Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره سه، خرداد ماه ۹۸

مکان‌یابی نیروگاه سیکل ترکیبی با استفاده از روش Fuzzy AHP و OWA

(مطالعه موردی: استان قزوین)

سمیه علیزاده [۱]
فاطمه سادات علوی‌پور [۲]
سعید کریمی [۳*]
karimis@ut.ac.ir
جبار خالدی [۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: اثرات موقعیت مکانی نیروگاه‌ها بر جامعه، اقتصاد و محیط زیست، انتخاب مکان مناسب برای این تأسیسات را ضروری می‌سازد.

به منظور یافتن مکان مناسب جهت احداث نیروگاه سیکل ترکیبی، GIS امکان تلفیق اطلاعات مورد نیاز در مکان‌یابی را به گونه‌ای مؤثر فراهم می‌آورد. در این مقاله، ضمن شناسایی عوامل مهم در تعیین مکان مناسب برای احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، نقش و میزان تأثیرگذاری هر یک از این عوامل (فاصله از شبکه راه‌های دسترسی، ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، فاصله از نقاط زلزله خیز، فاصله از منابع آب‌های سطحی و فاصله از خطوط گسل) در مکان‌یابی مشخص گردید.

روش بررسی: در سامانه اطلاعات جغرافیایی با استفاده از توابع عضویت فازی، نقشه‌های استاندارد شده‌ی این معیارها بر اساس ماهیت و نقش این عوامل در مکان‌یابی، ایجاد شدند. جهت ترکیب معیارها ابتدا نیاز است تا این لایه‌ها بر اساس ارجحیت در وزن خود ضرب شوند که بدین منظور از روش ای اچ پی فازی استفاده گردید. در نهایت برای هم‌پوشانی و ترکیب لایه‌ها از میانگین وزنی مرتب شده استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاکی از آن است که قسمت شمال شرقی استان قزوین جهت احداث نیروگاه نامناسب بوده و بخش‌های شرقی و جنوب شرقی مناسب پیش‌بینی می‌گردند.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که در این روش ترکیب لایه‌ها، میزان ریسک تصمیم‌گیری به سه صورت در حالت ریسک زیاد، ریسک کم و حالت بینابینی نیز کنترل شد، کاربرد نتایج حاصل از این روش قابل قبول خواهد بود و تصمیم‌گیری بر اساس این روش، عدم قطعیت کم‌تری خواهد داشت و نتایج این روش می‌تواند با اطمینان بیش‌تری مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، نیروگاه سیکل ترکیبی، Fuzzy AHP، OWA، منطق فازی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲- دانشجوی دکترای تخصصی برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران .
۳- استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، تهران، ایران*(مسوول مکاتبات).
۴- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد مدیریت، برنامه‌ریزی و آموزش محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.3, May, 2019

Site selection for a combined-cycle power plant using Fuzzy AHP and OWA method (Case study: Qazvin Province)

Somayeh Alizadeh [1]
Fatemeh Sadat Alavipoor [2]
Saeed Karimi [3*]
karimis@ut.ac.ir
Jabar Khaledi[4]

Admission Date: April 17, 2016 Date Received: December 7, 2015

Abstract

Background and Objective: Considering the effects of power plants locations on society, economy and environment, it is important to choose a suitable site for this facility. In order to find a suitable location for the construction of combined-cycle power plant, GIS can effectively provide a combination of the required information for site selection. This study aims to identify the most important factors in determining the appropriate place for the construction of combined-cycle power plants. The role and influence of each factor (distance from access roads, altitude, slope of the land, distance from the earthquake-prone areas, distance from surface water resources and distance of the fault lines) are also determined.

Method: Using fuzzy membership functions, the standardized criteria maps were created in GIS based on the nature and role of these factors in the site selection. First, it was necessary to multiply these layers to their weights based on their priorities for combination of the criteria. Fuzzy AHP was used for this purpose. Finally, Ordered Weighted Averaging was used to overlay and combine the layers.

Findings: The results indicate that the northwestern part of Qazvin province is inappropriate for the intended purpose and eastern and southeast parts of the study area are forecasted.

Discussion and Conclusion: Since the risk level of making decision is controlled at high, low or intermediate in combination of the layers by this method, the application of the results of this method will be acceptable, making decisions based on this method will have less uncertainty and the results of this method can be used with more confidence.

Keywords: Cycle-combined power plan, Site selection, Fuzzy AHP, OWA, Fuzzy logic.

1- MSc. Student of Environmental Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Phd Student of Environmental Education, University of Tehran, Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, University of Tehran, Tehran, Iran *(Corresponding Authours).
4- MSc. of Environmental Management, Education and Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

۱- طرح مسأله

در هر سرزمین منابع طبیعی به عنوان عنصر اصلی رشد و توسعه آن بوده که در کنار منابع انسانی و مالی می‌تواند زیربنای توسعه اقتصادی-اجتماعی را در آن سرزمین به‌وجود آورد. بهره‌برداری ازاین منابع در صورتی مثمر ثمر واقع می‌شود که با هدف رسیدن به روند بهینه و پایداری از رشد و توسعه صورت گرفته باشد و هم‌چنین برخوردار از سطوح متناسب دانش و آگاهی به همراه به‌کارگیری فناوری و مدیریت این منابع باشد. در سال ۱۹۷۲ برگزاری کنفرانس استکهلم سوئد به عنوان شروعی برای نگرانی‌های جهان در خصوص اثرات زیست محیطی ناشی از صنعتی شدن محسوب می‌شود (۱، ۲). نکته اساسی در ترسیم کاربری‌های بهینه در قالب مراکز استقرار فعالیت یا جمعیت، انعکاس دقیق حریم‌های طبیعی (خطوط گسل، رودخانه، چاه آب و...) و انسان‌ساخت (خطوط انتقال نیرو، راه‌ها، خطوط گازرسانی و...) است، زیرا این امر به منظور کاهش مخاطرات احتمالی آینده برای زیست‌گاه‌های انسانی یا مراکز فعالیت آن‌ها باید انجام شود (۳).

۲- اهمیت و ضرورت

یک عامل اساسی در رونق اقتصادی، رفاه اجتماعی و توسعه صنعتی و کشاورزی، انرژی الکتریکی است که نقش بسیار مهمی را در زندگی امروزی ایفا می نماید. درکشور ایران به دلیل رشد جمعیت، بالا رفتن سرانه مصرف انرژی الکتریکی، توسعه بخش‌های صنعتی و کشاورزی و غیره، میزان تقاضای مصرف انرژی الکتریکی پیوسته در حال افزایش بوده است. برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز، بار شبکه در سال‌های آتی پیش بینی شد و برنامه‌ریزی‌هایی برای توسعه شبکه صورت گرفت. نیروگاه‌ها به عنوان منابع تولید انرژی الکتریکی از مهم‌ترین بخش‌های شبکه‌های انتقال و توزیع محسوب می‌شوند و توسعه این شبکه‌ها نیازمند احداث نیروگاه‌های جدید و توسعه نیروگاه‌های موجود می‌باشد (۴) یکی از مهم‌ترین بخش‌های برنامه‌ریزی توسعه شبکه‌های قدرت، برنامه‌ریزی توسعه نیروگاه‌ها می‌باشد که هدف از آن، یافتن الگوی مناسب جهت توسعه نیروگاه‌ها ست که با احداث آن‌ها ضمن تأمین انرژی مورد نیاز مصرف‌کنندگان به صورت مطمئن، کم‌ترین هزینه نیز جهت تأمین بارها به شبکه تحمیل شده و هم‌چنین شبکه نیز به بیش‌ترین میزان پایداری خود دست یافته وتلفات خطوط انتقال در کم‌ترین مقدار خود قرار داشته باشند. بر این اساس، در برنامه‌ریزی یاد شده باید مشخص شود که نیروگاه‌های جدید با چه ظرفیتی، در چه زمانی و در چه مکانی باید احداث شوند تا اهداف فوق برآورده شود. این برنامه‌ریزی معمولاً برای یک دوره زمانی ۱۰ تا ۲۰ ساله انجام می‌شود (۵). هنگامی که در یک منطقه توسعه صنعتی آغاز می‌شود، دو واکنش متقابل بروز می‌کند. اول، صنعت ایجاد شده بر روی محیط زیست تأثیر می‌گذارد (برای مثال توسعه راه‌های دسترسی، فرسایش خاک و تخریب پوشش گیاهی را به همراه دارد). دوم، محیط زیست واکنش بر روی منطقه صنعتی را از خود نشان می دهد (منطقه ممکن است در اثر طغیان منابع آب سطحی دچار سیل گردد). به همین خاطر قبل از آغاز چنین توسعه‌ای لازم است که این گونه کنش‌ها و واکنش‌ها مورد شناسایی و تجزیه و تحلیل قرار گیرند تا چاره‌جویی‌های لازم پیش بینی شود. برای رسیدن به این هدف مشخصه‌های منابع اکولوژیکی منطقه‌ای که قرار است توسعه در آن انجام گیرد باید بتواند: الف- برای وزن ساخت‌گاه، تکیه‌گاه پایدار و متعادلی فراهم نماید. ب- راه‌های دسترسی لازم، فراهم باشد. ج- توان جذب و تجزیه آلودگی‌های ناشی از توسعه صنعتی را داشته باشد (۶). نتیجه تصمیم‌گیری در بعضی موارد به حدی مهم است که بروز خطا ممکن است ضرر های جبران‌ناپذیری را بر ما تحمیل کند از این رو لازم است که روش یا روش‌های مناسبی برای انتخاب بهینه و تصمیم‌گیری صحیح طراحی شود تا تصمیم‌گیرنده بتواند به بهترین انتخاب ممکن نزدیک‌تر شود. روش‌های مختلف تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه در انواع مسایل کاربردی که هدف آن‌ها اولویت‌بندی و انتخاب از بین چند گزینه مختلف باشد، به‌کار برده می‌شوند. هر چند، اطلاعاتی که در بسیاری از

www.SID.ir

مسایل تصمیم‌گیری چندشاخصه در اختیار تصمیم گیرنده قرار می‌گیرند، به‌واسطه ماهیت مبهم مسأله، مقادیری غیردقیق، نامطمئن و احتمالی هستند (۷). یک مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه مناسب باید بتواند روابط درونی میان شاخص‌های مختلف و نیز ارجحیت هر گزینه به‌واسطه هر شاخص را به درستی نشان دهد. نکته با اهمیت در زمان استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، انتخاب روش مناسب است. زیرا روش‌های مختلفی که در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به‌کار می‌روند، هریک دارای ویژگی‌ها و محدودیت‌های مشخصی هستند و نمی‌توان از آن‌ها در تمام مسایل تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده نمود. از جمله معیارهای انتخاب روش مناسب از بین روش‌های مختلف می‌توان به تأثیر یا عدم تأثیر شاخص‌ها بر یک‌دیگر، کیفی یا کمی بودن شاخص‌ها، مثبت یا منفی بودن شاخص‌ها، دسترسی یا عدم دسترسی به وزن نسبی شاخص‌ها، نیاز یا عدم نیاز به کسب اطلاعات از تصمیم‌گیرنده در حین فرایند حل مسأله و مواردی از این قبیل اشاره نمود (۸). در میان روش هایی که مفهوم فازی را در مدل تحلیل سلسله مراتبی اعمال نموده‌اند می‌توان به روش ارایه شده توسط باکلی اشاره نمود. روش AHP[1] فازی عرضه شده توسط باکلی، شکل تعمیم یافته‌ای از روش AHP کلاسیک می باشد. در این روش برای مقایسه زوجی گزینه ها از اعداد فازی و برای به دست آوردن وزن‌ها و ارجحیت‌ها از روش میانگین گیری هندسی استفاده می گردد. چرا که این روش به سادگی به حالت فازی قابل تعمیم می‌باشد و هم‌چنین پاسخ یگان‌های ماتریس مقایسات زوجی را تعیین می‌نماید. دراین روش شخص تصمیم‌گیرنده می‌تواند مقایسات زوجی المان‌های هر سطح را در قالب اعدادفازی ذوزنقه ای بیان نماید (۹). نتایج حاصل از کاربرد روش‌های ارزیابی چند معیاره را می‌توان با استفاده از روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA[2]) بهبود بخشید. روش میانگین وزن دار مرتب شده (OWA) به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری است که قابلیت در نظر گرفتن اولویت‌ها و ارزیابی‌های ذهنی تصمیم‌گیر را دارا می‌باشد. عمل‌گر میانگین وزن‌دار مرتب شده (OWA) برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ توسط یاگر[3] پیشنهاد داده شده است (۱۰). این روش توانایی در نظر گرفتن ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی تصمیم‌گیر را در فرآیند تصمیم‌گیری دارا بوده و قادر است تصمیم نهایی را بر اساس ریسک‌پذیری /ریسک‌گریزی تصمیم‌گیر اتخاذ نماید. در یک مسأله تصمیم‌گیری، افراد ریسک‌پذیر بر روی خواص خوب یک گزینه و افراد ریسک گریز بر روی خواص بد یک گزینه تأکید می‌کنند و آن را ملاک انتخاب خود قرار می‌دهند (۱۲، ۱۱).

۳- پیشینه‌ی تحقیق

در مطالعات مختلفی، ضوابط و عوامل تأثیرگذار در انتخاب مکان مناسب برای احداث انواع نیروگاه ها، مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳). از جمله این موارد تعیین ضوابط مکان‌یابی یک نیروگاه حرارتی جدید توسط کمیته خدمات عمومی (PSC) ایالت Wisconsin امریکا است که در سال ۱۹۹۹ منتشر گردید. این ضوابط با توجه به شرایط به کار رفته در تکنولوژی‌های مختلف، در ۶ دسته اصلی شامل نیازمندی‌های سایت، بهداشت عمومی و نکات ایمنی، اثرات زیست محیطی، اثرات کاربری زمین، اثرات اقتصادی و اثرات اجتماعی تقسیم بندی شدند (۱۳). در کشور ایران نیز گروه محیط زیست سابا (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) پروژه‌هایی را به منظور مکان‌یابی نیروگاه‌های حرارتی با استفاده از GIS اجرا نمود. در این پروژه‌ها نقشه‌های عامل مورد نیاز تهیه و با استفاده از روش بولین تلفیق شدند (۱۸، ۱۹). ضعف پروژه‌های مذکور در تلفیق نقشه ها بدون وزن‌دهی به فاکتورها می‌باشد. در مطالعات متعدد به منظور تعیین مکان مناسب برای اهداف مختلف مورد نظر، از منطق فازی برای مشخص کردن میزان مناسبت مکان‌های مختلف بر روی نقشه‌ها استفاده شده و عمل‌گرهای فازی برای ترکیب نقشه‌های فوق به کار رفته است.

1- Analytical Hierarchy process
2- Ordered Weighted Averaging
3- Yager

www.SID.ir

Archive of SID

از جمله می‌توان به کارهای انجام شده توسط Chi (۲۰۰۲) ، Sui(۱۹۹۲) و Jiang (۲۰۰۰) اشاره نمود (۲۰، ۲۱، ۲۲).

۴- هدف از انجام تحقیق

نیروگاه‌های سیکل ترکیبی راه حل بسیار کارآمد، انعطاف‌پذیر، قابل اعتماد، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست برای تولید برق است. نیروگاه سیکل ترکیبی در واقع ترکیبی از توربین بخار و توربین گازی می‌باشد، به نحوی که ژنراتور توربین گازی، برق را تولید می‌کند، درعین حال انرژی حرارتی تلف شده از توربین گاز (توسط محصولات احتراق) برای تولید بخار مورد نیاز توربین بخار مورد استفاده قرار می‌گیرد و به این طریق برق اضافی تولید می‌شود. با ترکیب کردن این دو سیکل، بهره‌بری از نیروگاه افزایش پیدا می‌کند. بازده الکتریکی از یک چرخه ساده کارخانه نیروگاه برق بدون استفاده از اتلاف گرما به طور معمول راندمانی بین ۲۵ تا ۴۰ درصد دارد، در حالی که همان نیروگاه با سیکل ترکیبی راندمان الکتریکی حدود ۶۰ درصد را دارا می‌باشد. همان‌طور که گفته شد این نیروگاه‌ها از ترکیب توربین‌های بخار و گاز ساخته می‌شوند و برحسب نوع توربین‌ها، دیگ‌های بازیافت گرما و دستگاه‌های بازیابی انواع متعددی دارند. با به کار گیری توربین‌های گازی در چرخه‌های ترکیبی می‌توان پایین بودن بازده آن را بر طرف کرد و در نتیجه آن را برای تأمین بار پایه به کار گرفت، در عین حال از مزایای دیگر آن نیز مانند راه‌اندازی سریع و انعطاف‌پذیری در محدوده‌ی گسترده‌ای از بار بهره‌مند شد. به صورت تئوریک، انرژی قابل بازیابی از اگزوز توربین‌های گازی حدود نصف انرژی تولید شده توسط خود توربین گاز است. بنابراین، توان توربین بخار حدود نصف توربین گاز خواهد بود. در برخی از طراحی‌ها، دو توربین گاز، انرژی مورد نیاز برای یک توربین بخار را ایجاد می‌کنند و در نتیجه، توان تولیدی توربین‌های بخار در حدود توربین‌های گاز می‌شود. با توجه به موارد بیان شده با احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بازده انرژی بالاتر رفته و به رونق اقتصادی کشور و بالارفتن سطح رفاه در جامعه کمک شایانی می‌شود. بنابراین انتخاب مکان مناسب جهت احداث این نیروگاه‌ها بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق سعی بر انتخاب بهترین و یا مناسب‌ترین مکان برای طرح احداث نیروگاه سیکل ترکیبی با هدف کاهش خسارات محیط زیستی است. بدین منظور از ارزیابی چند معیاره استفاده می‌گردد، با به کارگیری هم‌زمان دو روش AHP فازی و میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) علاوه بر این‌که شخص تصمیم‌گیرنده می‌تواند مقایسات زوجی المان‌های هر سطح را در قالب اعداد فازی ذوزنقه‌ای بیان نماید، با استفاده از اعداد فازی مثلثی لایه‌های معیارهای احداث مکان مناسب فازی‌سازی می‌گردند و با استفاده از روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی میزان ریسک تصمیم گیری در منطقه جهت تعیین مکان مناسب قابل کنترل بوده و می‌توان با سطوح ریسک مختلف، مکان‌های مناسب را انتخاب نمود.

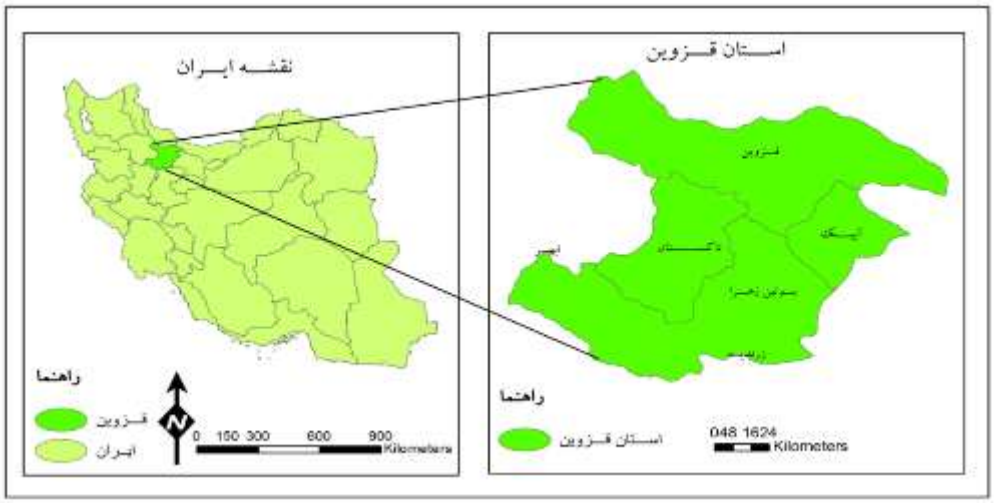
روش تحقیق

- **محدوده و قلمرو پژوهش**

استان قزوین که در حوزه مرکزی ایران با مساحتی معادل ۱۵۸۲۱ کیلومتر مربع بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد، از شمال به استان‌های مازندران و گیلان، از غرب به استان‌های همدان و زنجان، از جنوب به استان مرکزی و از شرق به استان تهران محدود می‌شود. سلسله جبال البرز مرکزی و کوه‌های رامند و خرقان از سه جهت استان را فرا گرفته و دشت گسترده‌ای را به وجود آورده‌اند که از شمال به جنوب ۷۵ کیلومتر و از شرق به غرب حدود ۹۵ کیلومتر است. ارتفاعات شمال استان به بیش از ۴۰۰۰ متر و جنوب غربی به ۲۷۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد و کوه‌های معروف آن سیالان، شاه البرز، خشچال، سفید کوه، شجاع الدین، اله تره، رامند، آق داغ، خرقان، ساری داغ، سلطان پیر، سیاه کوه و... هستند که سیالان با ۴۱۷۵ و شاه البرز با ۴۰۵۶ متر بلندتر از دیگرانند. محدوده مرکزی و شرق استان که دشت پهناور قزوین را تشکیل داده دارای شیبی است که از شمال غرب به جنوب شرق امتداد یافته و در پایین ترین نقطه ۱۱۳۰ متر است. کمترین نقطه استان از سطح دریا با ۳۰۰ متر در منطقه تارم سفلی و کناره‌های دریاچه سد سفید رود واقع شده که تفاوت آشکاری را از نظر توپوگرافی به وجود آورده است. ساختار توپوگرافیکی متفاوت، شرایط

www.SID.ir

اقلیمی مختلفی را در پهنه جغرافیایی استان به وجود آورده که با نوسان آشکاری همراه است (مرکز آمار ایران).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مطالعاتی

Figure 1. Geographical location of study area

- روش

تعیین مکان مناسب برای یک نیروگاه، تا حد زیادی به شناخت کامل و صحیح عوامل مؤثر و نحوه انتخاب آن‌ها وابسته است. تعیین و نحوه انتخاب عوامل بدین صورت بود که ابتدا بر اساس مصاحبه با متخصصین احداث نیروگاه و مطالعه متون تخصصی مربوطه، عوامل فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مربوط به احداث نیروگاه تعیین شدند. سپس از بین آن‌ها عواملی که امکان تهیه داده و مدل کردن آن‌ها را داشت، انتخاب گردیدند. در واقع، تهیه لایه‌های مکانی برای برخی از عوامل و آماده‌سازی آن‌ها برای ورود به مدل تصمیم‌گیری دشوار یا ناممکن است. به همین دلیل در این بخش به عوامل یا اثراتی که ماهیت مکانی دارند و امکان تهیه لایه مکانی و یا بررسی آن‌ها درمحیط GIS وجود دارد، پرداخته شده است. عوامل مؤثر مربوط به مرحله مقدماتی مکان‌یابی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، دلیل تأثیر این عوامل در مکان‌یابی و نوع اثرگذاری یا اثر پذیری آن‌ها در رابطه با احداث و بهره‌برداری نیروگاه در جدول ۱ ارایه شده است. لازم به ذکر است که عوامل مؤثر و میزان اهمیت هر یک از آن‌ها در شرایط مختلف، متغیر بوده و در برخی مواقع ممکن است برحسب شرایط، عواملی حذف و یا اضافه شوند. انتخاب عوامل در این تحقیق عمدتاً براساس عوامل تعیین شده توسط کمیته خدمات عمومی (PSC)، نظر کاشناسی و داده‌های موجود استان قزوین صورت گرفته است (۱۹، ۱۸، ۱۷، ۱۶، ۱۳).

انتخاب معیارها و آماده‌سازی داده‌ها

دراین مطالعه معیارهای مرتبط بر اساس بررسی تجربیات داخلی و خارجی و نیز نظر کارشناسان مختلف انتخاب گردید. معیارهای شناسایی شده باتوجه به شرایط محدوده‌ی مورد مطالعه، ویژگی‌های طبیعی، محدودیت‌های زیر ساختی و محدودیت‌های اطلاعاتی مورد بازبینی و غربال‌گری قرار گرفت. در نهایت ۸ معیار جهت مکان‌یابی نیروگاه در استان قزوین در نظر گرفته شد. از هر معیار یک لایه نقشه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تحت عنوان نقشه معیار تهیه گردید و تمامی لایه‌های اطلاعاتی براساس سیستم تصویر UTM زون ۳۹ شمالی و مبنای WGS1984 پروژکت شدند. مدل فرآیند ارزیابی مطلوبیت سرزمین جهت مکان‌یابی نیروگاه سیکل ترکیبی در شکل۲ نشان داده شده است. مکان‌یابی پهنه‌های مناسب استقرار نیروگاه در این مطالعه با استفاده از مدل میانگین وزنی مرتب شده صورت گرفت و بر اساس مدل AHP فازی هر کدام از معیارها وزن‌دهی شدند. برای استانداردسازی، لایه‌ها باید به صورت فرمت رستری باشند. بنابراین لایه‌های نقطه‌ای و خطی (فاصله از نقاط شهری و روستایی، گسل، آب‌راهه و راه های اصلی) با استفاده از تحلیل

www.SID.ir

Archive of SID

Distance و برای لایه‌های پلی‌گونی (زمین شناسی، کاربری اراضی و..) براساس مناسب بودن آن‌ها برای کاربری توسعه شهری طبق نظر کارشناسی کدگذاری شده است و با دادن کدهای ۱ به بالا و با تحلیل Feature to raster به لایه‌های رستری تبدیل شد. با استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، همه‌ی ارزش‌ها به دامنه‌ی یکسانی بین صفر تا ۲۵۵ تبدیل شدند و در نرم افزار Idrisi، ماژول Fuzzy برای استانداردسازی فاکتورها با استفاده از توابع مجموعه‌های عضویت مورد استفاده قرار گرفت. این ماژول در چهار نوع تابع سیگموییدی، J شکل، خطی و تابع User-defined و در سه حالت کاهشی، افزایشی و متقارن وجود دارد. در این تحقیق برای هر کدام از معیارها تابع خطی عضویت فازی تعریف شد و در محیط ایدریسی نقشه‌های فازی معیارها تهیه گردید. در جدول ۲ تمامی معیارهای استاندارد شده به کمک تابع عضویت فازی آورده شده است.

جدول ۱- معیارها و زیر معیارهای مکان یابی نیروگاه سیکل ترکیبی

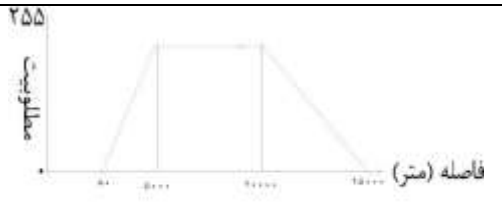
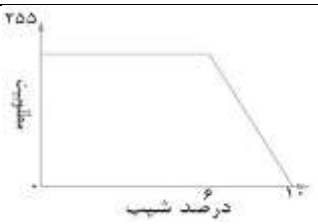
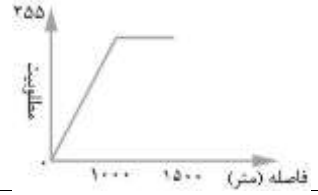
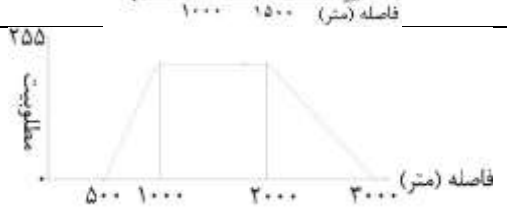
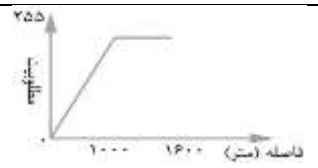
Table 1. Criteria and sub-criteria of locating a combined cycle power plant

معیارها	زیر معیارها	اهمیت در مکان‌یابی	نوع اثر
راه‌های ارتباطی	آزاد راه	دسترسی به محل و حمل تجهیزات	اقتصادی، اجتماعی، امنیت ترافیک
	بزرگ‌راه		
عوارض مربوط به آب	دریاچه	تأمین آب و دفع پساب	اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی
	رودخانه	تأمین آب امنیت سازه‌های نیروگاهی	
محدودیت‌های طبیعی	رود	تأمین امنیت سازه‌های نیروگاهی	اقتصادی
	نقاط زلزله خیز		
	مرداب		
	باتلاق		
	شن‌زار		
زمین‌شناسی و خاک	جنس خاک	تأمین امنیت سازه‌های نیروگاهی، از بین بردن زباله‌های جامد	اقتصادی، زیست محیطی
شکل زمین	ارتفاع	افزایش راندمان سهولت ساخت سازه‌های نیروگاهی	اقتصادی
	شیب	سهولت ساخت سازه‌های نیروگاهی و جاده‌های دسترسی	اقتصادی، زیست محیطی
محدودیت زیست محیطی تأسیسات خاص	کاربری‌ها (باغ، جنگل، زمین کشاورزی)	کاهش خسارت‌های زیست محیطی ناشی از احداث و بهره‌برداری نیروگاه تأمین امنیت	اقتصادی، زیست محیطی (آلودگی هوا، حفاظت از گونه‌های نادر گیاهی و جانوری)
نقاط جمعیتی	شهر	تأمین نیروی انسانی	اقتصادی، زیست محیطی
	روستا	تأمین نیروی انسانی	
	مناطق مسکونی	کاهش اثر نامطلوب در محیط زیست انسانی	

www.SID.ir

جدول ۲- معیارهای استاندارد شده با توجه به تابع عضویت فازی

Table 2. Normalized criteria according to their fuzzy membership functions

معیار	شکل تابع	نوع تابع	نمودار تابع	نقاط کنترلی			
				D	C	B	A
فاصله از شبکه راه های دسترسی	خطی	متقارن		۸۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰
ارتفاع از سطح دریا	خطی	کاهشی		۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۸۰۰
شیب زمین	خطی	کاهشی		۶	۶	۶	۱۰
فاصله از نقاط زلزله خیز	خطی	افزایشی		۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰
فاصله از منابع آب‌های سطحی	خطی	متقارن		۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
فاصله از خطوط گسل	خطی	افزایشی		۱۰۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰

وزن‌دهی معیارها با روش FAHP

در ارزیابی چند معیاره، وزن‌دهی باعث می‌شود که لایه‌های مختلف ارزش‌های متفاوتی پیدا کنند و از این طریق تجزیه و تحلیل‌ها با دقت بیش‌تری صورت گیرد. چنان‌چه وزن‌دهی انجام نشود و همه‌ی لایه‌ها ارزش یکسان داشته باشند، نتیجه‌ی به‌دست آمده می‌تواند بسیار گمراه‌کننده باشد. در این مقاله برای وزن‌دهی از روش ای اچ پی فازی استفاده شده است. در واقع در این روش با استفاده از عبارت‌های زبانی، مفهوم فازی بودن در تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی دخالت داده می‌شود.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی(FAHP)

مفهوم فازی بودن در روش AHP، به صورت غیرمستقیم و بدون استفاده از مجموعه‌های فازی مورد توجه قرار گرفته است. در واقع در این روش با استفاده از عبارت‌های زبانی، مفهوم فازی بودن در تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی دخالت داده می‌شود (۲۳). در میان روش‌هایی که مفهوم فازی را در مدل تحلیل سلسله مراتبی اعمال نموده‌اند می‌توان به روش ارایه شده توسط باکلی اشاره نمود. روش AHP فازی ارایه شده توسط باکلی، شکل تعمیم یافته‌ای از روش AHP کلاسیک می‌باشد. در این

www.SID.ir

Archive of SID

روش برای مقایسه زوجی گزینه‌ها از اعداد فازی و برای به دست آوردن وزن‌ها و ارجحیت‌ها از روش میانگین‌گیری هندسی استفاده می‌گردد، چرا که این روش به سادگی به حالت فازی قابل تعمیم می‌باشد و هم‌چنین جواب یگان‌هایی برای ماتریس مقایسات زوجی تعیین می‌نماید. دراین روش شخص تصمیم‌گیرنده می‌تواند مقایسات زوجی المان‌های هر سطح را در قالب اعداد فازی ذوزنقه‌ای بیان نماید (۲۴).

الگوریتم روش باکلی را می توان در قالب چهار گام زیر بیان نمود.

گام اول- در این گام ماتریس‌های مقایسات زوجی توسط شخص تصمیم‌گیرنده مشخص می‌گردد. المان‌های این ماتریس‌ها، اعداد فازی ذوزنقه‌ای خواهند بود. چنان‌چه ارجحیت المان iام بر المان jام را با $\tilde{a}_{ij}$ نشان دهیم، آن‌گاه $\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ ارجحیت المان jام بر المان iام به این صورت خواهد بود.

$$\tilde{a}_{ji} = \left(\frac{1}{d_{ij}}, \frac{1}{c_{ij}}, \frac{1}{b_{ij}}, \frac{1}{a_{ij}}\right)$$

در صورتی که i=j باشد، $\tilde{a}_{ji} = (1,1,1,1)\tilde{a}_{ij}$ = خواهد بود.

گام دوم- در این گام، وزن‌های فازی $(\widetilde{W}_i)$ محاسبه می‌گردد. برای این کار ابتدا میانگین هندسی هر سطر از ماتریس‌های مقایسات زوجی با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$\tilde{Z}_i = (\tilde{a}_{i1} \,.\, \tilde{a}_{i1} \,....\, \tilde{a}_{in})^{1/n}$$

سپس وزن فازی $(\widetilde{W}_i)$ از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\widetilde{W}_i = \tilde{Z}_i \,.\, (\tilde{Z}_1 \oplus \tilde{Z}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{Z}_n)^{-1}$$

عمل‌گرهای ضرب و جمع در روابط فوق، عمل‌گرهای فازی می‌باشند. در ادامه به جزییات نحوه محاسبه $\widetilde{W}_i$ ها اشاره می‌شود. فرض کنید مرز (کران) چپ و راست مجموعه فازی $\tilde{a}_{ij}$ به ترتیب به صورت روابط زیر تعریف گردد.

$$f_i(a) = [\prod_{j=1}^{n}((b_{ij} - a_{ij})a + a_{ij})]^{\frac{1}{n}} \quad , \quad a \in [.,1]$$

$$g_i(a) = [\prod_{j=1}^{n}((c_{ij} - d_{ij})a + b_{ij})]^{1/n} \quad , \quad a \in [.,1]$$

هم‌چنین رابطه $a_i = [\prod_{j=1}^{n} a_{ij}]^{1/n}$ و رابطه $a = \sum_{i=1}^{m} a_i$ به صورت مشابه b_i و b، c_i و c، d_i و d را نیز می‌توان تعریف نمود. بدین ترتیب وزن فازی، $\widetilde{W}_i$ از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\widetilde{W}_i = \left(\frac{a_i}{d}, \frac{b_i}{c}, \frac{c_i}{b}, \frac{d_i}{a}\right)$$

به طوری که تابع عضویت $\mu_{\widetilde{W}_i}(x)$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{\widetilde{W}_i}(x) = \begin{cases} 0 & \text{if} \quad x \le \left(\frac{a_i}{d}\right) \text{or } x \ge \left(\frac{d_i}{a}\right) \\ 1 & \text{if } \left(b_i/c\right) \le x \le \left(\frac{c_i}{b}\right) \\ a \in [.,1] & \text{if } \left(\frac{a_i}{d}\right) \le x \le \left(\frac{d_i}{c}\right) \\ a \in [.,1] & \text{if } \left(\frac{c_i}{b}\right) \le x \le \left(\frac{d_i}{a}\right) \end{cases}$$

زمانی که $(a_i / d) \le x \le (b_i / c)$ باشد، X از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$x = f_i(a) / g(a)$$

هم‌چنین زمانی که $(c_i / b) \le x \le (d_i / a)$ باشد، X از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$x = g_i(a) / f(a)$$

به طوری که

$$f(a) = \sum_{i=1}^{m} f_i(a)$$

$$g(a) = \sum_{i=1}^{m} g_i(a)$$

به طریق مشابه، گام دوم برای تمام مقادیر i و j تکرار و تمام ارجحیت های فازی، r_{ij}ها محاسبه می‌شود.

گام سوم- در این گام با ترکیب ارجحیت‌ها و وزن‌های به دست آمده در گام قبل، مقادیر مطلوبیت فازی، $\widetilde{U}_i$ با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$\widetilde{U}_i = \sum_{j=1}^{n} \widetilde{W}_j \, \tilde{r}_{ij}$$

به طوری که برای عمل‌گرهای ضرب و جمع فازی در رابطه فوق از روابطی که قبلاً در این بخش تعریف شد، استفاده می‌گردد.

گام چهارم- عملیات دی‌فازی‌سازی اوزان فازی: در این پژوهش از روش مرکز سطح برای عملیات فازی‌زدایی استفاده گردید. در این روش که رایج‌ترین روش کمیت فازی به کمیت کلاسیک می‌باشد از رابطه زیر برای محاسبه Z^* استفاده می‌شود:

$$Z^* = \frac{\int \mu_{\tilde{c}}(z).z \, dz}{\int \mu_{\tilde{c}}(z) \, dz}$$

که درآن $\int$ علامت انتگرال است.

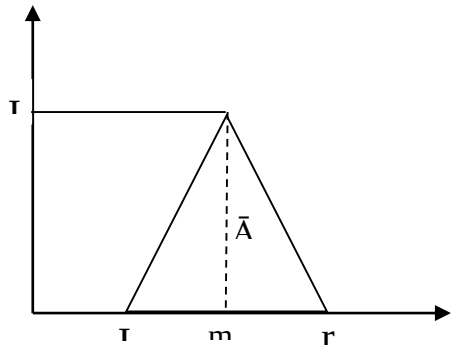
منطق فازی

مفهوم فازی برای اولین بار توسط پروفسور لطفی، در سال ۱۹۶۵ ارایه گردید. بنا به اعتقاد وی، منطق انسان می‌تواند از مفاهیم

www.SID.ir

و دانشی بهره جوید که مرزهای تعریف شده‌ی مناسبی ندارند. منطق فازی طیف وسیعی از تئوری‌ها و روش‌ها را شامل می‌شود که اساساً بر پایه ۲ مفهوم بنا شده است: مجموعه‌های فازی، متغیرهای کلامی (۲۵). مجموعه فازی مجموعه‌ای است که عناصرش با درجه عضویت (μ) به آن مجموعه تعلق دارند. این تابع عضویت برای هر عدد X به صورت مثلثی هستند و از رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود.

$$u_{\tilde{A}}(x)=\begin{cases}(x-1)/(m-1), l \le x \le m,\ l \ne m\\ (x-r)/(m-r), m \le x \le r, m \ne r\\ 0\text{ , Otherelse}\end{cases}$$



شکل ۲- اعداد فازی مثلثی

Figure 2. Triangular fuzzy numbers

که در آن (l,m,r) نشان دهنده‌ی یک عدد فازی مثلثی است.

- روش میانگین وزنی مرتب شده

در یک مسأله تصمیم گیری، افراد ریسک‌پذیر بر روی خواص خوب یک گزینه و افراد ریسک‌گریز بر روی خواص بد یک گزینه تأکید می‌کنند و آن‌را ملاک انتخاب خود قرار می‌دهند(۱۲، ۱۱) روش میانگین وزن دار مرتب شده قادر است تا میزان ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی افراد را محاسبه و آن‌را در انتخاب گزینه نهایی وارد نماید. عملگر OWA، F، با بعد n، یک نگاشت $F: R^n \to R$ با بردار وزن $w = (w_1, \ldots, w_n)^T$، به ازای یک مجموعه‌ی ورودی از داده‌ها$(x_1, \ldots, x_n)$=X است که قرار است با یک‌دیگر تجمیع گردند به صورتی که:

$$F(x_{1,\ldots,x_n}) = \sum_{i=1}^{n} w_i\, b_i = W^T \mathrm{B}$$

که w_i در شرایط ذیل صدق می‌کند:

$W_i \in [0, 1]$ i =1,…,n

$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$

که در آن bi و i امین مقدار بزرگ مجموعه مرتب شده صعودی به نزولی می‌باشد.

مفهوم درجه‌یابی به صورت ذیل تعریف می‌شود:

$$\text{Orness (w)} = \alpha = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(n-i) \qquad ۱\geqslant\alpha\geqslant۰\text{w}$$

که در فاصله (۰،۱) قرار دارد و بیان‌گر میزان تأکید تصمیم گیرنده بر روی مقادیر بهتر و یا بدتر یک مجموعه از شاخص‌ها یا همان ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی تصمیم‌گیرنده است. درجه Orness یا ریسک‌پذیری، موقعیت عمل‌گر OWA را در بین روابط AND (مینیمم) و OR (ماکزیمم) نشان می‌دهد (۲۶). هرچه مقدار درجه‌یابی بیش‌تر باشد (به یک نزدیک‌تر باشد)، میزان خوش‌بینی و یا ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده بیش‌تر خواهد بود و هرچه مقدار درجه‌یابی کم‌تر باشد (به صفر نزدیک‌تر باشد)، میزان بدبینی یا ریسک‌گریزی تصمیم‌گیرنده بیش‌تر خواهد بود. به طور کلی یک عمل‌گر OWA با Orness (w)>0/5، معرف یک تصمیم‌گیر ریسک‌پذیر یا خوش‌بین و Orness (w)= 0/5 معرف یک تصمیم‌گیر خنثی و Orness (w)< 0/5 معرف یک تصمیم‌گیر ریسک‌گریز یا بدبین خواهد بود. مهم‌ترین مسأله در استفاده از عمل‌گر OWA تعیین وزن‌های آن می‌باشد. در این مقاله ما از روش مینیمم ماکزیمم فاصله برای تعیین وزن‌های عمل‌گر OWA استفاده می‌کنیم. این مدل توسط وانگ و پارکان معرفی شده است (۱۱).

Minimum δ

$$\text{Orness (W)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{n-i}{n-1} w_i = \alpha \qquad 0 \le \alpha \le 1$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

$w_i - w_{i+1} - \delta \le 0$ i=1,…,n-1

$w_i - w_{i+1} + \delta \ge 0$ i=1,…,n-1

$w_i \ge 0$ i=1,…,n

این مدل یک مدل خطی است که با توجه به درجه‌یابی داده شده، به تعیین وزن‌ها می‌پردازد. در این مدل، فاصله بین وزن‌های مجاور تحت درجه‌یابی داده شده، تا حد امکان کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

می‌یابد. وزن‌های حاصل از این مدل به طور منظم پراکنده شده‌اند و از تصاعد حسابی پیروی می‌کنند.

تهیه‌ی نقشه‌ی محدودیت‌ها

محدودیت‌ها مجموعه‌ی گزینه‌های مورد نظر را به دو زیر دسته گزینه‌های مطلوب (۱) و نامطلوب (۰) تقسیم می‌نمایند. در واقع اعمال محدودیت‌ها در روند ارزیابی چند معیاره باعث می‌شود گزینه‌هایی که امکان نیروگاه در آن‌ها وجود ندارد از بقیه گزینه‌ها جدا و از فرآیند تصمیم‌گیری حذف شوند. برای مکان‌یابی نیروگاه عوامل محدود کننده‌ی زیادی وجود دارد لیکن در این پژوهش از نظر کارشناسان مختلف استفاده شد و با توجه به شرایط منطقه‌ی مورد مطالعه فاصله‌ی حریم‌ها تعیین گردید. عوامل محدود کننده در مکان‌یابی نیروگاه در جدول ۳ آورده شده است. مطابق نتایج حاصل از روش ای اچ پی فازی، وزن معیارهای منتخب برای مکان‌یابی نیروگاه سیکل ترکیبی در استان قزوین مطابق جدول ۴ تعیین شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در این جدول معیار فاصله از مراکز جمعیتی و فاصله از آب‌های سطحی بیش‌ترین وزن و معیار شیب و زمین‌شناسی کم‌ترین وزن را در معیارهای مورد بررسی نشان دادند.

جدول ۳- عوامل محدود کننده در فرایند مکانیابی نیروگاه

Table 3. Limiting factors in locating the power plant

عامل محدود کننده	شاخص برای تهیه نقشه‌ی محدودیت
رودخانه‌ها	حریم ۵۰۰ متری
راه‌های دسترسی	حریم ۸۰ متری
شیب نامناسب	شیب بالای ۱۰ درصد
خطوط گسل	حریم ۱ کیلومتری
مراکز مسکونی شهری	حریم ۳ کیلومتری
مراکز مسکونی روستایی	حریم ۱ کیلومتری
مناطق حفاظت شده	حریم ۲ کیلومتری

www.SID.ir

شکل ۳- مدل فرایند ارزیابی مطلوبیت سرزمین جهت مکانیابی نیروگاه سیکل ترکیبی در قزوین

Figure 3. Land suitability assessment process model in order to locating a combined cycle power plant in Ghazvin province

نتایج

دراین مقاله معیارهای مرتبط بر اساس بررسی تجربیات داخلی و خارجی و هم‌چنین نظر کارشناسان مختلف انتخاب گردید. معیارهای شناسایی شده باتوجه به شرایط محدوده‌ی مورد مطالعه، ویژگی‌های طبیعی، محدودیت‌های زیر ساختی و محدودیت‌های اطلاعاتی، مورد بازبینی و غربال‌گری قرار گرفت. در جدول۲ تمامی معیارهای استاندارد شده به کمک تابع عضویت فازی آورده شده است. مطابق نتایج حاصل از روش ای اچ پی فازی، وزن معیارهای منتخب برای مکان‌یابی نیروگاه سیکل ترکیبی در استان قزوین مطابق جدول ۴ تعیین شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در این جدول معیار فاصله از مراکز جمعیتی و فاصله از آب‌های سطحی بیش‌ترین وزن و معیار شیب و زمین‌شناسی کم‌ترین وزن را در معیارهای مورد بررسی نشان دادند.

جدول ۴- وزن معیارهای منتخب برای مکان‌یابی نیروگاه

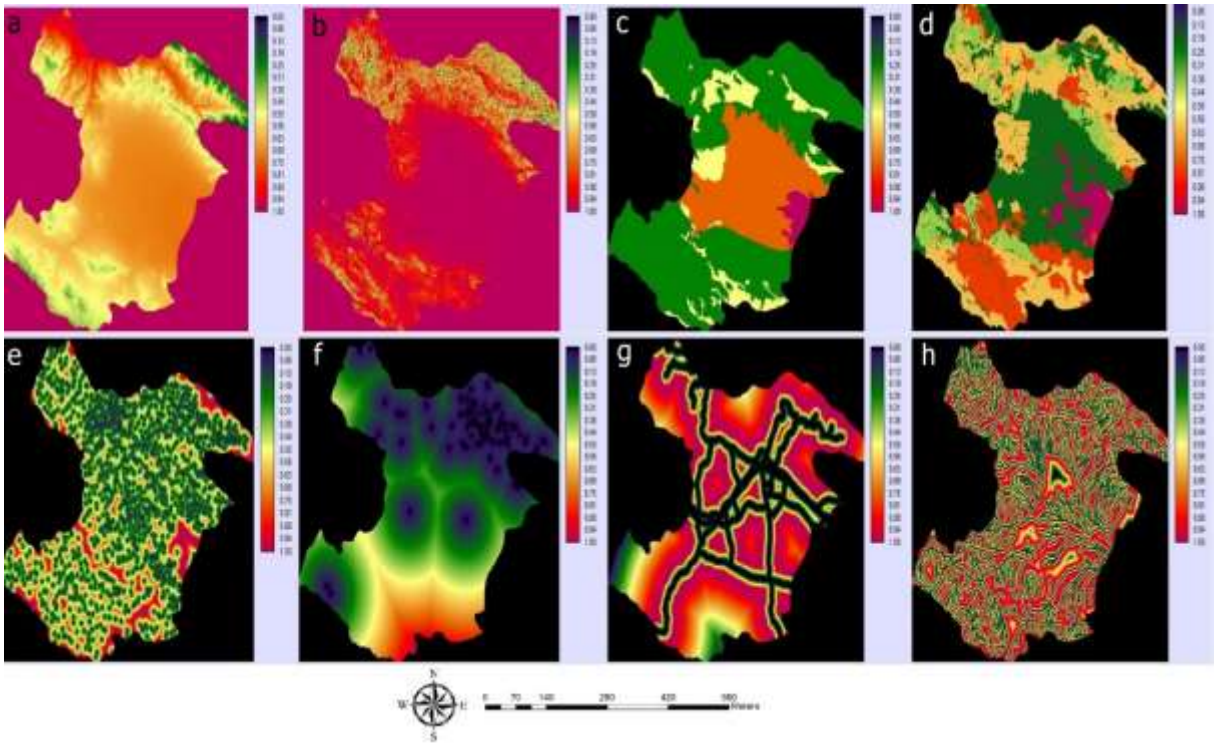
Table 4. The selected criteria weights in order to locating the power plant

معیار	وزن معیار	معیار	وزن معیار
شیب	۰/۰۸	کاربری اراضی	۰/۱۱
فاصله از مراکز جمعیتی	۰/۱۷	فاصله از نقاط زلزله خیز	۰/۱۴
فاصله از آب‌های سطحی	۰/۱۵	فاصله از شبکه راه‌های دسترسی	۰/۱۳
ارتفاع از سطح دریا	۰/۱۲	زمین شناسی و خاک	۰/۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

در نهایت وزن‌های حاصله در لایه‌های استاندارد شده‌ی معیارها ضرب گردید و با استفاده از روش OWA لایه‌ها ترکیب شدند و نتایج به سه صورت ریسک کم (AND)، ریسک زیاد (OR) و حالت بینابینی (WLC) به دست آمد. شکل ۵ نتایج را نشان می‌دهد.



شکل ۴- لایه‌های فازی شده

a) ارتفاع، b) شیب ، c) زمین‌شناسی و خاک، d) کاربری اراضی، e) فاصله از مراکز جمعیتی، f) فاصله از نقاط زلزله‌خیز، g) فاصله از شبکه‌ی راه‌های دسترسی ، h) منابع آب سطحی

Figure 4. Fuzzy layers

a) Elevation, b) Slope, c) Geology and soil, d) Land use, e) Distance of population centers, f) Distance of seismic points, g) Distance of access roads network, h) surface water resources

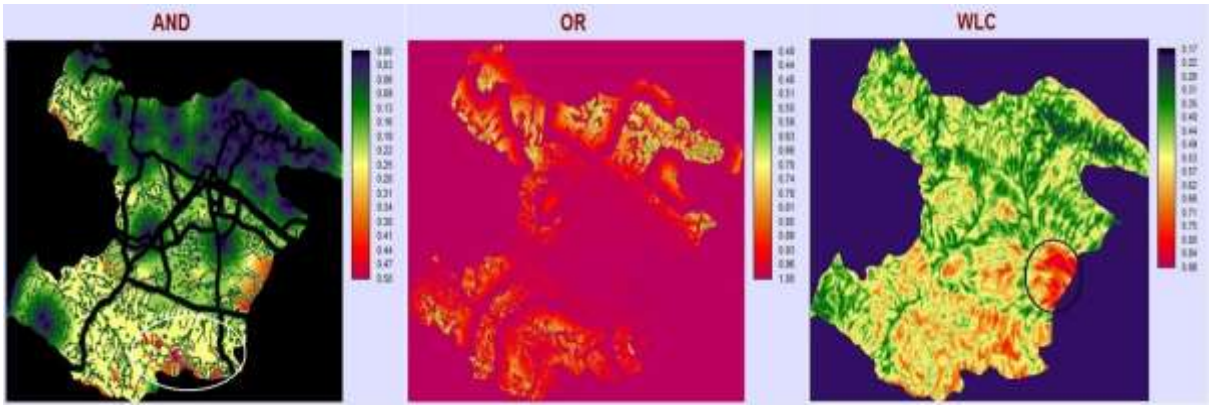
به منظور ایجاد مدل FAHP-OWA در فرآیند تعیین مکان مناسب برای احداث نیروگاه سیکل ترکیبی، معیارها ترکیب و در نهایت وزن‌دهی شدند. نقشه‌های محدودیت به عنوان پوششی عمل می‌کنند و پیکسل‌ها حاوی دو عدد صفر و یک است، یعنی نواحی که به عنوان محدودیت یا صفر در نظر گرفته شدند، در فرآیند پردازش محاسبه نگردیدند و فقط سلول‌هایی که ارزش عددی آن‌ها یک است محاسبه شد (۲۶). در این تحقیق نقشه‌های رودخانه‌ها، راه‌های دسترسی، شیب نامناسب، خطوط گسل، مراکز مسکونی شهری، مراکز مسکونی روستایی و مناطق حفاظت شده به عنوان نقشه‌های محدودیت در نظر گرفته شدند. نقشه‌های محدودیت به عنوان اتخاذ تصمیمات سخت‌گیرانه در فرآیند تعیین نواحی مناسب برای توسعه‌ی شهری شناخته می‌شوند. در ادامه نقشه‌های معیارها به وسیله‌ی منطق فازی استانداردسازی شدند. در روش استانداردسازی هم نقشه‌های فاکتور با استفاده از عمل‌گرهای فازی در محدوده بین ۰ تا ۱ طبقه‌بندی مجدد می‌شوند، به‌طوری که پیکسل‌هایی که ارزش عددی آنها صفر است، یا به صفر نزدیک‌ترند تناسب کم‌تری را برای استقرار نیروگاه دارند و پیکسل‌هایی که ارزش عددی آن‌ها ۱ است، یا به ۱ نزدیک‌ترند، تناسب بیش‌تری را برای استقرار نیروگاه دارند. بعد از استانداردسازی معیارها، نیاز بود تا معیارها به روش فازی AHP وزن‌دهی شوند. در نهایت مجموعه‌ی دومی از وزن‌دهی به نام اوزان ترتیبی اعمال شد. این نوع وزن‌دهی امکان کنترل سطح

www.SID.ir

کلی رابطه‌ی جایگزینی بین فاکتورها (Trade off) و نیز سطح ریسک در تعیین تناسب را می‌دهد.

وزن‌دهی ترتیبی بر پایه‌ی پیکسل به پیکسل بر رتبه‌ی معیارها به کار می‌رود. به طوری که به وسیله‌ی ترتیب رتبه‌شان در هر موقعیتی (پیکسل) در همه‌ی فاکتورها تعیین می‌شود. در وزن-دهی ترتیبی به تعداد معیارها اوزان ترتیبی (۸ وزن ترتیبی) داریم. وزن ترتیبی ۱ به فاکتوری با پایین‌ترین رتبه در هر پیکسل اختصاص دارد. وزن ترتیبی ۲ به دومین فاکتور با پایین‌ترین رتبه به کار می‌رود و هم‌چنین وزن ترتیبی ۸ به فاکتوری با بالاترین رتبه در هر پیکسل اختصاص پیدا می‌کند. جمع اوزان ترتیبی نیز باید ۱ باشد. بنابراین، ممکن است که یک وزن ترتیبی واحد بتواند به پیکسل‌هایی از عوامل مختلف بسته برحسب رتبه نسبیشان تخصیص یابد (۲۷).

همان‌طور که نقشه‌های خروجی از مدل‌سازی نشان می‌دهند، نواحی واقع در بخش‌های جنوب شرق و شرق استان قزوین برای استقرار مکان نیروگاه انتخاب می‌شود. بر طبق گزینه‌های AND، OR و WLC به ترتیب مناسب‌ترین مکان برای احداث نیروگاه سیکل ترکیبی جنوب شرقی، مرکز و شرق استان قزوین است.



شکل ۵- نقشه حاصل از مکان‌یابی به روش OWA : ریسک کم (AND)، ریسک زیاد (OR) و حالت بینابینی (WLC)

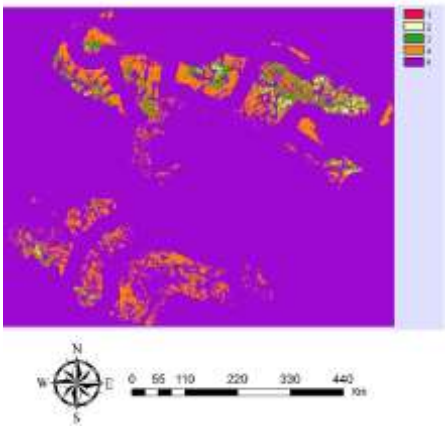
Figure 5. The result map of locating by OWA method: Low risk (AND), High risk (OR) and Moderate (WLC)

شکل ۶- نقشه‌ی طبقه‌بندی شده AND

Figure 6. The classified map of AND operator

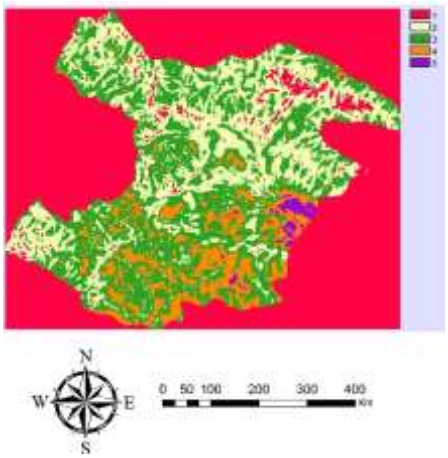
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- نقشه‌ی طبقه‌بندی شده OR

Figure 7. The classified map of OR operator



شکل ۸- نقشه‌ی طبقه‌بندی شده WLC

Figure 8. The classified map of WLC operator

جدول ۵- مساحت مناطق طبقه‌بندی شده حاصل از روش OWA

Table 5.The areas of classified areas obtained in OWA method

طبقات	میزان مناسب بودن منطقه جهت احداث نیروگاه	مساحت (کیلومتر مربع)		
		AND	OR	WLC
۱	خیلی ضعیف	۲۲۲۶۶/۱۶۱۲۸۱۰	۳/۳۸۸۸۸۲۰	۱۵۲۷۶/۰۹۱۵۵۹۱
۲	ضعیف	۳۸۵۸/۵۳۰۹۶۳۷	۱۳۸/۲۰۶۰۵۲۶	۵۶۸۸/۸۴۱۷۳۳۵
۳	متوسط	۳۶۶۷/۶۳۶۷۸۲۰	۵۴۹/۰۲۴۵۵۴۷	۷۰۲۹/۹۵۳۲۶۸۶
۴	خوب	۳۰۹/۹۴۱۴۹۸۱	۲۲۰۰/۲۸۲۹۷۴۷	۲۰۴۷/۸۶۰۳۰۵۵
۵	خیلی خوب	۱۶۲/۱۹۷۷۹۶۶	۲۷۳۷۳/۵۶۵۸۵۷۵	۲۲۱/۷۲۱۴۵۴۸

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

یکی از ویژگی های مهم عمل‌گر OWA این است که می‌تواند با استفاده از یک ماتریس تصمیم، جواب‌های متعددی براساس خصوصیات ذهنی تصمیم‌گیرنده ایجاد کند. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از نقشه ریسک کم (AND)، ریسک زیاد (OR) و حالت بینابینی (WLC)، بخش شرق و جنوب شرقی استان قزوین مکان مناسبی برای احداث نیروگاه سیکل ترکیبی پیش‌بینی می‌گردد. از آن‌جا که نقشه ریسک کم (AND) سخت‌گیری بیش‌تری در انتخاب مکان مناسب برای احداث

www.SID.ir

نیروگاه دارد، نقشه حاصله، جنوب شرقی استان قزوین را مناسب نشان می‌دهد. در نقشه حالت بینابینی (WLC)، مکان مناسب برای احداث نیروگاه قسمت شرقی استان قزوین گزارش می‌شود و بر طبق نقشه ریسک زیاد (OR) تنها بخش‌هایی از شمال غربی و شمال شرقی و بخش‌هایی از جنوب و جنوب غربی برای احداث این نیروگاه نامناسب می‌باشند. در مجموع شمال شرق منطقه مطالعاتی برای احداث نیروگاه دارای ریسک بالایی است و احداث نیروگاه در این منطقه توصیه نمی‌گردد.

در تحقیقی که آقای دربان مقامی و همکاران در سال ۱۳۹۰ (۲۸) برای توسعه سیستماتیک نیروگاه‌های برق‌آبی انجام داده‌اند از روش TOPSIS استفاده شده است. در روش تاپسیس تنها یک گزینه انتخاب می‌شود و این روش دیگر قادر به مدل کردن و در نظرگرفتن خصوصیات ذهنی تصمیم‌گیر نمی‌باشد و جواب مسأله برای تمام تصمیم‌گیران (ریسک پذیر/ ریسک گریز) یکسان است همچنین این روش، یک روش ریسک‌گریز است که این مسأله باید در فرآیند تصمیم‌گیری توسعه سیستماتیک نیروگاه‌های برق‌آبی جهت تعیین میزان ریسک مدنظر قرار گیرد. بدین منظور در این تحقیق علاوه بر استفاده از روش FAHP که دامنه‌ای از مقادیر را برای بیان عدم قطعیت تصمیم‌گیرندگان به کار می‌گیرد، از روش OWA که مبتنی بر مدل کردن خصوصیات ذهنی تصمیم‌گیر و انتخاب بهترین گزینه با توجه به ریسک پذیری و ریسک گریزی تصمیم‌گیر است استفاده گردید. از برتری‌های این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری، استفاده از بازخور روابط است، یعنی در ساختار این روش، هر عنصر می‌تواند بر کلیه عناصر هم سطح، سطح‌های بالاتر و پایین‌تر از خود تأثیر گذاشته و در مقابل نیز از هریک از آن‌ها نیز تأثیر پذیرد. با استفاده از روش OWA، جواب و تصمیم نهایی با دقت بیش‌تری انتخاب می‌شود و مسأله تصمیم‌گیری به واقعیت نزدیک‌تر می‌گردد. نکته‌ی مهم دیگر در مورد عمل‌گر OWA تعریف معیار خوش‌بینی است که می‌تواند نشان دهد رفتار عمل‌گر OWA تا چه میزان مشابه عمل‌گر OR است. اگر مقدار ترکیبی به بیشینه استدلال‌های مرتب شده نزدیک باشد نشان می‌دهد فرایند ترکیب مشابه عمل‌گر OR رفتار می‌کند و اگر مقدار ترکیبی به کمینه استدلال‌های مرتب شده نزدیک باشد نشان می دهد فرایند ترکیب رفتاری مشابه با عمل‌گر منطقی AND از خود بروز می‌دهد.

Zhan-wu و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۲۹) به بررسی مکان مناسب جهت احداث نیروگاه حرارتی با استفاده از روش Entropy TOPSIS پرداختند. وقتی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری به طور کامل مشخص شده باشند، روش آنتروپی می‌تواند برای ارزیابی وزن‌ها به کار رود. آنتروپی یک مفهوم بسیار با اهمیت در علوم اجتماعی، فیزیکی و نیز در تئوری اطلاعات است که با تلفیق روش TOPSIS (ویژگی آن این است که مطلوبیت هر شاخص باید به طور یکنواخت افزایشی (یا کاهشی) باشد) نشان می‌دهد که بهترین ارزش موجود از یک شاخص بیانگر ایده‌آل آن بوده و بدترین ارزش موجود از آن مشخص‌کننده ایده‌آل منفی برای آن خواهد بود. از سویی فاصله یک گزینه از ایده‌آل ممکن است به‌صورت فاصله اقلیدسی و یا به‌صورت مجموع قدر مطلق از فواصل خطی (معروف به فواصل بلوکی) محاسبه گردد که این امر بستگی به میزان تبادل و جایگزینی در بین شاخص‌ها دارد. اما براساس نتایج تحقیق روش‌های متفاوتی که برای مکان‌یابی استفاده شده، روش TOPSIS جهت مدل جغرافیایی چندان مناسب نیست. کاربرد آن نیز صرفاً برای مدل-های اولویت‌بندی است، زیرا مقایسه‌ها در داخل مجموعه صورت می‌گیرد و هر گزینه‌ای که شرایط بهتری داشته باشد اولویت بالاتری هم خواهد داشت. هم‌چنین روش آنتروپی به هیچ وجه از ثبات خوبی برای وزن‌دهی برخوردار نیست و علاوه بر تأثیرات عمیق حاصل از آن بر روی رتبه‌های حاصل، با خواسته‌های درونی تصمیم‌گیرنده وفق نمی‌نماید، اما روش مورد استفاده در این تحقیق روش وزن‌دهی مناسبی است. از تلفیق این روش (FAHP) با روش OWA هم وزن‌دهی به شکل مناسبی انجام شده است و هم در بعد فضایی قابل سنجش است و معایب روش Entropy TOPSIS را ندارد.

پیشنهادها

به محققین دیگر توصیه می‌شود از میان روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، از روش میانگین وزنی مرتب شده و جهت وزن‌دهی به معیارها از روش دی ماتل فازی استفاده کنند. به علت این‌که

www.SID.ir

Archive of SID

روش OWA قادر است خصوصیات ذهنی تصمیم گیرنده را در برآورد مقادیر تجمیعی لحاظ کند، بسیاری از عمل‌گرهای تجمیعی دیگر از جمله TOPSIS فاقد این خصوصیت مهم می‌باشد و نیز روش دی ماتل فازی قابلیت رتبه‌بندی و تعیین میزان اهمیت مؤلفه‌ها را دارد. از سویی این قابلیت را هم دارد که به واسطه به کارگیری آن می‌تواند مؤلفه‌هایی که خصلت اثرگذاری بر رفتار سایر مؤلفه‌های تحقیق را دارند شناسایی نماید.

منابع

1. Wiersma, G B. (2004). "Environmental Monitoring", CRC Press LLC, United States of America.
2. Reid, D. (2013). Sustainable development: an introductory guide. Routledge.
3. Makhdoom, M., Darvishsefat, A. A., Jafarzadeh, H., Makhdoom, A. R. (2001). Environmental assessment and planning with GIS. University of Tehran Publication, 310 pages (In Persian).
4. Beheshtifar, S., Voldan Zoj, M., Sadi Mesgari, M., Karimi, M. (2010). Locating the gas power plants using GIS, Journal of Civil Engineering and Mapping, Faculty of Engineering, Volume 44, Issue 4, 583-595 pp (In Persian).
5. Mirzadeh M., Khodaparast Kazeroonian, S., (2013). Construction planning and optimal locating of the power plants in terms of power grid capacity, The 28th International Power Engineering Conference, Tehran (In Persian).
6. Sohrab T. Samadi R., (2007), Preparation of Environmental Model for Establishment of Thermal Power Plants in the Country, Environmental Studies, 44, 73-82 pp (In Persian).
7. Pan, J., Teklu, Y., Rahman, S., & De Castro, A. (2000). An interval-based MADM approach to the identification of candidate alternatives in strategic resource planning. Power Systems, IEEE Transactions on, 15(4), 1441-1446.
8. Rezaeifar A., Jabal Ameli. M. S., Chayibakhsh Langeroodi. A. (2005). Project Risks Ranking Using Multi-Attribute Decision Making Models, The 2th International Project Management Conference, Tehran, Iran (In Persian).
9. Habibi A., Izadyar. P., Sarafrazi. A. (2014). Fuzzy Multi-criteria Decision Making, Katibeh gil Publishing (In Persian).
10. Yager, R. R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, 18(1), 183-190.
11. Bodily, S. E. (1985). Modern decision making: a guide to modelling with decision support systems. McGraw-Hill.
12. Mellers, B. A., & Chang, S. J. (1994). Representations of risk judgments. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 57(2), 167-184.
13. Public Service Commission of Wisconsin. (1999). "Common Power Plant Siting Criteria."http://psc.wi.gov/thelibrary/publications/electric/electric05.pdf.
14. Klassen, K. Marjerrison, A. (2002). "Siting a Wind Turbine Farm in Pipestone County, Minnesota Using a GIS Framework."
15. Delaney, K. Lachapelle, A. (2003). "A GIS Approach to Sitting a Coal-Fired

www.SID.ir

Power Plant in Franklin County, Illinois."

16. Martin, P. C. Hannah, I. W. (1991). Modern Power Station Practice, Vol. A (Station planning and design), British Electricity International.
17. Sadri, H. R. Adibfar, A. Hamidi, P. Sayad, J. (2004). "Techno-Economic Feasibility Power Plant Projects: Visions and Solutions." 19th International power system conference, Tehran, Iran.
18. SABAa. (2002). Report of the Site Selection Strategy for New Thermal Power Plants with considering Environmental Impacts and Using GIS, Iran Energy Efficiency Organization (IEEO - SABA), Environment Group.
19. SABAb. (2003). Report of the site selection for new thermal power plants in Semnan, Zanjan, Ilam and Ardebil Provinces, Iran Energy Efficiency Organization (IEEO - SABA), Environment Group.
20. Chi, K. H, Park, N. W. and Chung, C. J. (2002). "Fuzzy Logic Integration for Landslide Hazard Mapping Using Spatial Data from Boeun, Korea." Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications Ottawa.
21. Sui, D. Z. (1992). "A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban Land Evaluation." Journal of computers, Environment and Urban Systems, Vol. 16, PP. 101-115.
22. Jiang, H. Eastman, R. (2000). "Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS." International Journal of Geographic Information Science, Vol. 14, No 2, 173-184 pp.
23. Motiei langroodi, S. H., Nassiri, H., Azizi, A., Mostafaei, A. (2012) Modeling the ecological potential of land from the perspective of agricultural and rangelands using Fuzzy AHP method in the GIS environment (case study: Marvdasht City). land use planning. Vol. 4, No 6, 101-124 pp (In Persian).
24. Atayi, M. (2010). Fuzzy Multi-criteria Decision Making, Shahrood University of Technology Publishing (In Persian).
25. Carlsson, C., and R.Full´er and S.Full´er. (1997). "OWA operators for doctoral student selection problem", in: R.R.Yager and J.Kacprzyk eds., The ordered weighted averaging operators: Theory, Methodology, and Applications, Kluwer Academic Publishers, Boston, 197-178 pp.
26. Mousavi, M., Yazdani Chaharborj, R. (2015). Land suitability analysis for development of Tabriz city using AHP-OWA model, Journal of Geographical Researches of Urban Planning, Vol. 3, No 3, 361- 381 pp (In Persian).
27. Eastman, R. (2012), Idrisi selva tutorial, Clark University.
28. Darban Moghami, A., Shamsayi A., Shad, R., (2011), The systematic development of hydroelectric power plants using GIS and Topsis multi-criteria decision-making method, the 1th National System Approach Conference (In Persian).
29. WANG, Z. W., TANG, K., & YAN, L. (2011). Comprehensive Decision-making for the Site Selection of Thermal Power Plants Based on Entropy TOPSIS [J]. Safety and Environmental Engineering, 5, 027.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir