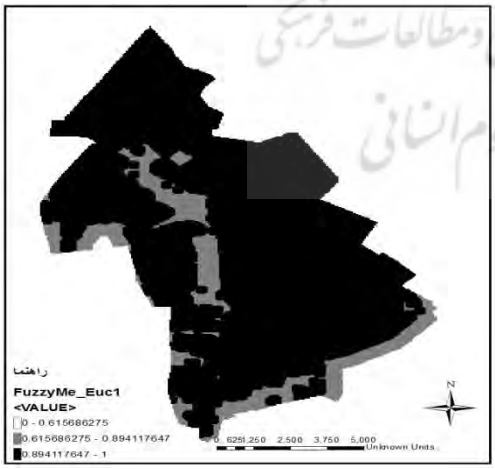

**شکل ۴ .** نقشه فازی مربوط به معیار نزدیکی به مراکز درمانی




**شکل ۳ .** نقشه فازی مربوط به معیار نزدیکی به فضای سبز

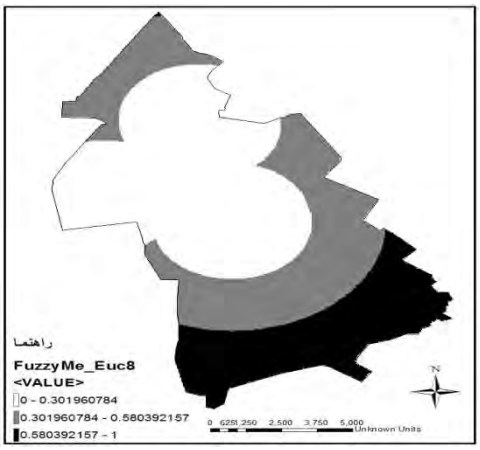



**شکل ۶ .** نقشه فازی مربوط به معیار تراکم جمعیت

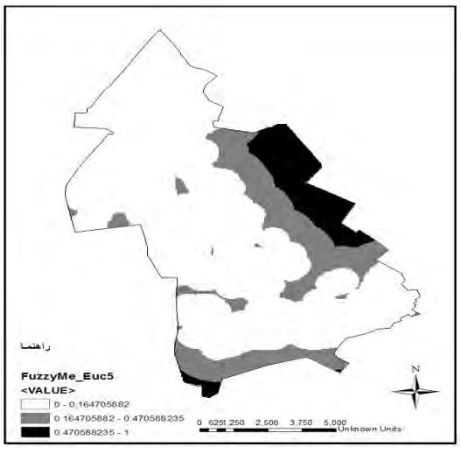



**شکل ۵ .** نقشه فازی مربوط به معیار دوری از کاربری آموزشی

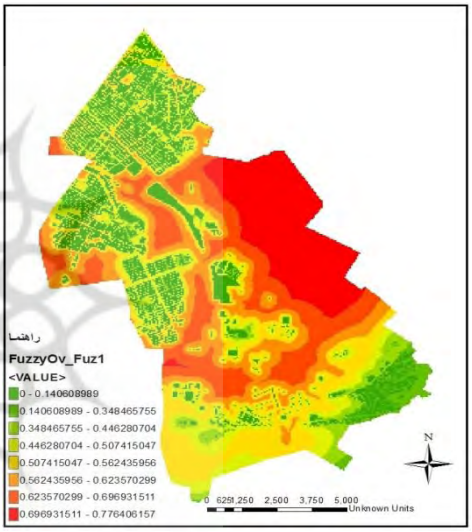
6. Distance
7. Linear



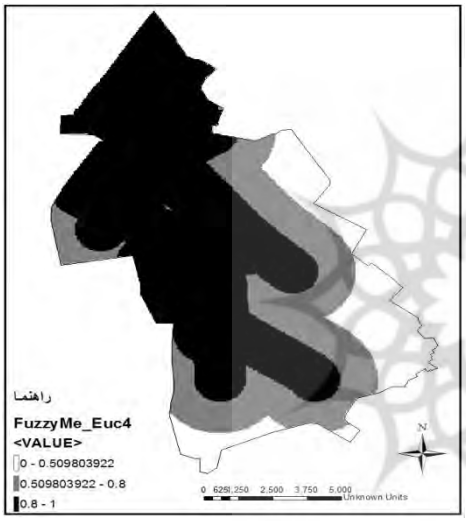

**شکل ۸.** نقشه فازی مربوط به معیار ایستگاه های CNG موجود




**شکل ۷.** نقشه فازی مربوط به معیار کاربری مسکونی




**شکل ۱۰.** نقشه نهایی از ترکیب کردن لایه ها با استفاده از عملگر فازی گاما




**شکل ۹.** نقشه فازی مربوط به معیار راه درجه یک

شکل۱۰، نقشه نهایی از ترکیب لایه‌های فوق با استفاده از عملگر فازی گاما به دست آمده است. در این نقشه پهنه‌های مشخص شده با رنگ قرمز دارای درجه عضویت بین ۰/۶۹ تا ۰/۷۷ می‌باشند. به این معنی که این مناطق بهترین مناطق جهت احداث جایگاه سوخت CNG می‌باشند. این مناطق دارای بیش‌ترین نزدیکی به مناطق مورد نظر یعنی مراکز درمانی، مراکز با تراکم جمعیتی بالا، کاربری‌ها، راه‌های درجه ۱و فضای سبز می‌باشد و در صورت ساخت جایگاه سوخت CNG در این مناطق کم‌ترین فاصله را با مناطق فوق دارند و همچنین کمترین فاصله با مناطق مسکونی و آموزشی و ایستگاه‌های CNG موجود را داراست.

