مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره یک، فروردین ماه ۱۴۰۱(۲۵ -۱۳)

کاربرد روش های تصمیم گیری چند معیاره (AHP-Promethee) در انتخاب و الویت بندی منابع آبی موجود جهت آبیاری فضای سبز(مطالعه موردی بویین زهرا)

علی صفری[۱]

مجیدعباسپور[۲*]

abbpor@sharif.edu

امیرحسین جاوید[۳]

دردانه آقاجانی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۶ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۱**

چکیده

زمینه و هدف: یکی از فاکتور های اساسی در حفاظت و توسعه فضای سبز شهری استفاده از منابع آبی در دسترس متناسب با ویژگی های فضای سبز در هر منطقه میباشد.در این مقاله به طرح تامین آب خام جهت تامین آب مورد نیازو با هدف آبیاری فضای سبز شهرستان بویین زهرا پرداخته شده است.

روش بررسی: برای این کار در ابتدا منابع آبی موجود در بویین زهرا تعیین و سپس به کمک پرسشنامه هایی که توسط افراد خبره تکمیل گردیدند معیار های موثر در فرآیند تصمیم گیری انتخاب منابع آبی، با استفاده از روش تحلیل سلسه مراتبی(AHP)وزن دهی شدند و در نهایت با کمک روش الویت بندی ترجیحی برای غنی سازی ارزیابی ها (Promethee) بهترین گزینه انتخاب گردید.

یافته ها: نتایج حاصله از روش (AHP) در نرم افزار Expert Choice نشان دهنده بالاتر بودن وزن معیار فنی، کاربردی و مدیریتی نسبت به سایر گزینه ها و منابع آبی چاه باغ شهرداری همراه با چاه های متفرقه به عنوان بهترین گزینه انتخاب گردید.و در مرحله دوم وزن ها و امتیازهای حاصله معیارها و گزینه ها که از قسمت اول حاصل گردیده ، به عنوان ورودی به نرم افزار Decision Lab 2000 انتخاب و رتبه بندی انجام و در این مرحله نیز نتیجه بدست آمده در محله اول، تایید شد.

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- استاد دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، و دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

* (مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴- دکتری مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

بحث و نتیجه گیری: مطالعه حاضر بیانگر آنست که معیارهای فنی، کاربردی و مدیریتی و زیست محیطی از مهم ترین عوامل تاثیر گذار درا انتخاب نوع منبع آبی آبیاری فضای سبز محسوب می گردند. به عبارت دیگر در انتخاب منابع آبی مناسب، دستیابی به استانداردها، مقاومت در برابر شوک هیدرولیکی، عدم نیاز به فن آوری پیشرفته جهت کنترل، راندمان سیستم، پارامترهایی هستند که بیشتر مورد توجه قرار می گیرند.

واژه های کلیدی: گزینش منابع آبی، تحلیل سلسله مراتبی، روش ساختار یافته رتبه بندی ترجیحی، تصمیم گیری چند معیاره، بویین زهرا

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 1, April, 2022

Using Multiple Criteria Decision Making (MCDM) for Selecting and Prioritizing of Existing Water Resources as Irragation Water (Case study: Green Area of Boienzahra City)

Ali safari[1]
Madjid Abbaspour[2*]
abbpor@sharif.edu
Amirhossein Javid[3]
Dordaneh Aghajani[4]

Admission Date: July 23, 2017 Date Received: March 16, 2017

Abstract

Background and Aim: One of the key factors in the conservation and development of urban green space is use of available water resource in each region according to the characteristics of green space in this paper providing of water for boeen-zahra's green space irrigation has been studied.

Method: First available water resources were determined then questionnaires completed by experts, and the effective criteria in the decision-making process of water resources selection were weighed using AHP (Analytical Hierarchy Process) method. Finally, the best option was selected using the preferential prioritization method to enrich the evaluations (Promethee).

Findings: The results of AHP method in Expert Choice software indicated that the weight of technical, practical and managerial criteria were higher than other options and water resources of municipal garden wells with miscellaneous wells were selected as the best option. In the second stage, the weights and scores obtained from the criteria and options of the first part, were selected and ranked as input to the Decision Lab 2000 software, and in this stage, the result obtained was confirmed in the first stage.

Discussion and Conclusion: The present study indicates that technical, practical, managerial and environmental criteria are the most important factors in choosing the type of water source for irrigation of green space. In other words, in choosing the right water resources, achieving standards, hydraulic shock resistance, no need for advanced technology to control, system efficiency, are the parameters that are most considered.

Keyword: Selection of water resource, AHP Method, PROMETHEE, MCDM, Boeinzahra

1- PhD Candidate, Department of Environmental Engineering, Graduate School of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Professor, Faculty of Mechanics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran & Department of Environmental Engineering, Graduate School of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *(*Corresponding Author*)
3- Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Graduate School of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4- PhD in Environmental Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Unit, Tehran, Iran.

مقدمه

محدودیت منابع آبی یکی از مشکلات اصلی توسعه فضای سبز محسوب می شود. حدود ۲,۳ از شهر های کشور در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارندو منابع آبی در آنها به صورت فزاینده ای در حال کمیاب شدن است.(1) این مهم برنا مه ریزان را بر آن داشته است که در فکر فراهم نمودن منابع جدید برای مصارف گوناگون باشند. در این خصوص مصارف آبی برای فضای سبز نیز مشمول این مهم قرار گرفته است .منابعی که هم اقتصادی بوده و در توسعه فضای سبز و حفظ محیط زیست نیز موثر باشند.در این مورد میبایست با انجام مطالعات دقیق و بررسی منابع آب مختلف موجود از لحاظ اقتصادی ،اثرات اجتماعی وفرهنگی وهمچنین زیست محیطی زمینه تامین منابع آبی مناسب را جهت حفظ و توسعه فضای سبز را فراهم آورد.(2) استفاده از آب قابل شرب جاری در شبکه توزیع شهری به منظور تأمین مصارف مورد نیاز پارکها، جنگلها و سایر مصارف فضای سبز عمومی علاوه بر تأثیرات سوء در مناطق بحرانی از نقطه نظر تأمین آبی از نظر هزینه های ریالی نیز مقرون به صرفه نمی باشد و لازم است حتی الامکان در'راستای آبیاری فضاهای سبز عمومی منابع دیگری همانند چاهاییکه کیفیت آب آنها برای شرب مناسب نبوده و از مدار بهره برداری خارج گردیده اند و در صورت امکان آبهای سطحی جاری در سطح مناطق و یا پساب حاصله از تصفیه خانه های فاضلاب استفاده نمودهدف از این تحقیق الویت بندی منابع آبی موجود با توجه به شرایط حاکم بر منطقه جهت تامین آب مورد نیاز آبیاری فضای سبز شهرستان بویین زهرا می باشد. تا با انتخاب بهترین گزینه اهداف اقتصادی ،زیست محیطی، اجتماعی و فرهنگی نیز تامین شود.(2) در تحقیقی که توسط فتابی، ترابیان و سایر همکاران (۱۳۹۲)با موضوع انتخاب روش بهینه تصفیه فاضلاب شهری با استفاده از روش AHP انجام شد و نتایج بیانگرآن بود که معیارهای فنی و زیست محیطی به عنوان موثرترین معیارها وبیولاک به عنوان فرایند مناسب تعیین شد. سید علی جوزی و همکار(۱۳۹۱) در تحقیقی با موضوع تجزیه و تحلیل زیست محیطی کشتارگاه های مرغ با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی نشان دادند که پساب قابلیت تخلیه به آب جاری، چاه، آبیاری کشاورزی را ندارد. Chio, Bae, Jee(2012) با به کارگیری روش AHP-PROMETHEE اقدام به ارزیابی منابع آبی مورد استفاده در کشاورزی پرداختندآنها با تعیین معیارها ی موثر و زیر معیارهای هرکدام از آنها و پس از مقایسات زوجی اقدام به الویت بندی معیارها و ارزیابی منابع آبی کشاورزی پرداختند.

مواد و روش ها

۱-معرفی منطقه مورد مطاله

شهرستان بوئین زهرا با وسعتی حدود ۳۰۰۳ کیلومتر مربع از شمال به شهر قزوین و شهرستان الوند از جنوب به استان مرکزی و شهرستان آوج و از شرق به استان البرز و شهرستان آبیک و از غرب با شهرستان تاکستان هم مرز است. در محدوده ۴۹ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۶ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و در ارتفاع ۱۲۲۵ متری از سطح دریا قراردارد.این شهرستان در جنوب استان قزوین قرار گرفته و درفاصله پنجاه کیلومتری شهر قزوین قرار گرفته است.از جنوب به استان مرکزی محدود می شود و حدوداً ۱/۳۰۰ مساحت کل کشور را در بر می گیرد. (3)

شکل۱- موقعیت جغرافیایی شهر بویین زهرا

Figure 1. Geographical Location of Boienzahra City

۲- منابع آبی موجود در شهرستان بویین زهرا

منابع آبی موجود در منطقه مورد مطالعه شامل دو حلقه چاه آب منزل شخصی(P.H.W) واقع در خیابان شهرداری و چاه آب باغ شهر داری(G.M.W) واقع در جاده سلامت وچندین چاه متفرقه(O.W) میباشد. علاوه بر آن پساب تصفیه خانه فاضلاب(W.W) در قسمت شمالی جاده ترانزیت تهران همدان واقع شده که در حال حاضر برای آبیاری فضای سبز شهر مورد استفاده قرار نمیگیرد . منابع آبی مورد مطالعه در پرسشنامه شامل موارد نامبرده و ترکیبی از آنها به صورت دوبه دوبا یکدیگر میباشد. . شایان ذکر است که در نتایج خروجی از نرم افزارها مخفف عنوان منابع نامبرده به صورتی که ذکر شده است نشان داده خواهند شد. (3)

جدول ۱-موقعیت منابع آب خام موجود شهر بوئین زهرا

Table1. Location of Existing Raw water Resources in Boienzahra City

نقطه	مختصات جغرافیایی					
	طول جغرافیایی (E)			عرض جغرافیایی (N)		
چاه آب خام منزل شخصی	۳۹/۷۰ "	۰۳ '	۵۰°	۵۳/۲۴ "	۴۵ '	۳۵°
چاه باغ شهرداری	۳۱/۵۹ "	۰۳ '	۵۰°	۱۲/۲۲ "	۴۵ '	۳۵°
پساب تصفیه خانه فاضلاب	۲۶/۳۳ "	۰۶ '	۵۰°	۳۱"	۴۶ '	۳۵°

مشخصات کمی و کیفی چاه های نامبرده در جدول زیر در جدول ۲و۳ذکر گردیده است،لازم به ذکر است که میزان فاضلاب ورودی به تصفیه خانه $۱۵۶۰ \frac{m^3}{day}$ می باشد و با در نظر گرفتن استاندارد های کیفی تخلیه فاضلاب به محیط های پذیرنده و با در نظر داشتن این مسله که احتمال تماس افراد با پساب را ممکن میسازد با اصلاح چند پارامتر (میزان مواد معلق کل(TSS)-کلیفرم های مدفوعی-کل کلی فرم ها)و با درپیش بینی واحدهایی چون اختلاط و انعقاد-ته نشینی- کلر زنی و فیلتراسیون امکان استفاده از پساب جهت هدف مربوطه میسر میشود.

جدول ۲- خلاصه اطلاعات کمی چاه های دشت قزوین

Table 2. Summary of Quantity Data of Qazvin Plain

کمیت / پارامتر	واحد	متوسط	حداقل	حداکثر
دبی حداقل	m^3/d	۴/۴۰	۰/۰۱	۴۰
دبی حداکثر	m^3/d	۱۶/۱۵	۰/۰۴	۱۲۰
تخلیه سالیانه	m^3	۲۴۶۰۳۶/۹۱	۳۱۵/۳۶	۲۵۲۲۸۸۰
بهره برداری سالیانه	m^3	۱۹۳۷۳۴/۹۹	۰	۲۱۸۴۱۹۲
EC	µmhos/cm	۸۹۶/۴۱	۱۱۵	۴۷۰۰
pH	-	۷/۹۸	۶/۳	۹/۷

جدول۳- مقایسه کیفیت آب چاه های دشت

Table 3. Comarison of Ground water Quality of Qazvin Plain

ردیف	پارامتر	واحد	غلظت چاه باغ شهرداری	غلظت چاه منزل شخصی	متوسط غلظت چاه های دشت قزوین
۱	pH	-	۷/۴	۷/۰	۷/۶
۲	TDS	mg/L	۲۱۶۰	۸۸۹	۱۰۹۳
۳	EC	µs/cm	۳۲۰۳	۱۲۴۱	۱۷۹۲
۴	کلسیم	mg/L	۴۹۰/۸	۱۹۲/۳	۸۶/۲
۵	منیزیوم	mg/L	۹۵/۹	۱۲/۱	۵۸/۳
۶	سدیم	mg/L	۱۰۵/۴	۵۹/۷	۱۹۵/۴
۷	پتاسیم	mg/L	۸/۸	۵/۹	۳/۹۱
۸	کربنات	mg/L	۰	۰	۰
۹	بی کربنات	mg/L	۸۸	۱۴۵	۲۵۶/۲
۱۰	سولفات	mg/L	۲۸۳	۱۵۶	۲۶۸/۸
۱۱	کلراید	mg/L	۹۸۲/۶	۲۳۱/۴	۲۷۶/۵
۱۲	سختی کل	mg/L as $CaCO_3$	۱۶۱۹	۵۳۰	۴۵۳

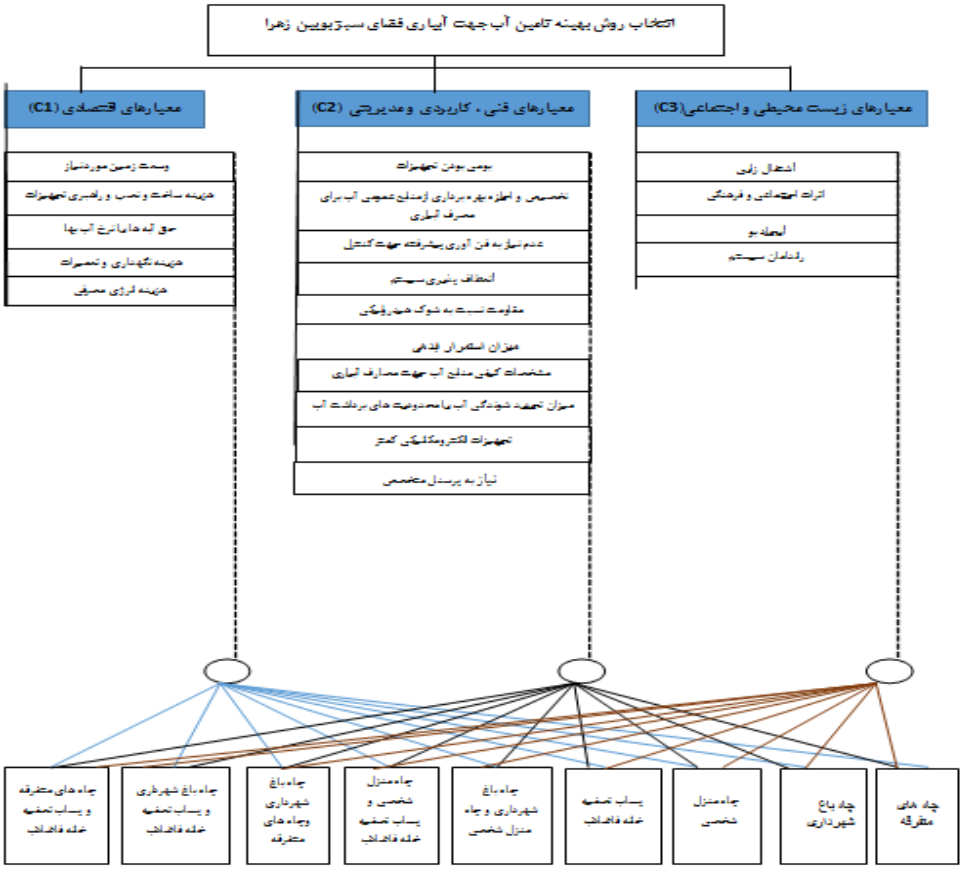
۳-معرفی فضای سبز در شهرستان بویین زهرا

فضای سبز عمومی بویین زهرا شامل فضای سبز پارکهای عمومی و بوستان ها ، فضای سبز بلوارها و خیابانها، فضای سبز و گل کاریهای میادین می باشد. در حال حاضر سرانه فضای سبز شهروندان بویین زهرا به ۴۴/۳۳ متر مربع رسیده است. بر اساس نقشه های منطقه، مساحت فضای سبز شهری شامل بوستان ها، میادین، بولوارها و حاشیه خیابان ها تقریبا ۸۰/۷۳ هکتار می باشد. (7)

۴-وزن دهی به روش AHP

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ابزاری است که به صورت گسترده در تصمیم گیری چند معیاره استفاده شده و نخستین بار توسط ساعتی مطرح شده است .)4(اساس کار این روش را مقایسات زوجی بین معیار ها تشکیل میدهد ،به طوریکه هر عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه میشود سپس با تلفیق وزن های نسبی وزن نهایی هر گزینه محاسبه میشود. یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسه مراتبی کنترل سازگاری

تصمیم است و همواره میتوان نسبت به سازگاری یا ناسازگاری تصمیم قضاوت نمودد ماتریس های سازگار محاسبه وزن ساده بوده واز طریق نرمالیزه کردن عناصر ستون ها به دست می آید ومقدار ناسازگاری سیستم صفر است ولی در ماتریس های ناسازگار محاسبه وزن مشکل تر بوده که مقدار ناسازگاری باید محاسبه شود(5). محدوده قابل قبول ناسازاگاری در هر سیستم بستگی به تصمیم گیرنده دارد ولی در حالت کلی پیشنهاد میشود که چنانچه ناسازگاری تصمیم بیشتر از ۰,۱ باشد تصمیم گیرنده در قضاوت خود تجدید نظر کند(6). برای وزن دهی معیارها ابتدا یک ماتریس تصمیم گیری تشکیل میشود که معیارها تصمیم گیری سطر ها و ستون های این ماتریس را تشکیل میدهند قطر اصلی این ماتریس برابر یک میباشد. اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ،ایجاد یک نمایش گرافیکی از مساله میباشد مانند آنچه در نمودار(۱)می بینیم که درآن هدف ، معیارها و گزینه ها نشان داده شده اند. (5)



نمودار ۱- سلسه مراتبی انتخاب بهترین منابع آبی

Diagram 1. AHP of the Best Water Resources Selection

۵-روش ساختار یافته رتبه بندی ترجیحی (PROMETHEE)

یکی دیگر از روش های تصمیم گیری چند شاخصه، روش ساختار یافته ی رتبه بندی ترجیحی باغنی سازی ارزیابی ها (Promethee) است.(4) رتبه بندی گزینه ها با مقایسه زوجی گزینه ها در هر شاخص انجام میشود.مقایسه بر پایه یک تابع برتری از پیش تعریف شده با دامنه $[0,+1]$ اندازه گیری می شود. روش Promethee شش معیار تعمیم یافته را برای تعریف تابع برتری در اختیار تصمیم گیرنده قرار می دهد.(4) به منظور کاربرد این توابع در مسائل گوناگون در مورد هر تابع دو پارامتر باید تعریف بشوندیکی q آستانه بیتفاوتی و p آستانه اولویت اکید. که آستانه بی تفاوتی q، بزرگترین اختلاف بین دو

گزینه است که توسط تصمیم گیرنده قابل اغماض در نظر گرفته می شود. در حالیکه آستانه اولویت p، کوچکترین اختلافی است که برای حصول یک اولویت کامل بین دو گزینه، کافی در نظر گرفته می شود. بنابراین شناخت معیار تعمیم یافته مناسب منوط به انتخاب پارامترهای مناسب بوده که البته کار آسانی است.(6) توابع برتری در این تحقیق بر اساس نظرات خبرگان و متخصصان شامل یک تن کارشناس ارشد مدیریت منابع آب، یک تن کارشناس ارشد مهندسی کیفیت ، یک تن دکترای مهندسی صنایع و بر مبنای وضعیت صنایع مورد بررسی و تعیین گردیده است. و این توابع می تواند بر مبنای وضعیت حاکم در صنایع و مطالعات مختلف متفاوت در نظر گرفته شود.ولیکن در این تحقیق تابع مربوط شاخص اقتصادی و محیط زیستی ،اجتماعی از نوع تابع V shape (خطی) و شاخص فنی و کاربردی،مدیریتی ا زنوع تابع V shape within Herence (با ناحیه بی تفاوتی) می باشد. و بر همین اساس اعداد آستانه و اعداد بی تفاوتی مربوط به هر تابع در جدول ۳ قابل مشاهده میباشد

PROMETHEE I(رتبه بندی جزئی)و PROMETHEE II (رتبه بندی کامل) توسط جی پی برنز ابداع و برای اولین بار در سال ۱۹۸۲ در یک کنفرانس در دانشگاه لاوال کبک در کانادا ارائه شد.PROMETHEE III)4 رتبه بندی مبتنی بر فواصل) و PROMETHEE IV (حالت پیوسته) را ایجاد کردند. این نویسندگان در سال ۱۹۸۸ مدول دیداری GAIA، نمایش گرافیکی جالبی که از متدولوژی PROMETHEE حمایت می کند را ابداع کردند. (3) مطلوب تصمیم گیرنده در هر تصمیمی تعیین گزینه ای است که بطور همزمان تمام معیارهای تصمیم گیری را بهینه کند. مفهوم بهینگی در معیارهای مختلف متفاوت می باشد.بدین معنی که در برخی معیارها بهینه سازی به معنای کمینه سازی آنها و در برخی دیگر به معنای بیشینه سازی آنها می باشد.(3)

۶-الویت بندی منابع آب با روش تصمیم گیری چند معیاره AHP- PROMETHEE.

در این تحقیق از روش تصمیم گیری چندشاخصه برای انتخاب روش بهینه تامین آب با هدف آبیاری فضای سبز شهرستان بویین زهرا استفاده شده است.برای پوشش این هدف از روش ترکیبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP و روش ساختار یافته ی رتبه بندی ترجیحی باغنی سازی ارزیابی ها PROMETHEE استفاده شده. در قسمت اول از AHP برای تعریف معیارها، زیر معیارها و گزینه های موثر درتامین آب بر اساس نظریه خبرگان و متخصصان استفاده و سپس پرسشنامه های تهیه شده توسط ۲۰ نفر از متخصصین و خبرگان در زمینه منابع آب و فرایندهای تصفیه فاضلاب (شامل ۲نفر دکتری محیطزیست،۱۰نفر کارشناس ارشد محیط زیست،۴نفر دکتری بهداشت محیط،۴نفر کارشناس ارشد بهداشت محیط)تکمیل گردید.تعداد این افراد با توجه به جمعیت بویین زهرا وبا استفاده از فرمول جامعه آماری کوکران به دست آمده است. در این تحقیق برای مقایسه معیارها و زیرمعیارها با یکدیگر از پرسشنامه طراحی شده بر اساس جدول مقیاس‌های ۱-۹ (لیکرت) استفاده شده است و مفاهیم مربوط به هر عدد در جدول ۱ ارائه شده است .و در نهایت با استفاده از نرم افزار Expert Choiceارزیابی و اولویت بندی گزینه ها صورت پذیرفت. سپس وزن ها و امتیازهای حاصله معیارها و گزینه ها که از قسمت اول حاصل گردیده ، به عنوان ورودی در روش ساختاریافته ی رتبه بندی ترجیحی برای غنی سازی ارزیابی ها (Promethee) وارد و با ستفاده از نرم افزار Decision Lab 2000 رتبه بندی انجام شد.در جدول (۴) معیار های اصلی و زیر معیار های آنها در پرسشنامه ها را نشان می دهد .

جدول ۴- معیار های اصلی و زیر معیار های مربوط به هر کدام

Table 4. Main Criteria and Sub Criteria

بیان کیفی	مقدار عددی
همانند یکدیگر	۱
به مقدار بسیارکمی ارجح تر	۳
کم ارجح تر	۵
خیلی ارجح تر	۷
فوق العاده ارجح تر	۹
مقادیر حد واسط	۲،۴،۶،۸

۷-ارزیابی منابع آبی مورد بررسی از نقطه نظر پتانسیل نفوذ

در بررسی آبهایی که با هدف کشاورزی و آبیاری مورد استفاده قرار می گیرند منابع آبی مورد نظر از نقطه نظر های مختلف ، از جمله پتانسیل نفوذ مورد ارزیابی قرار میگیرد تا از ضایعات ناشی از متناسب نبودن ترکیب شیمیایی آب در خاک جلو گیری به عمل آید. در این تحقیق ۵ پارامتر مختلف جهت تعیین پتانسیل نفوذ املاح در خاک مورد ارزیابی قرار گرفت،این ارزیابی شامل:

۱. درصد سدیم محلول (Soluble Sodium Percentage)

۲. طبقه بندی ویلکاکس (۱۹۵۸)

۳. نسبت جذب سدیم (Sodium Absorption Ratio)

۴. شاخص باقیمانده کربنات سدیم (RSC)،

۵. روش دیاگرام آزمایشگاه‌شوری آمریکا(این روش در سال ۱۹۵۴ از طرف کارمندان آزمایشگاه ریورساید کالیفرنیا در آمریکا ابداع گردیده است).

همچنین براساس نظریه Scofield در مورد طبقه بندی آب برای آبیاری که براساس درصد سدیم محلول (نسبت سدیم به کل کاتیون ها) و هدایت الکتریکی برای آبیاری مجاز یا غیر مجازتشخیص داده می شود.

۳-بحث و نتیجه گیری

۱-۳- نتایج حاصل از ارزیابی کیفیت آب با توجه به فاکتور پتانسیل نفوذ جهت تامین آب برای آبیاری فضای سبز بویین زهرا به صورت زیر میباشد.

جدول۵- ارزیابی کیفیت نفوذ با توجه به فاکتور پتانسیل نفوذ

Table 5. Assessment of quality of Penetration According to Potential penetration Factor

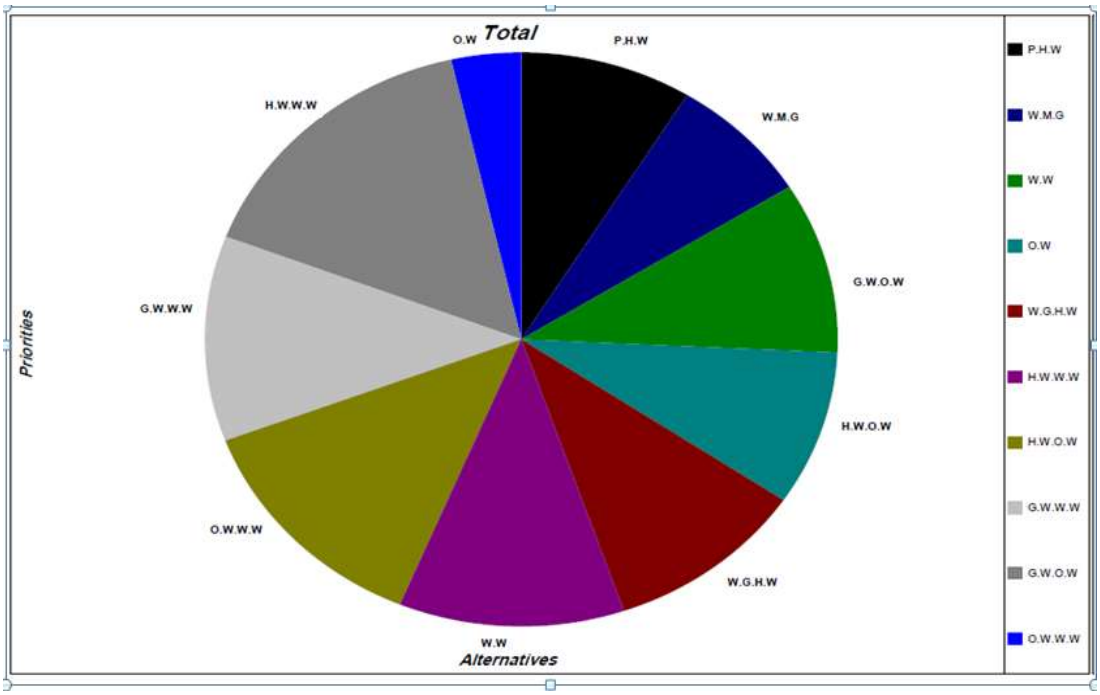
پارامتر	آب چاه باغ شهرداری	تحلیل	آب چاه منزل شخصی خیابان شهرداری	تحلیل
SAR	1.14	مناسب برای آبیاری	1.13	مناسب برای آبیاری
$SAR_{adj.}$	1.12	مناسب برای آبیاری	1.18	مناسب برای آبیاری
RSC	-30.937	مناسب برای آبیاری	-8.215	مناسب برای آبیاری
Scofield	SSP=12.33 EC=3203	نامناسب برای آبیاری	SSP=19.47 EC=1241	مجاز برای آبیاری
Wilcox	S1	مناسب برای آبیاری	S1	مناسب برای آبیاری
آزمایشگاه شوری آمریکا	C4-S1	نامناسب برای آبیاری	C3-S1	با احتیاط مصرف شود

همانگونه که مشاهده می شود بر اساس ۶ شاخص بررسی شده، آب چاه واقع در منزل شخصی بدون هیچ مشکلی برای آبیاری قابل استفاده می باشد. این در حالی است که چاه واقع در باغ شهرداری از نظر ۴شاخص برای آبیاری مناسب بوده و از نظر دو شاخص دیگر برای آبیاری نامناسب است. بدیهی است خشک سالی های مکرر، کاهش بارندگی و تغذیه سفره های آب زیرزمینی منطقه وپایین رفتن سطح آنها، مصرف بی رویه از آب آنها می تواند عاملی برای کاهش کیفیت آب در سال های اخیر گردد. همچنین آبیاری فضای سبز با این آب، در کوتاه مدت آثار سوء خود را به خوبی نشان نخواهد داد.

۲-۳-نتایج فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

وزن دهی های صورت گرفته توسط متخصیص قبل از ورود به نرم افزار میانگین گیری شده و در نهایت با استفاده از نرم افزار Expert Choiceارزیابی و اولویت بندی گزینه ها به صورت شکل ۲ انجام پذیرفت.

در این مرحله نرخ ناسازگاری توسط نرم افزار محاسبه و در نرخ های محاسبه شده مناسب و قابل قبول بوده اند.زیرا در تمام تصمیم گیری ها نرخ ناسازگاری زیر ۰,۱ بوده و تنها در یک مورد بالاتر بوده است که با تجدید نظر در تصمیم گیری این موضوع مرتفع گردید.در ارزیابی و الویت بندی گزینه ها به وسیله نرم افزار Expert Choice ، سیستم ترکیبی چاه باغ شهرداری و چاه های متفرقه بالاترین رتبه را نسبت به هدف کلی به دست آورده و به عنوان بهترین گزینه مشخص شد.



شکل۲- نتایج حاصل از نرم افزار Expert Choice،وضعیت منابع آبی انتخابی به هدف پروژه

Figure 2. Results of Expert Choice Software

الویت بندی کلی منابع آبی به صورت زیر انجام گرفت (نتایج خروجی از نرم افزار Expert choice)

۱- چاه منزل شخصی و پساب تصفیه خانه فاضلاب۲- چاه باغ شهر داری و پساب ۳- چاه های متفرقه و پساب تصفیه خانه فاضلاب ۴- پساب تصفیه خانه فاضلاب۵- چاه منزل شخصی و چاه باغ شهرداری-۶-چاه منزل شخصی و چاه باغ شهرداری-۷-چاه باغ شهرداری وچاه متفرقه -۸-چاه منزل شخصی ۹-چاه باغ شهرداری -۱۰-چاه های متفرقه

همچنین در بین زیرمعیارها معیار فنی، کاربردی و مدیریتی بیشترین امتیاز را به دست آورد و به عنوان موثرترین معیار در تصمیم گیری انتخاب بهترین روش برای تامین آب آبیاری فضای سبز شهرستان بویین زهرا مشخص گردید و معیارهای زیست محیطی و فرهنگی و اقتصادی در رتبه های بعدی قرار گرفته اند. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق شاخص های مربوط به معیار فنی، کاربردی و مدیریتی، دستیابی به استاندارد ها با امتیاز ۰/۳۵۹و مقاومت در برابر شوک هیدرولیکی با امتیاز۰/۱۸۸ و عدم نیاز به تکنولوژی پیشرفته ۰/۰۱۲۳بالاترین امتیاز را کسب نموده اند.

در بین زیرمعیارهای معیار اقتصادی، هزینه انرژی مصرفی با امتیاز ۰/۶۴۴و هزینه تعمیرات و نگهداری با امتیاز ۰/۱۵۱ و هزینه راهبری سیستم با ۰/۱۰۴ بالاترین امتیاز را کسب نموده اند.

در بین زیر معیارهای معیار زیست محیطی و اجتماعی، راندمان سیستم با امتیاز ۰/۶۵۸ و اثرات اجتماعی و فرهنگی با امتیاز ۰/۲۰۳ و تولید بو با امتیاز ۰/۰۹۲ بالاترین امتیاز را به دست آوده اند.

۳-۳-نتایج پرامیتی

در روش ساختار یافته ی رتبه بندی ترجیحی برای غنی سازی ارزیابی گزینه های مورد نظر شامل ها چاه منزل شخصی، چاه باغ شهرداری، پساب تصفیه خانه فاضلاب، چاه های متفرقه،

چاه منزل شخصی و جاه باغ شهرداری، چاه منزل شخصی و چاههای متفرقه، چاه منزل شخصی و پساب تصفیه خانه فاضلاب، چاه باغ شهرداری و پساب تصفیه خانه فاضلاب، چاه باغ شهرداری و چاه های متفرقه ، پساب تصفیه خانه فاضلاب و چاه های متفرقه با سه شاخص اقتصادی، فنی، کاربردی و مدیریتی، زیست محیطی اجتماعی مورد ارزیابی قرار می گیرند.

شاخص اقتصادی از نوع منفی و دو شاخص دیگر مثبت هستند جدول (۶) نشان دهنده .ماتریس تصمیم می باشد.

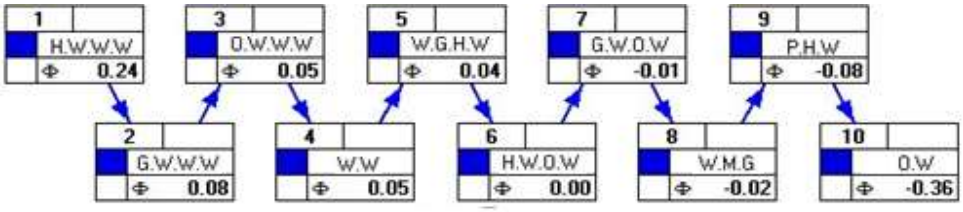
حال اطلاعات مورد نیاز نرم افزار که مشتمل بر وزن های حاصل از خروجی مقایسات زوجی یا همان AHP و با استفاده از نرم افزار Expert Choice به دست آمده است در نرم افزار Decision Lab 2000 وارد می نماییم.

جدول۶- جدول ماتریس ورودی نرم افزار Decision Lab 2000

Table 6. Input Matrix of Decision Lab 2000 Software

	economy	technical	environment
Min/Max	Minimize	Maximize	Maximize
Weight	0.0580	0.6630	0.2780
Preference Function	V-Shape	Linear	V-Shape
Indiference Threshold	-	0.0370	-
Preference Threshold	0.0520	0.1240	0.1310
Gaussian Threshold	-	-	-
Threshold Unit	Absolute	Absolute	Absolute
Unit			
personal home well	0.057	0.095	0.080
well municipal garden	0.069	0.071	0.082
wastewater	0.052	0.101	0.103
other wells	0.066	0.089	0.088
wells garden and home well	0.112	0.101	0.102
home wells and wastewater	0.114	0.118	0.110
home wells and other wells	0.171	0.124	0.131
garden wells and wastewater	0.140	0.111	0.117
garden wells and other wells	0.192	0.152	0.152
other wells and waste water	0.024	0.037	0.034

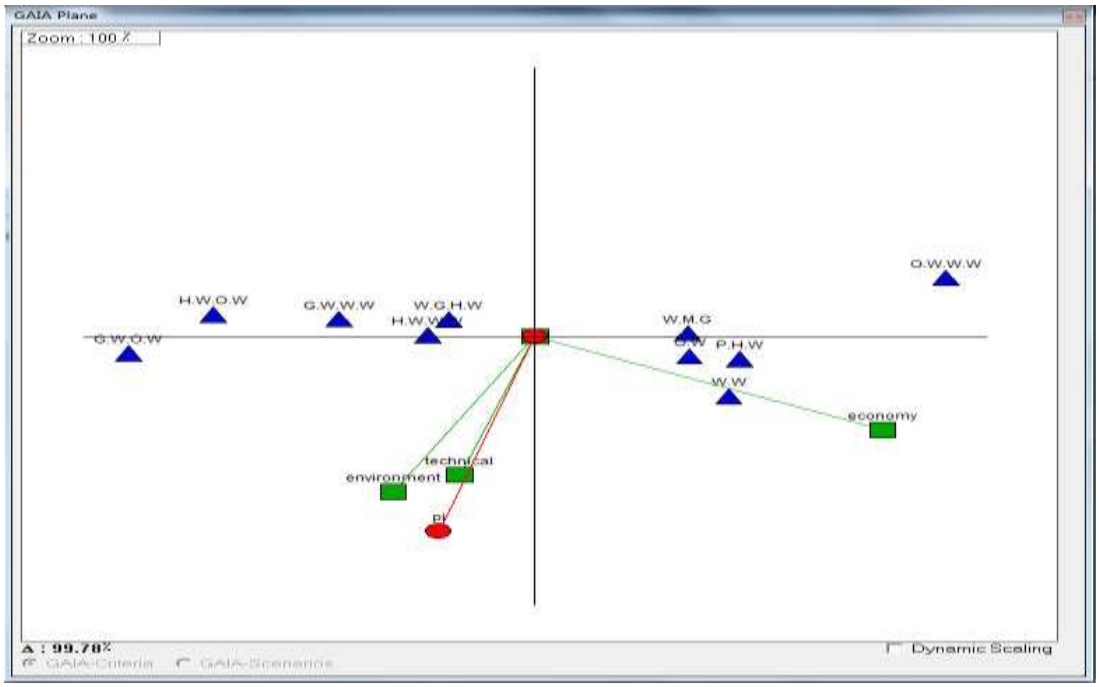
سپس بر مبنای اطلاعات ورودی و تعیین تابع ها و اعداد آستانه و آستانه بی تفاوتی محاسبات آن توسط نرم افزار Decision Lab 2000 انجام و رتبه بندی کامل بر مبنای Promethee دو صورت پذیرفت.



شکل۳- رتبه بندی کامل بر مبنای Promethee 2

Figure 3. Full Scoring According to Promethee 2

مدول دیداری GAIAابزاری جهت درک دیداری از مسائله تصمیم گیری می باشد.حین استفاده از این ابزار، اطلاعات موجود تا حد امکان حفظ می گردند. نتایج خروجی با استفاده از صفحه گایا الویت بندی منابع آبی را به صورت زیر نمایش می دهد. در شکل فوق برداری با نام Pi به شکل دایره مشخص گردیده است.این بردار، بردار تصمیم نام داشته و تعیین کننده تصمیم نهایی مسئله و انتخابگر بهترین گزینه تصمیم گیری می باشد.تفسیر این بردار به این صورت است که هر گزینه ای که به این بردار نزدیکتر باشد،گزینه ای خواهد بود که معیارهای مسئله را در ترکیب وزنی بهتری با یکدیگر قرار می دهد.



شکل۴-تحلیل گزینه ها در صفحه GAIA

Figure 4. Analysis of Options in GAIA Windows

از میان معیارها، معیار فنی، کابردی و مدیریتی دارای اولین الویت ومعیارهای زیست محیطی و اجتماعی و در نهایت اقتصادی به ترتیب االویت های بعدی می باشند. همچنین الویت بندی منابع آبی جهت تامین آب مورد نیاز آبیاری فضای سبز در خروجی از نرم افزار Decision Lab 2000 نیز به صورت زیر می باشد .

۱- چاه منزل شخصی و پساب تصفیه خانه فاضلاب۲- چاه باغ شهر داری و پساب ۳- چاه های متفرقه و پساب تصفیه خانه فاضلاب ۴- پساب تصفیه خانه فاضلاب۵- چاه منزل شخصی و چاه باغ شهرداری-۶-چاه منزل شخصی و چاه باغ شهرداری-۷- چاه باغ شهرداری وچاه متفرقه -۸-چاه منزل شخصی ۹-چاه باغ شهرداری -۱۰-چاه های متفرقه

نتیجه گیری

در این تحقیق در قسمت اول (AHP)معیار فنی، کاربردی و مدیریتی بیشترین امتیاز را به دست آورد. بنابراین این معیار در تصمیم گیری نسبت به معیار زیست محیطی و اجتماعی تاثیر بیشتری دارد و معیار زیست محیطی هم تاثیر بیشتری نسبت به معیار اقتصادی دارد.پس مشخص می گردد که معیارهای فنی، کاربردی و مدیریتی و زیست محیطی از مهم ترین عوامل تاثیر گذار دراین انتخاب محسوب می گردند. به عبارت دیگر در انتخاب منابع آبی مناسب، دستیابی به استانداردها، مقاومت در برابر شوک هیدرولیکی، عدم نیاز به فن آوری پیشرفته جهت کنترل، راندمان سیستم، پارامترهایی هستند که بیشتر مورد توجه قرار می گیرند زیرا این پارامترها اساس تامین آب را تشکیل می دهند. در صورتی که فرایند تامین آب از دستیابی به استانداردها ناتوان باشد، یعنی کیفیت آب خروجی برای تخلیه در فضای سبز نامناسب بوده و هدف اصلی طرح برآورده نخواهد شد. یا با توجه به شرایط محل مورد مطالعه قادر به تحمل شوک بار هیدرولیکی نباشد، در این صورت جریان های ورودی باعث اختلال در فرایند آبیاری شده و برای اجتناب از این مشکل مجبور به هدایت مستقیم فاضلاب تولیدی به فاضلاب رو ها خواهد شد که تبعات زیست محیطی زیادی را به همراه خواهد داشت.عدم نیاز به فن آوری پیشرفته جهت کنترل ، یکی از پارامترهای محدود کننده به دلیل عدم امکان تامین قطعات یدکی مورد نیاز، بالا رفتن هزینه نگهداری و تعمیرات و ایجاد مشکل در راهبری سیستم در شرایط مختلف بعضا هزینه ها را افزایش و امکان استفاده ازمنابع آبی خاص را نیز تحت الشعاع قرار می دهد. لذا می توان گفت که مسایل

فنی و زیست محیطی اهمیت بیشتری در انتخاب مناسب روش آبیاری دارند و حتی اگر هزینه های زیربنایی هم در دسترس باشند.

با عنایت به مقایسه نتایج حاصل از دو روش و بررسی دقیق آنها نتیجه گرفته می شود که بهترین روش تامین آب با توجه به پرسشنامه تکمیل شده امتیازها و وزن های حاصله منبع آبی چاه منزل شخصی و پساب تصفیه خانه فاضلاب می باشد ولی از آنجا که تامین آب مورد نیاز آبیاری تنها با یک روش صورت نمی گیرد .لذا این تحقیق بیانگر این مطلب خواهد بود که روش های تصمیم گیری مورد استفاده و معیارهای در نظر گرفته شده به تصمیم گیرندگان این امتیاز را ارائه نموده تا در صورت تغییر شرایط حاکم و نیز اهمیت معیارها ، گزینه هایی راکه در جایگاه های دوم و سوم هستند را نیز مورد توجه قرار دهند.

References

1. Farjudi Ahangari, Mohammad Ali and Adib, Ahmad and Aghajani Bazazi, Abbas and Bangian, Amirhossein and Shapoori, Maryam. Application of Multi-Criteria Decision Making Methods (AHP-TOPSIS) in selecting and prioritizing suitable plant species for reconstruction of Songun copper mine, National Conference on Mineral Sciences, 2014, Sari, https://civilica.com/doc/307152 (In Persian)
2. Bemanian. M. Motusali. M. Habibpour. A. Investigating the Necessities and Objectives of Establishing Water Supply and Irrigation Systems for Urban Green Space with Raw Water. Third National Conference on Green Space and Urban Landscape, Spring 2008, Special Issue No. 27. (In Persian)
3. GhaziNouri. S. Tabatabayan. H. Sensitivity analysis of multi-criteria decision-making problems in relation to the type of technique used in the case study. Journal of Management Knowledge Year 15 Issue 56 Spring 2002 Year 129-141. (In Persian)
4. Momeni.M. Sharifi Salim.A. Multi-criteria decision models and software. Publications. Author. (In Persian)
5. Ghodsipour. Analytic Hierarchy Process (AHP). Amirkabir University of Technology. 2019. (In Persian)
6. Tofigh.A. Decision making by AHP method. Saati. L. Iran Industrial Training and Research Center. 2012. (In Persian)
7. Qazvin Province Water Resources Report, 2013. (In Persian)