پتانسیل سنجی سایت دفن بهداشتی پسماندهای عادی با روش تلفیقی Fuzzy- ANP در محیط GIS(مطالعه موردی: شهرستان شاهین‌دژ)

زانیار عبدی [۱*]، سلام ادهمی [۲]

۱*- دانشجوی ارشد طراحی شهری دانشگاه تبریز

۲- دانشجوی دکتری سنجش از دور و اطلاعات جغرافیایی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

* ایمیل نویسنده مسئول: zanyar.abdi1996@gmail.com

تاریخ دریافت : ۹۹/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش : ۹۹/۰۵/۱۹

چکیده

امروزه محل دفع مناسب پسماندهای جامد به یکی ازچالش‌های اساسی زیست محیطی درروند پرشتاب شهرنشینی ایران محسوب می گردد. رهاسازی پسماند درحریم جاده‌ها، کاربریهای کشاورزی موجب تخریب منظر، آلودگی زمینهای کشاورزی، آبهای سطحی وزیرزمینی می گردد. این تحقیق باهدف سنجش پتانسیل محل دفن زباله‌های عادی، معیارهای زیست محیطی رادر یافتن مکان مناسب محل دفن بکار میگیرد. محدوده مطالعاتی شهرستان شاهیندژ بوده که میزان تولیدپسماند فسادپذیر آن بالغ بر ۳۵ تن درروز است و در سال نیازمند ۱/۵ هکتار فضا بوده که درطی یک دوره ۱۵ ساله محدوده ای معادل ۲۵ هکتار اشغال می کند. برای یافتن مناطق مستعد دفن پسمانداز تلفیقFuzzy-ANP در محیطهای نرم افزاری ArcGIS وSupperDecision بهره گرفته، با لحاظ استانداردهایی نظیر شرایط زیست محیطی، زمین شناسی اعمال محدودیتهایی نظیر مناطق حفاظت شده طبیعی، منابع آبی، کشاورزی در جهت جستجو برای دستیابی به بهترین محل انجام گرفت. نتایج تحقیق دو اولویت بدست داد: اولویت اول فقط یک محل با مساحت بالای ۲۵ هکتار و اولویت دوم چهار محدوده مختلف رادربرگرفت. با اعتبارسنجی محلها با معیارهای انتخابی، سه محل شاخصهای لازم رااخذ نمودند. در نهایت با طبقه بندی مجدد محل واقع شده درشرق شهرمحمودآباد از دومورد دیگربهتر تشخیص داده شد. تلفیق Fuzzy-ANP از نوآوری تحقیق بوده که نتایج منعطفی بدست داد.

کلمات کلیدی

"پتانسیل سنجی"، "محل دفن پسماند"،" Fuzzy- ANP"،" سیستم اطلاعات جغرافیایی"، "شهرستان شاهیندژ"

Potential Measurement of sanitary landfill of solid waste by Fuzzy-ANP synthesis method in GIS (Case study: Shahindej County)

Zanyar Abdi[1, *], Salam Adhami[2]

1* . MSc student, Department of Architecture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2 . PHD Student,, Department of Environment and Natural Resoures, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Teharn, Iran

*Email Address: zanyar.abdi1996@gmail.com

Abstract

Nowadays,proper disposal of solid municipal waste is considered as one of the major environmental challenges inIran.Throw garbage near roads, agricultural land; it causes aesthetic degradation, agricultural pollution, surface and underground waters. This research uses the environmental, criteria to measure the potential of landfill sites in finding the location of disposal. The study area is Shahindej with adecomposable waste production of35tons per day.that peyear requires1.5hectares and occupies an area of25 hectares over a15year period. To find susceptible areasto landfill, recent research has combined the Fuzzy-ANP method byusing ArcGIS and SupperDecision software. In terms of standards such as environmental, geological conditions, and apply the limitations ofthe region suchas natural protected areas, water resources and agriculture to search for the best area. From the research results, two priorities were obtained: The first priority was only onesite with over25hectares square and a second priority was infour different ranges.By validating locations located with selected criteria, three locations were compatible with those criteria. Finally, with the reclassification and, the location on the eastern side of Mahmoudabad was better than the other two. The combination of fuzzylogic andANPmodel was the main innovation in this research, which resulted in a model with high flexibility and a near-realistic approach.

Keywords

"Potentiometric", "Landfill site"," ANP Fuzzy","Geographical Information System", "Shahindej County"

۱- مقدمه

توجه به محیط زیست و حفظ سلامتی انسان و کلیه موجودات کره زمین یکی از اصول اساسی در بقای زندگی و استفاده از مواهب خدادادی است که به وفور در اختیار ما قرار دارد و با توجه به موقعیّت جغرافیایی و آب و هوایی شهرهای کشور و وجود زمین های بایر فراوان در اطراف شهرها و همچنین ویژگی های خاص زباله های شهری در ایران که بیش از ۷۰ % آنها را مواد آلی تشکیل می دهد، روش های سوزاندن، کمپوست و دفن بهداشتی به صورتی که در ابتدا با اجرای سیستم های بازیافت از مبدأ تولید همراه باشد از اهمیت خاصّی برخوردار است. مشکلات و مسائل ناشی از دفع پسماند جامد در مکان های مذکور سبب شد تا در برخی از کشورهای جهان زباله دانهای روباز به سرعت جای خود را به محل های دفن بهداشتی بدهند(مجلسی،۱۳۸۸). البته در این میان انتخاب یک محل دفن مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است. مدلها و روشهای متعددی در انتخاب محل مناسب مدفن کاربرد دارند که هر کدام به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردار می باشند. هدف نهایی این مدلها یافتن مناسبترین محلی است که کمترین اثرات سوء زیست محیطی را به محیط طبیعی اطراف منطقه دفن داشته باشد. شهرستان شاهین دژ با جمعیت بالغ بر ۹۲۴۵۶ نفر(آمار نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵)، دفع پسماند به شکلی ناقص و بدون رعایت موازین علمی صورت می گیرد و محل دفع نه بر پایه معیارهای زیست محیطی بلکه صرفا امری سلیقه ای و در مکانهای مختلف که حدود ۱۰ محل بوده شده است. این مکانها دارای مشکلات زیست محیطی بوده و موجب بروز معضلات فراوان برای ساکنین مناطق شهری و روستایی شده اند. از جمله آنها بروز مشکلات اجتماعی، پخش بیماریهای واگیردار، آلودگی آبهای سطحی و سفره های زیر زمینی، پخش بوی نامطبوع در مناطق مسکونی و... نام برد. تحقیق حاضر سعی دارد با تکیه بر تکنیک های مکانیابی، محل های مناسبی را برای دفع مواد زاید در سطح شهرستان انتخاب کند تا مناطق شهری و روستایی از آن استفاده کرده و مشکلات موجود را حل نماید. مقاله حاضر هدف عمده زیر را دنبال می کند:

- پتانسیل سنجی محل دفن پسماندهای عادی مناطق شهری و روستایی بصورت منطقه ای(شهرستانی).

که صحت سنجی مکانهای انتخابی از طریق بررسی عوامل انتخابی و تصمیم در مورد بهترین مکان صورت می گیرد.

۲- ضرورت و اهداف

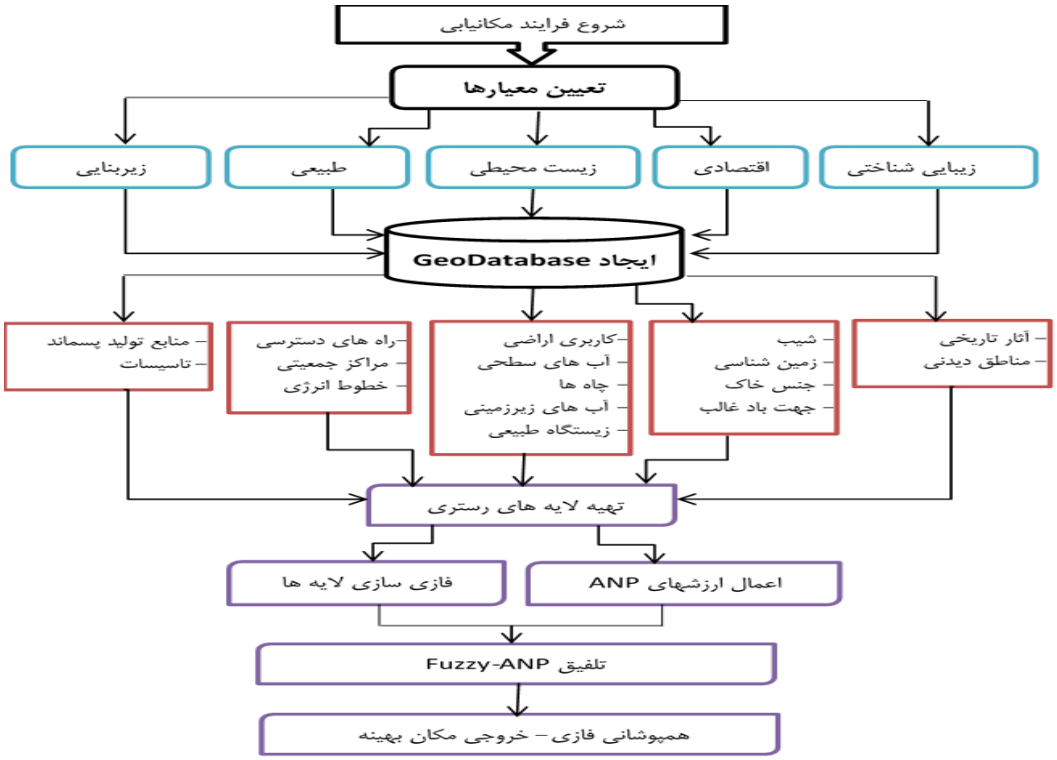
پسماند جزء جدایی ناپذیر زندگی بشر است. افزایش بی رویه استفاده از مواد تجزیه ناپذیر و سایر مصنوعات زندگی ماشینی یکی از مهمترین دغدغه های فکری مدیریت محیط زیست از جهت دفع پسماند ایجاد کرده است. مکان یابی محل دفن پسماند در مقیاس منطقه ای(شهرستانی) به دلیل تاثیر بر روی اقتصاد، اکولوژی و سلامت محیط زیست، یکی از مهمترین مسائل در برنامه ریزی شهری می باشد (Sener et al. 2006). از همین رو مدیریت صحیح و دفع اصولی پسمان دها، اصلی ترین نگرانی در جهان، بخصوص در کشورهای توسعه یافته می باشد(Kontos et al, 2005). درحال حاضر روش های متفاوتی برای مدیریت محیط زیست مانند دفن پسماند، تصفیه دمایی، تصفیه بیولوژیکی و سوزاندن وجود دارد (Monavari, 2002). دفن بهداشتی پسماند در حال حاضر رایج ترین روش در بسیاری از کشو رها و از جمله ایران است(Nas et al,2010). با این وجود مهمترین نگرانی در روش فوق، انتخاب مناسب ترین مکان جهت دفن پسماند می باشد(Kuo,2002). فرآیند مکان یابی به دلیل دخیل بودن معیارهای متعدد پیچیده، مشکل و خسته کننده می باشد (Sener et al. 2006). فاکتورهای متعددی در مکانیابی مورد استفاده قرار می گیرند. در این راستا آگاهی از معیارهای انتخاب یک محل دفن ضروری است. این معیارها عبارتند از: بهداشت عمومی و سلامتی، سطح زمین مورد نیاز، توپوگرافی منطقه، هیدرولوژی، زمین شناسی، قابلیت دسترسی به مواد پوششی، مجاورت با مناطق مسکونی و صنعتی، فاصله محل جمع آوری تا محل دفن، نزدیکی به محل جاده ها و راه های اصلی، معیارهای اقتصادی، زیبایی و پذیرش از سوی مردم، شرایط اقلیمی منطقه، استفاده کنونی و آتی از زمین(مجلسی ,۱۳۸۸). هر یک از معیارها براساس یکی از زمینه های علمی بنا شده اند به گونه ای که مطالعات مکانیابی هویت چند بعدی و ساختار میان رشته ای یافته است. سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information Systems) به دلیل توانایی مدیریت حجم عظیمی از داده های مکانی– توصیفی با منابع متفاوت، در این خصوص بسیار مناسب می باشد(Choiy et al, 2000). به منظور یافتن بهترین مکان برای دفن پسماند، سیستم اطلاعات جغرافیایی می تواند توام با منطق فازی و تحلیل شبکه ای مورد استفاده قرار گیرد و ابزار قدرتمندی را برای حل و تصمیم گیری ارائه دهد. منطق فازی در پتانسیل سنجی و مکانیابی تسیسات مختلف استفاده می شود. عموما برای بهره گیری صحیح از نظرات کارشناسی، ابتدا از متغیرهای زبانی استفاده می کند. زیرا غالبان مقایسات محیطی با استفاده از متغیرهای کیفی یا زبانی بیان می شود. پردازش متغیرهای کیفی از طریق محاسبات معمول بنوده و از طرفی نتایج مدلهای امروزی همیشه از نوعی عدم قطعیت برخوردار است(آل شیخ، ۱۳۹۶). از اینرو برای انتقال از فضای کیفی به فضای کمی از اعداد فازی مثلثی یا ذوزه نقه ای استفاده می شود(Tian et al,2013). همچنینANP می تواند به بهبود فرایند تصمیم گیری کمک کند. ساختار شبکه ای که درANP شکل می گیرد تمامی اعضای تیم ارزیابی را قادر می سازد تا بطور سیستماتیک معیارها و زیر معیارها را مشاهده و اولویت ها را تعیین کنند(tam,2015). فرایند تحلیل(ANP) یکی از روشهای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است که به منظور تصمیم گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه های متعدد، با توجه به شاخص هایی که تصمیم گیرنده تعیین می کند به کار می رود (مهرگان,۱۳۸۳). روش ANP از پیچیدگی نسبتا بیشتری نسبت به مدل AHP برخوردار می باشد. این روش در سه مرحله انجام می گـردد: الف) تهیه ماتریس مقایسه در بصورت دو خوشه گزینه ها و معیارها. ب) محاسـبه وزن خوشه ها و عناصر. ج) تخمین نسبت توافق. روشهای متعددی از جمله تحلیل سلسله مراتبی، FAHP، تاپسیس، فازی، تاپسیس فازی در مکانیابی تاسیسات مختلف و مباحث متنوع از جمله مکانیابی کاربریهای با کارکرد فراشهری استفاده شده است(Kaya et al, 2011). هوشنگی و آل شیخ (۱۳۹۶) از روش تاپسیس فازی و فازی سوگنو جهت پتانسیل سنجی احداث ایستگاه های انرژی خورشیدی استفاده و با رویکرد مقایسه ای، دو روش را تحلیل نموده اند. رامشت و همکاران(۱۳۹۲) با استفاده از مدلAHP و تکنیک GIS به مکانیابی محل دفن پسماند کوهدشت پرداخته و مبنای کاری خود را صرفا سلسله مراتبی جهت اولویت بندی معیارها بکار گرفته و نهایتا با روش همپوشانی باینری مناطق مستعد دفن پسماند را در سطح شهرستان تعیین نمودند. رحیمی

و برنا(۱۳۹۵) در تحقیقی مشابه از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک های GIS در مکانیابی صنایع سنگین استفاده نمودند. آنها در این تحقیق ابتدا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنایع را در چهار پهنه طبقه بندی می کنند. سپس معیارهای استقرار صنایع را با روش تحلیل سلسله مراتبی اولویت بندی کرده و نهایتا با تلفیق آنها در محیط GIS مکانهای بهینه صنایع مختلف را مشخص می نمایند.

۳- مواد و روش ها

تحقیق اخیر ابتدا با شناسایی و اولویت بندی پارامترهای موثر در مکانیابی محل دفن پسماند عادی شروع شد. سپس داده ها و اطلاعات مکانی – توصیفی موثر در تحقیق انتخاب و جمع آوری شده و یک پایگاه داده از آنها ایجاد گردید. در ادامه معیارها و پارامترهای موثر در طبقات مختلف براساس نوع اولویت قرار داده شد. داده ها در دو بخش ANP و فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نهایتا لایه های فازی شده با ارزشهای متناظر ANP آنها تلفیق می گردد. در مرحله آخر با اعمال همپوشانی فازی مناطق مستعد محل دفن پسماند مشخص می گردد. شکل (۱) مراحل اجرای تحقیق را نشان می دهد.

شکل ۱- فلودیاگرام مراحل انجام تحقیق



- **معیارها**

بررسی منابع علمی و مستند در انتخاب محل دفع پسماندهای عادی، کلیه معیارهای زیست محیطی، زمین شناسی، هیدرولوژی، توپوگرافی، فیزیوگرافی، اقلیمی، خاکشناسی، حریم خطوط انتقال مواد نفتی، آب و نیرو، راههای دسترسی، مناطق جمعیتی و ... را مورد توجه قرار داده است. براساس قوانین حاکم بر کشور، معیارها و محدودیتهای آنها توسط سازمان محیط زیست کشور استاندارد استخراج شده است که در جدول شماره یک بیان می گردد:

جدول ۱- معیارها و محدودیت های سایت دفع پسماند

معیار	محدودیت	منبع
رودخانه ها و مسیلهای فصلی و دائمی، سد ها، برکه ها و سازه های هیدرولیکی	حداقل یک کیلومتر فاصله	IEPO [۱]
چاه و چشمه	حداقل ۴۰۰متر فاصله	IEPO
عمق آب زیر زمینی	حداقل ۵ متر	IEPO
سنگ بستر	نباید درشت دانه و متخلخل، مخروطه افکنه، دارای پی سنگ آهکی و دولومیتی کارستی، سنگهای انحلال پذیر و گنبدهای نمکی باشد.	IEPO
گسل های فعال و لرزه خیز	حداقل ۲۰۰ متر فاصله	IEPO
باد غالب	در جهت مناطق جمعیتی نباشد	IEPO
مناطق حفاظتی	– خارج ازمناطق حفاظتی محیط زیست و گردشگری – حداقل سه کیلومتر فاصله با مراکز تاریخی و باستانی	IEPO

۱- سازمان حفاظت محیط زیست ایران

دسترسی	– حداقل ۳۰۰ متر فاصله با بزرگراه و جاده ای اصلی – عرض جاده دسترسی حداقل ۵ متر – تمامی فصول سال قابل استفاده باشد. – بیش از 1500 کیلومتر فاصله با جاده مقرون بصرفه نیست	IEPO
محدوده های جمعیتی	حداقل یک کیلومتر فاصله با مناطق موجود با توسعه آتی مسکونی، بیمارستانی، آموزشی، زیارتی، تجارتی و صنعتی	IEPO
خطوط انرژی	حداقل ۵۰۰ متر فاصله از خطوط انتقال نیرو، نفت و گاز	IEPO
خاک	نباید ماسه ای و درشت دانه بوده و ضخامت آن کم باشد.	IEPO
کاربری زمین سازگار	مراتع، اراضی فرسایشی و زراعت دیم	JHS[۲]
فرودگاه	بین المللی بیش از ۸ کیلومتر، محلی بیش از ۳ کیلومتر	IEPO

شرایط و ضوابط فوق نوعی مکان ایده آل را پیشنهاد می کند که در عمل رعایت کلیه موارد فوق بسیار نادر و ناشدنی است از اینرو جهت حصول نتایج بهینه از روشهای منطق فازی و فرایند تحلیل شبکه ای بهره گرفته می شود. داده های مورد نیاز مطابق معیارهای فوق از منابع مختلف مطابق جدول دو جمع آوری شد. باتوجه به وسعت منطقه مورد مطالعه با سیستم تصویر UTM Zone 38S بصورت Geodatabase در محیط ArcGIS در آمد. با توجه به همسان نبودن مقیاس داده ها، لایه های مورد نیاز برحسب نقشه های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ مجدد ژئورفرنس شده و به لحاظ مقیاس همسان سازی گردیدند. سپس تحلیل های مکانی اولیه برروی لایه انجام گرفت: بعنوان نمونه نقشه های فاصله از چاه ها، آبراه های اصلی و فرعی، مناطق مسکونی و ... استخراج گردید.

جدول ۲- داده های مکانی مورد استفاده در تحقیق

نوع لایه	مقیاس	منبع
منحنی ارتفاعی	۱:۲۵۰۰۰	Azgharbi.Mporg[۳]
زمین شناسی، گسلها	۱:۱۰۰۰۰۰	Azgharbi.Mporg
کاربری اراضی	۱:۵۰۰۰۰	MAJ[۴]
جمعیتی(شهر،روستا،سایر)، خطوط انرژی	۱:۲۰۰۰۰	Azgharbi.Mporg
تقسیمات سیاسی	۱:۲۰۰۰۰	Azgharbi.Mporg
آبراهه، چاه، چشمه، سازه های آبی	۱:۲۵۰۰۰	AGRW[۵]
مناطق حفاظت شده	۱:۲۵۰۰۰	Azgharbi.Mporg

- **فرآیند تحلیل شبکه ای**

بسیاری از مسائل تصمیم گیری را نمی توان به صورت سلسله مراتبی، ساختاردهی نمود زیرا در این مسائل، عناصر و سطوح تصمیم دارای روابط متقابل و وابستگی می باشد. ساعتی برای رفع این مشکل روش فرآیند تحلیل شبکه ای را معرفی نمود(Chung et al, 2005). در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطر قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی توان از روش AHP[۶] استفاده کرد. تکنیک ANP[3] شکل پیچیده تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می دهد و تعاملات و بازخوردهای میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می گیرد. فرآیند تحلیل شبکه ای، سلسله مراتب را با شبکه هایی با روابط میان سطوح جایگزین می نماید(Meade and et al,1998). روش تحلیل شبکه به تصمیم گیرنده اجازه ساخت یک شبکه به جای سلسله مراتب را می دهد. این امر امکان بررسی ارتباط داخلی بین عناصر را نیز ممکن می سازد. تعیین روابط موجود در ساختار شبکه ای یا تعیین درجه وابستگی های متقابل بین معیارها و گزینه ها، مهمترین کار روش تحلیل شبکه است. ارتباط و وابستگی می توانند به شکل ارتباط سطوح مختلف شبکه به صورت خارجی یا داخلی باشد. اهمیت نسبی هر عضو از مجموعه در سطر مربوط به خود مشابه روش تحلیل سلسله مراتبی به کمک مجموعه ای از مقایسه های زوجی انجام می پذیرد. در مدل ANP اندازه گیری مقادیر اهمیت نسبی به مانندAHP با مقایسات زوجی و به کمک طیف ۵ تا ۶ انجام می شود. عدد ۵ نشاندهنده اهمیت یکسان بین دو عامل و عدد ۶ نشان دهنده اهمیت بیشتر یک عامل نسبت به عامل دیگر می باشد. در رابطه aij, aij=1/aij نشان دهنده اهمیت معیار iام در مقایسه با معیار j ام می باشد(امیری و کریم پور، ۱۳۹۵). از دیدگاه کلی ANP شامل دو مرحله است: ۱- تشکیل یا ساخت شبکه؛ ۲- محاسبه اولویت های عوامل. به منظور تشکیل ساختار مسأله، تمامی تعاملات بین عوامل

۲- مجله علمی- پژوهشی سلامت ایرانیان
۳- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان آذربایجان غربی
۴- وزارت جهادکشاورزی- اداره کل جهادکشاورزی استان آذربایجان غربی
۵- وزارت نیرو- شرکت سهامی آب منطقه استان آذربایجان غربی

۲ – Analytical Hierarchy Process
۳ - Analytical Network Process

باید مورد توجه قرار بگیرد. زمانی که عامل Y وابسته به عامل X باشد، این رابطه به صورت فلشی از X به Y نشان داده می شود. تمامی این روابط و همبستگیها به واسطه مقایسات زوجی و روشی موسوم به ابرماتریس ارزشیابی می شود که از بردارهای اولویت به دست می آید(Saaty , 2006). ابرماتریس مذکور به منظور کاهش حجم محاسبات لازم جهت ایجاد تعیین اولویتهای کلی ایجاد می گردد. برای تعیین اهمیت هریک از لایه ها و طبقه بندی آنها با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه ای، از طریق پرسشنامه ای بین کارشناسان امر از جوامع اجرایی(شهرداریها)، نظارتی(اداره کل محیط زیست، استانداری) و دانشگاهی اقدام شد و از یکصد پرسشنامه توزیعی ۹۴ مورد تکمیل و استحصال شد. نهایتا جداول استخراجی به شرح جدول یک درآمد:

جدول ۳- نتایج نظرسنجی کارشناسان در امتیازدهی پارامترهای دخیل- ماخذ نتایج پرسشنامه ای

معیارها	فرودگاه	خطوط انرژی	گسل	جنس زمین	آب زیر زمینی	جمعیت	رودخانه	جاده	شیب	جنس خاک	توریسم، زیست محیطی
فرودگاه	۱	۴	۹	۵	۳	۱	۱	۶	۷	۳	۹
خطوط انرژی	۴	۱	۹	۳	۲	۱	۱	۵	۷	۳	۹
گسل	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۵
جنس زمین	۵	۵	۷	۱	۳	۱	۳	۴	۹	۱	۹
آب زیرزمینی	۷	۵	۹	۵	۱	۳	۱	۴	۹	۱	۸
جمعیت	۸	۷	۹	۷	۵	۱	۵	۶	۹	۷	۹
رودخانه	۷	۷	۹	۳	۱	۳	۱	۵	۹	۳	۹
جاده	۴	۷	۷	۳	۱	۱	۳	۱	۷	۳	۷
شیب	۳	۳	۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۵
جنس خاک	۵	۷	۹	۳	۳	۲	۳	۵	۹	۱	۹
توریسم زیست محیطی	۲	۳	۵	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۱

- **منطق فازی[1]**

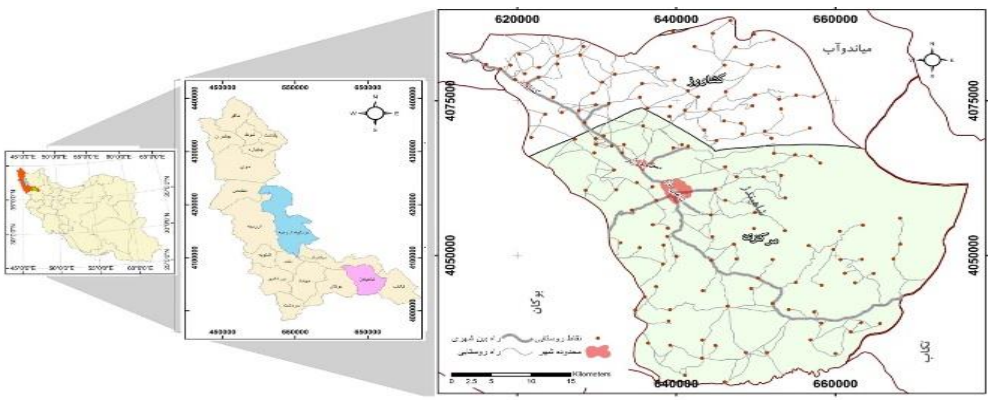
پیچیدگی دنیای واقعی مانع از توصیف و تعریف دقیق آن می شود، لذا توصیف تقریبی یا همان فازی که برای تجزیه و تحلیل قابل قبول باشد اهمیت پیدا می کند. سیستم های فازی مبتنی بر دانش و قواعد هستند. قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش بوده که از قواعد اگر-آنگاه فازی تشکیل شده است. یک قاعده اگر- آنگاه فازی یک عبارت اگر- آنگاه بوده که بعضی کلمات آن بوسیله توابع تعلق پیوسته مشخص شده اند(هوشنگی و آل شیخ، ۱۳۹۴). از مزایای این روش می توان به درنظر گرفتن جوابهای خوب و بد بصورت همزمان و اجرای ساده آن بر روی فایلهای رستری اشاره کرد. این روش از متوسط وزنی نتایج جهت غیرفازی سازی استفاده می کند(Kaur, 2012). در این تحقیق ارزش های خصوصیات هر یک از پارامترها با استفاده از توابع عضویت خطی و غیرخطی فازی به مقادیر استاندارد تبدیل شد. بر طبق روشهای مختلف تفهیم نفوذتاثیر هر شاخص بر روی محوده مطالعاتی، چهار تابع عضویت جهت استانداردسازی دامنه های واقعی هر لایه اطلاعاتی از صفر تا یک بکار رفت. مقادیر عضویت نزدیک به یک بیانگر "مناسب بودن" بوده، درحالیکه مقادیر نزدیک به صفر عکس آن را نشان می دهد.

٤- یافته های تحقیق

- **معرفی منطقه مورد مطالعه:**

شهرستان شاهیندژ با مساحت۲۱۲۸,۵ کیلومتر مربع دارای سه شهر شاهیندژ با جمعیت 43131، محمودآباد با جمعیت 6866 نفر و کشاورز با جمعیت 4138 نفر و ۱۴۷ روستا با جمعیت 38321 نفر مجموعا 92456 نفر می باشد(درگاه آمار ایران- سرشماری آمار نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵). این شهرستان در جنوب شرقی استان آذربایجان غربی و همجوار با شهرستانهای بوکان، تکاب و میاندوآب به ترتیب از جهات غرب، شرق و شمال بوده و از سمت جنوب با استان کردستان همجوار است. شکل دو موقعیت آن را نشان داده است.

شکل ۲- نقشه منطقه مورد مطالعه[2]



مطابق طرح جامع مدیریت پسماند شهرستان شاهیندژ میانگین میزان پسماند روزانه در سال ۱۳۹۶ برابر ۵۷،۷۳۵ کیلوگرم است که از این مقدار ۶۱ درصد پسماندهای دفنی(فسادپذیر و غیرقابل بازیافت) است که برابر ۳۵۲۱۹ کیلوگرم در روز است. مجموع پسماندهای تولیدی سالانه 12854.7 تن و مجموع تناژ پانزده ساله برابر 192820.5 است. مطابق طرح مذکور، میزان مساحت مورد نیاز جهت دفن در طول پانزده سال با رعایت ضوابط زیست محیطی حداقل برابر ۲۵ هکتار می باشد.

مدل ANP:

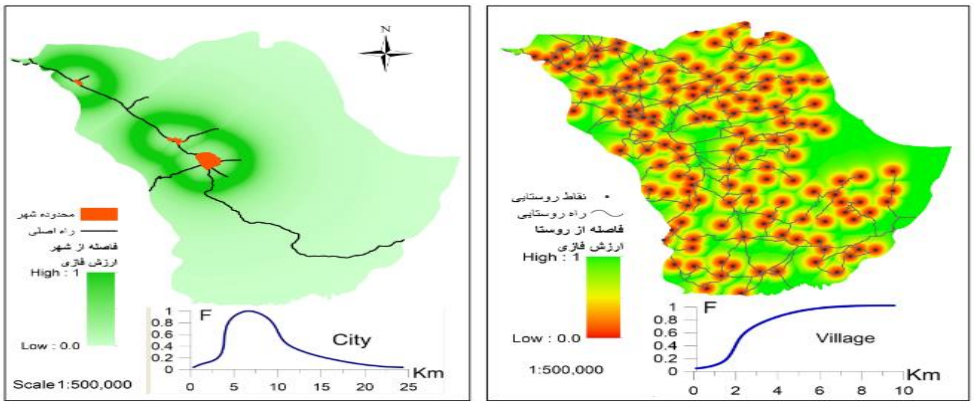
مدل ANP در محیط نرم افزار Superdecision طراحی و ارزشگذاریهای لازم صورت پذیرفت. اولویت بندیها مطابق پرسشنامه های تکمیلی در دو سطح آلترنتیوها(درون لایه ای) و معیارها(بین خوشه ای یا لایه ای) انجام گرفت. ارزشهای هر کاربری در لایه کاربری اراضی مطابق مدل ANP (درون لایه ای) به شرح جدول چهار استخراج شد :

جدول ٤- ارزش گذاری کاربریهای مختلف در سطح شهرستان شاهیندژ- ماخذ نتایج حاصل از تحلیل در محیط Superdecision

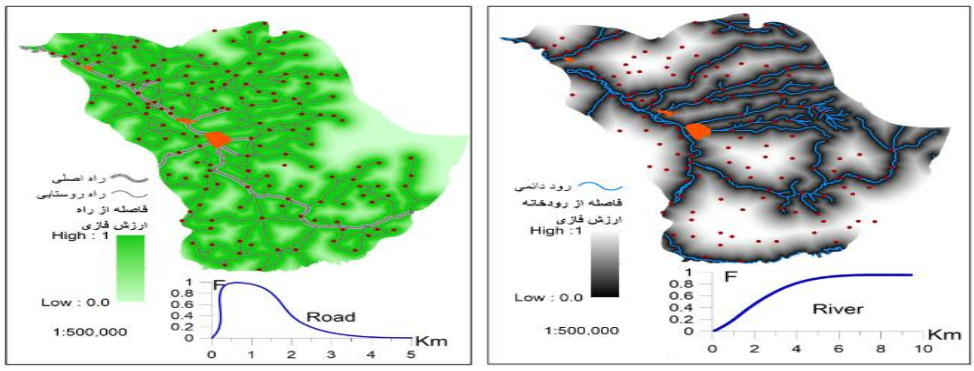
Name	Ideals	Normals	Raw	توضیحات
Pasture deg.3	1	0.29301	0.146507	مرتع درجه سه
Pasture deg.2	0.92053	0.21362	0.10681	مرتع درجه دو
Erosion land	0.839404	0.16862	0.084312	اراضی فرسایشی
Pasture deg.1	0.735927	0.11693	0.058463	مرتع درجه یک
Pasture & dry Agriculture	0.618378	0.08157	0.040786	ترکیب مرتع و دیم
Wet Agriculture	0.470199	0.05545	0.027727	زراعت آبی
AGRONOMY	0.352649	0.03493	0.017466	باغ و مجتمع درختی
Swampland	0.235099	0.02052	0.01026	مرداب و باتلاق
Forbiddan	0.11755	0.01534	0.007669	مناطق ممنوعه
total	5.289736	1	0.5	

- **تحلیل فازی:**

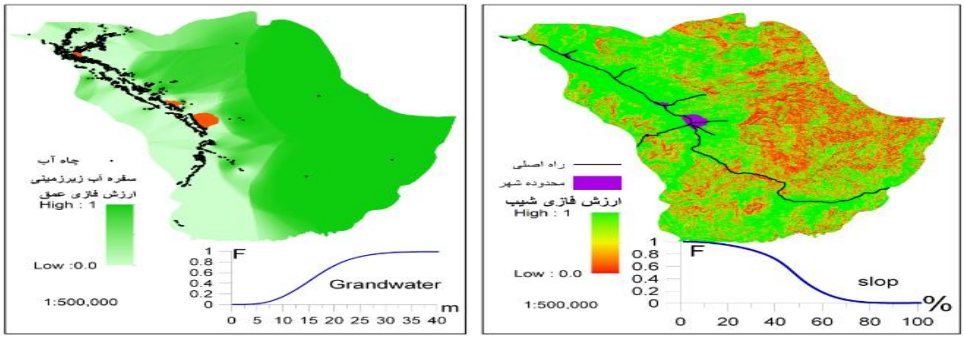
تحلیل های مکانی برروی لایه ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با کمک گرفتن از نرم افزارها ArcGIS انجام شد. که خروجی آنها بصورت فایلهای رستری float درآمد. برروی فایلهای مذکور توابع عضویت فازی اعمال شد. نتایج در شکلهای زیر آورده شده است :



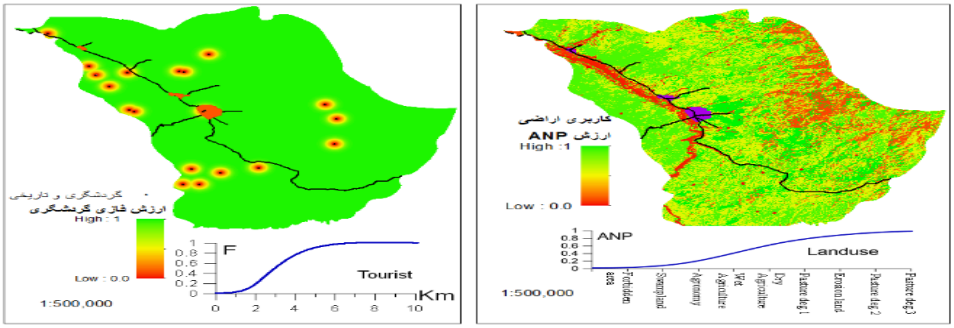
شکل ۳- فازی سازی لایه های فاصله از شهر و روستا به همراه نمودار تابع عضویت



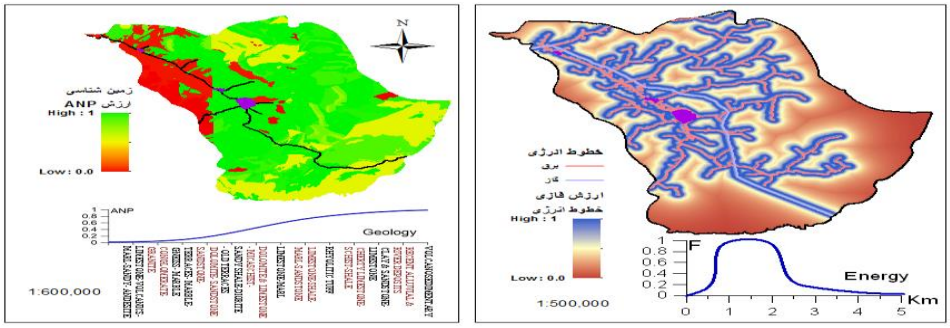
شکل ٤- فازی سازی لایه های آبهای سطحی و راه های ارتباطی به همراه نمودار تابع عضویت



شکل ۵- فازی سازی لایه های شیب و آب زیرزمینی به همراه نمودار تابع عضویت



شکل ٦- اعمال ارزش های ANP روی لایه کاربری اراضی و فازی سازی لایه محدوده های گردشگری و تاریخی



شکل ۷. اعمال ارزش های ANP روی لایه زمین شناسی و فازی سازی خطوط انرژی

در مرحله بعد وزن هر یک از لایه های شرکت کننده در مکانیابی بعنوان معیارهای تعیین کننده مطابق جدول یک در مدل ANP بصورت جدول پنج استخراج گردید:

جدول ۵- نتایج تحلیل ANP لایه ها

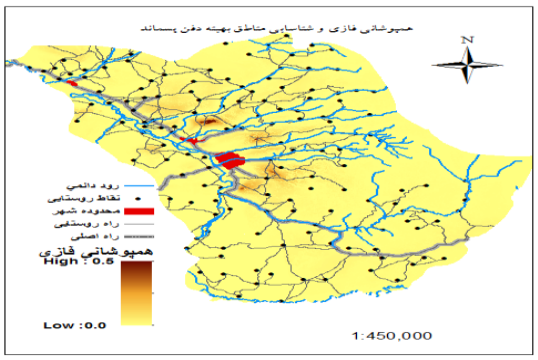
ردیف	نام	نرمال شده	محدودیت
1	فرودگاه	0.04746	0.023731
2	خطوط انرژی	0.03975	0.019873
3	گسل	0.01143	0.005713
4	زمین شناسی	0.09309	0.046546
5	آب زیرزمینی	0.15072	0.07536
6	جمعیت	0.28805	0.144024
7	رودخانه	0.1614	0.080701
8	جاده	0.06406	0.032028
9	شیب	0.01797	0.008986
10	خاک	0.10943	0.054713
11	گردشگری	0.01665	0.008325
مجموع		1	0.5

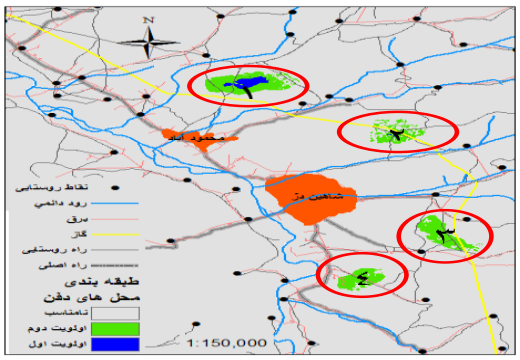
این ارزش ها بعنوان وزن نهایی بر لایه های فازی شده اعمال گردید و تلفیقی از Fuzzy-ANP حاصل شد. بعد از این مرحله از طریق تابع همپوشانی فازی Product مکانهای بهینه استخراج شد. توابع همپوشانی فازی با پیروی از قوانین حاکم برمجموعه ها، مفاهیم

اشتراک و اجتماع را از طریق توابع مختلفی محاسبه می کند. در این تحقیق به قوانین اشتراک جهت یافتن بهترین مکان نیاز است که تابع Product با اعمال سختگیرانه ترین حالت، مکانهای با نزدیکترین ارزش به شرایط ایده ال را تولید می نماید. نقشه های نهایی در شکل (۸) نشان داده شده اند.

رابطه (۱) :

FuzzyProductValue = product(arg1,..., argn)





شکل ۸- نقشه های شناسایی مناطق بهینه دفن پسماند و طبقه بندی مکانهای مناسب

۵ – نتیجه گیری :

از بین مناطق مکانیابی شده بایستی مکان یا مکانهای مناسبی جهت دفن پسماند انتخاب گردد. محلهای مناسب جهت دفن پسماند در سه کلاس نامناسب، اولویت اول و اولویت دوم شناسایی شدند. تعداد موقعیتهای یافته شده با مساحت بالای ۲۵ هکتار در اولویت اول فقط یک مورد و در اولویت دوم چهار مورد می باشند(مطابق شماره گذاری شده روی شکل ۸). برای مقایسه و اعتبار سنجی مناطق بهینه دفن پسماند، هرکدام با توجه به واقعیتهای زمینی مورد و معیارهای انتخابی در جدول چهار مورد سنجش قرار می دهیم.

جدول ٦- بررسی مقایسه ای محل های دفن مکانیابی شده

ردیف	پارامتر مقایسه	اولویت اول(۱)	اولویت دوم(۱)	اولویت دوم(۲)	اولویت دوم(۳)	اولویت دوم(۴)
۱	مرکز ثقل جمعیتی	نزدیک	نزدیک	تاحدودی نزدیک	نچندان نزدیک	نچندان نزدیک
۲	نوع دسترسی	روستایی آسفالت	روستایی آسفالت	روستایی آسفالت	روستایی آسفالت	روستایی آسفالت
۳	فاصله تا شاهیندژ	km ۱۰	km ۱۰	km ۵	km۴	km۵
۴	فاصله تا محمودآباد	km۳,۵	km۳,۵	km۷	km۱۴	km۱۵
۵	فاصله تا کشاورز	km۱۸	km۱۸	km۲۸	km۴۳	km۴۴
۶	فاصله خطوط انرژی	بسیارمناسب	مناسب	مناسب	بسیارمناسب	مناسب
۷	کاربری	مرتع درجه ۳	مخلوط مرتع و دیم	مخلوط دیم با مرتع	دیم	دیم
۸	زمین شناسی	مارن و مارن ژیپس دار، با میان لایه های ماسه سنگ	ذخایر تراسی و مخروط افکنه های کوهپایه ای جدید کم ارتفاع	ذخایر تراسی و مخروط افکنه های کوهپایه ای جدید کم ارتفاع	ذخایر تراسی و مخروط افکنه های کوهپایه ای جدید کم ارتفاع	ذخایر تراسی و مخروط افکنه های کوهپایه ای جدید کم ارتفاع
۹	خاک	خاکهای نیمه عمق تا عمیق با بافت متوسط تا سنگین رسی	خاکهای کم عمق تا نیمه عمیق با بافت متوسط تا سنگین سنگریزه دار رسی	خاکهای نیمه عمیق تا عمیق با سنگین و عموما تکامل یافته رسی– ماسه	خاکهای نیمه عمیق تا عمیق با سنگین و عموما تکامل یافته رسی– ماسه	خاکهای نیمه عمیق تا عمیق با بافت سنگین و تکامل یافته رسی– ماسه
۱۰	شیب	زیر ۴۰درصد	زیر ۴۰درصد	زیر ۴۰درصد	زیر ۴۰درصد	زیر ۴۰درصد
۱۱	رودخانه	km۲	km۱,۵	km۱	m۸۰۰	m۹۰۰
۱۲	نزدیکترین روستا	km۲,۵	km۲	km۲	km۱	km۲,۵
۱۳	سطح آب زیر زمینی	m۲۰	m۲۰	m۲۰	m۲۰	m۱۱
۱۴	آثار تاریخی	km۳	km۳	km۶	km۶	km۷
راهنما		خیلی مناسب	مناسب	تاحدودی مناسب	نامناسب	

همانطور که در جدول(۴) نشان داده شد بهترین محل جهت دفن پسماند شهری با مساحت مناسب اولویت اول می باشد. در این بین گزینه های ۳ و ۴ در اولویت دوم بدلیل دوری از مرکز ثقل جمعیتی و افزایش هزینه های حمل و همچنین نوع کاربری و جنس خاک زیاد مناسب نیستند. گزینه های ۱ و ۲ تاحدودی شرایط یکسانی دارند و استعداد دفن پسماند شهرستان را دارند. پتانسیل سنجی با رویکرد پژوهشی این تحقیق بعنوان یک نوآوری علمی در حوزه کاربردی مطرح است که انعطافپذیری و انطباق با واقعیت از مزایای اصلی آن می باشد. توسعه روشهای فازی در تحقیقات حوزه جغرافیا و علومی انسانی از روشهای زمین آماری و ریاضی بسیار قویتر عمل می کند؛ چراکه این روش با بیان عدم قطعیت کمک زیاد به تصمیم سازی و تصمیم گیری در سطوح مختلف مدیریتی می نماید.

منابع:

- امیری، حمیدرضا امیری، کریم پور،سمیه(۱۳۹۵)، "کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل فرایند تحلیل شبکه ای(ANP) در مکانیابی محل دفن مواد جامد شهری"، مجله علمی-پژوهشی محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، شماره ۴
- مجلسی،منیره ؛ دامن افشان، حجت(۱۳۸۸)، "مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری، شهرستان دزفول با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS"، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۴۳۶-۴۴۱.
- هوشنگی، نوید، آل شیخ، علی اصغر(۱۳۹۶)،"پتانسیل سنجی احداث نیروگاه های خورشیدی در ایران با روش های تاپسیس، فازی تاپسیس و فازی سوگنو"، نشریه علمی- پژهشی جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۵۹
- رامشت، محمدحسین، حاتمی فرد،رامین، موسوی،حجت(۱۳۹۲)،" مکانیابی دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS (مطالعه موردی شهرستان کوهدشت)"، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۴۴.
- Tian, J., D. Yu, B. Yu & S. Ma,(2013), "A fuzzy TOPSIS model via chisquare test for information source selection", Journal of Knowledge-Based Systems, 37
- Kaya, T. & C. Kahraman(2011) "Multicriteria decision making in energy planning using a modified fuzzy TOPSIS methodology", Journal of Expert Systems with Applications,38(6)
- Sener B, Süzen L, Doyuran V.(2006), " Landfill site selection by using geographic information systems", Journal of Environmental Geology, 49
- Kontos T, Komilis P, Halvadakis P.(2005)"Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology", Journal of Waste Management,25.
- Monavari M.(2002), "Environmental Impact Assessment of landfill". 1nd ed . Iran: Syneh Sorkh publication,67.
- Nas B, Cay T, Fatih I, et al.(2010), "Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation", Journal of Environ Monit Assess,160
- Kuo J, Chi C, Kao S.(2002), "A decision support system for selecting convenience store location through integration of Fuzzy- AHP and artificial neural network", Journal of Computers in Industry,47.
- Choiy O.(2000), "ASA and its application to multicriteria decision making". Journal of Fuzzy Sets and Systems, 114.
- Chung, S.H. lee, A. H. L. Pearn, W.(2005), "Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator", Journal of Production Economics, 96.
- Saaty L. Thomas, Vargas Luis,(2006), "Decision Making with the Analytic Network Process Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks", University of Pittsburg Springer.
- Ghobadi, Taheri,(2017), "Municipal solid waste landfill siting by using analytical hierarchy process (AHP) and a proposed karst vulnerability index in Ravansar County, west of Iran", Journal of Environ Earth Sci, 76
- Jaafarzadeh N. at al.(2014), "Municipal Solid Waste Landfill Site Selection using Analytical Hierarchy Process Method and Geographic Information System in Abadan, Iran", Iranian journal of health sciences, 2(1)