البته باید در نظر داشت سایر مناطقی که دارای درجه عضویت کمتر از مقدار فوق (۰/۶۹ تا ۰/۷۷) هستند نیز در اولویت بعدی قرار دارند. بدین معنی که این مناطق ممکن است دارای کاربری از قبل تعریف شده باشند و امکان احداث جایگاه سوخت CNG در آنجا وجود نداشته باشد. به همین علت باید از سایر مناطقی که دارای درجه عضویت کمتری می‌باشند نیز استفاده نمود.

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر تعیین پهنه‌های مناسب جهت ساماندهی پراکنش فضایی جایگاه‌های سوخت CNG در منطقه ۷ شهرمشهد بوده است، که با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی عملگرهای فازی و تحلیل‌های فضایی GIS صورت گرفته است.

براساس مطالعات و نتایج به دست آمده از این تحقیق، جایگاه‌های مورد مطالعه از لحاظ معیارها و ضوابط شهرسازی تقریبا در وضع مطلوبی می‌باشند و لیکن با توجه به کمبود جایگاه‌های سوخت CNG در منطقه مورد مطالعه احداث چند

جایگاه جدید به عنوان یک ضرورت مطرح می‌شود. قابل ذکر است که محدوده جنوبی و جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه فاقد جایگاه سوخت CNG است. لذا جهت احداث جایگاه‌های جدید می‌بایست این مناطق را در اولویت قرار داد.

در این تحقیق جهت تعیین پهنه‌های مناسب عواملی مانند دسترسی به راه‌های درجه۱، نزدیکی به مراکز با تراکم جمعیتی بالا و ... مدنظر قرار گرفت. و پس از فازی سازی لایه‌های رقومی و تلفیق نقشه ها، پهنه‌های مناسب جهت احداث جایگاه‌های سوخت CNG در شکل۵، نشان داده شد. به‌نظر می‌رسد که بتوان مکان‌های به دست آمده در این تحقیق را به عنوان انتخاب اولیه برای احداث جایگاه‌های جدید مورد استفاده قرار داد.

## REFERENCES


1. Abdi, A., Jahanshiri, H., Alavi, M. (2012), *Built CNG Fuel Stations Using Geographic Information System GIS and multi-criteria evaluation method of AHP Case Study: Rasht*, Ninth International, Congress on Civil Engineering, Isfahan University of Technology.
2. Behbahani, H., Eghbali, M., Fakehi, A.H. (2007), *Model in order to locate optimal sites for construction of fueling stations in Tehran*, 7th Transportation and Traffic Engineering Conference of Iran, Tehran.
3. Beheshtifar, Sarah, Mesgari, M.S, Vedanzoj, MJ, Karimi, M. (2010), *The use of fuzzy logic in GIS environment to locate gas stations*, civil engineering and surveying magazine, Volume 44, No.4:583-595.
4. Bonham, Carter, G.F. (1991), *Geographic Information System for Geoscientists: Modeling with GIS*. Pergamon, Ontario. PP. 291-300.
5. Dahifar, S. (2012), *site selection fueling stations (case study of Tehran)*, Master Thesis, Shahid Beheshti University.
6. Ghodsipoor, H. (2007), *Analytical Hierarchy Process.* Tehran, First print, published by Amir Kabir University.
7. Hemmati, A., Shrafi, H. (2005), *Compressed natural gas instead of the benefits of alternative fuels in the road transport sector*, Economic Journal, Vol.4, No.5:115-146.
8. Khayampoor, R. (2012), *Analysis of the Site Selection in the city of Mashhad CNG Fuel Station* (Model AHP), Master Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.
9. Khorasani, N., Mehrdadi, N., darvishsefat, A., Shokraie, A. (2004), *Environmental studies in order to select a suitable site for a landfill Sari*, Iranian Journal of Natural Resources, Vol.57, No.2: 1-14.
10. Malek, MR., Hemmati, F., Jahedi, N., Fardad, M. (2011), *Optimal location of fire stations sampling using network analysis, fuzzy logic and GIS*, Hmayeshe Geomatics, National Cartographic Center, Tehran.
11. Mark, Birkin, Graham, Clarck, Martin, Clarck, Alan, Wilson. (1996), *Intelligent GIS location decisions and strategic planning*, University of Michigan.
12. Nasiri, A., CHehraghani, A. (2010), *Using GIS to determine effective parameters in networks and rural infrastructures of Gas industry focusing on CNG station site selection in Qom province*, Town &

Country Planning , No. 2: 133- 164.

13. Nazariadli, S., Koohsari, MJ. (2007), *Model combining Boolean logic and analytic hierarchy (AHP) using GIS*, Shhrnegar, Vol.7, No. 40: 11-22.

14. Phillis, Y.A, Andriantiatsaholiniaina, L.A. (2001), *Sustainability: anill-defined concept and its assessment using fuzzy logic*, Ecological Economics, Vol. 37. NO. 3: 435- 456.

15. Saaty, T.L. (1980), *The Analytical Hierarchy Process*, Planning Priority, Resource Allocation, TWS Publications, USA.

16. Shirani, H. (2011), *Organize location, Tehran: Publication knowledge creating*.

17. Soofi, M., Abedi, Z., Etabi, F. (2007), *Economic feasibility of replacing CNG instead of gasoline in a taxi in Tehran*, Journal of Ecology, No.47: 43-50.

18. Soroor, R., Naderifar, M. (2006), *Analysis of the geographical distribution of the 15 regions of Tehran by using GIS*, Journal geographical perspective, No.3.

19. Ziyari, Y., Hosseinmardi, M. (2009), *Analyzing urban land use and weighting criteria for the location of CNG pump stations using AHP* (Case Study: Region 4 gas in Tehran). Journal human Geography Research Quarterly, No.1: 39-52.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی