فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال چهاردهم/ شماره ۴۸ / تابستان ۱۳۹۸

جایگاه نقاط بی تفاوتی در مسائل تصمیم گیری چند معیاره (مطالعه موردی ارزیابی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب شهری استان زنجان)

ارشد فرهمندیان
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
رضا رادفر(نویسنده مسؤول)
استاد،گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Email: radfar@gmail.com
محمدعلی افشارکاظمی
دانشیار،گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۰۹ * تاریخ پذیرش ۹۸/۰۳/۱۲

چکیده

تصمیمات مربوط به فرایند ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان باید با بررسی همه گزینه‌های ممکن انجام گیرد، در غیر اینصورت در مرحله پیاده سازی و اجرا، سازمان با مشکلات عدیده‌ای روبرو خواهد شد. هدف مطالعه حاضر تعیین نقاط بی تفاوتی ارزیابی تأمین کنندگان شرکت آب و فاضلاب شهری استان زنجان می‌باشد.مطالعه حاضر از نوع توصیفی می‌باشد. داده‌های این مطالعه مربوط به ارزیابی تأمین کنندگان یکی از پروژه های شرکت آب و فاضلاب شهری استان زنجان می‌باشد. داده‌ها بر اساس نظرات ۱۰ نفر از خبرگان که دارای حداقل مدرک کارشناسی و همچنین حداقل ۵ سال سابقه کار در شرکت را داشتند بر اساس «فرم ارزیابی تأمین کنندگان» جمع آوری شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار Matlab نسخه ۲۰۱۴ تحلیل شده اند. تعداد ۱۰ مورد ماتریس هم ارز با ماتریس اولیه تصمیم گیری به تفکیک برای هر روش شناسایی و تولید شده است. روش TOPSIS-GA=2، TOPSIS- PSO = 3، AHP- GA= 2 و روش HP- PSO = 3 از بین ماتریس های هم ارز شناسایی شده ماتریس مربوط به خروجی دوم TOPSIS-GAبراساس نظر خبرگان شرکت به عنوان گزینه مطلوب انتخاب به عنوان نسخه نهایی جهت تطبیق در اختیار پیمانکار مربوطه قرار گرفته شده است.

کلمات کلیدی: منحنی‌های بی تفاوتی، الگوریتم‌های فراابتکاری، ماتریس‌های هم ارز، نرخ نهایی جانشینی.

۱- مقدمه

درجهان رقابتی کنونی که بهره وری در تمامی زمینه هاافزایش یافته است،تنها سازمانهایی می توانند باقی بمانند که به بهترین وجه از منابع خود استفاده کرده و بیشترین بهره وری را داشته باشند(Radfar, 2015).با توجه به رقابت تنگاتنگ سازمان‌ها در جوامع امروزی، مدیریت صحیح هزینه‌ها به منظور افزایش سودآوری و جلب رضایت مشتریان توجه بسیاری را به خود جلب نموده‌است. مدیران و تصمیم‌گیرندگان ممکن است برای بقای خود در این فضا از سیاست‌هایی بهره بگیرند، اما نتیجه نهایی مطلوب تنها زمانی رقم خواهد خورد که از یک برنامه دقیق و جامع استفاده شده باشد(Shahbazi, 2016).تصمیم‌گیری بخش مهمّی از زندگی ما را تشکیل می‌دهد، ما هر روزه خود بارها مجبور به تصمیم‌گیری‌های کوچک و بزرگ هستیم. تصمیمات، زندگی ما را شکل می‌دهد ما از طریق انتخاب‌ها و تصمیم‌هایمان قدرت می‌گیریم.تاکنون تعاریف زیادی از تصمیم گیری ارائه شده است که همگی بر این مفهوم تاکید دارند که تصمیم گیری بر انتخاب افراد دلالت دارد و افراد این انتخاب را از بین گزینه های مختلف که ممکن است محدود یا نا محدود باشند، انجام می دهد(Intriligator,1971).در خوشبینانه ترین حالت تعداد معدودی ازتصمیمات ما به طور کامل اجرا می گردد.یکی از دلایل اجرا نشدن این تصمیمات عدم انعطاف پذیری در منابع و امکانات سازمان ها می باشد.همانطوریکه درتعاریف مربوط به تصمیمگیری آمده است،تصمیم گیری عبارت از فراگردی است که از طریق آن،راه حل مسئله معینی انتخاب می گردد(Ali, 2017).ودر تعریف دیگری فراگردی که طی آن شیوه عمل خاصی برای حل مسئله یا مشکل ویژه برگزیده می شود(Leili, 2017). درهمه این تعاریف، انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود مد نظر می باشد. امروزه هزاران مقاله و کتاب در رابطه با تصمیم گیری به ویژه تصمیم گیری چند معیاره MCDM وجود دارد و هر روز نیز به تعداد آن افزوده می شود.تنها بین سالهای ۱۹۸۷تا ۱۹۹۲ در زمینه تصمیم گیری چند معیاره حدود ۱۲۱۶مقاله ،۲۰۸ کتاب ،۳۱ مجله علمی مرتبط و ۱۴۳ کنفرانس ثبت شده است(Taboli, 2012). برای تصمیم گیری،قبل از هرچیز به "اطلاعات"نیاز است. البته در تصمیم گیری، نه تنها کیفیت اطلاعات،بلکه مقدار اطلاعاتی که گردآوری و تحلیل می شودنیز اهمیت دارد.اطلاعات بیش از اندازه استفاده غیر کارآمد از منابع محسوب می شود. اطلاعات کمتر از حد مورد نیاز نیز احتمال تصمیم گیری های ضعیف را افزایش می دهد.البته در برخی موارد مدیریت ناگزیر به تصمیم گیریبا اطلاعات کمتر است زیرازمان کافی برایگردآوری وتحلیل بیشتر را ندارد. تصمیم گیری علاوه بر اندیشیدن و تجزیه و تحلیل کردن، گاهی به ابزار مناسب نیاز داردکه از جمله این ابزارها،تکنیک های مختلف تصمیم گیری های چند معیاره[1]MCDMمی باشد.دراین مطالعه به دنبال شناسایی ماتریس های هم ارز با ماتریس تصمیم گیری اولیه که یک رتبه بندی بین گزینه ها را در اختیار تصمیم گیرنده با میزان مطلوبیت مشخص قرار می دهد هستیم. سپس با استفاده از مفهوم منحنی های بی تفاوتی در اقتصاد خرد میزان جانشینی بین معیارها را علارغم حفظ مطلوبیت مشخص بررسی خواهیم نمود.امروزه هزاران مقاله و کتاب در رابطه با تصمیم گیری به ویژه تصمیم گیری چند معیاره MCDMوجود دارد و هر روز نیز به تعداد آن افزوده می شود.تنها بین سالهای ۱۹۸۷تا ۱۹۹۲ در زمینه تصمیم گیری چند معیاره حدود ۱۲۱۶مقاله ،۲۰۸ کتاب ،۳۱ مجله علمی مرتبط و ۱۴۳ کنفرانس ثبت شده است(Taboli, 2012).

۲- روش شناسی پژوهش

دردهه های اخیرتوجه محققین معطوف به مدل‌های چندمعیاره۲برای تصمیم‌گیری های پیچیده گردیده است.

دراین تصمیم‌گیری‌ها به جای استفاده ازیک معیارسنجش بهینگی،ممکن است ازچندین معیارسنجش استفاده گردد.

[1] Multi Criteria Decision Making
[2]((MCDM) Criteria Decision Making Multiple)

مدلهای تصمیم گیری به دو دسته عمده تقسیم می‌گردند:

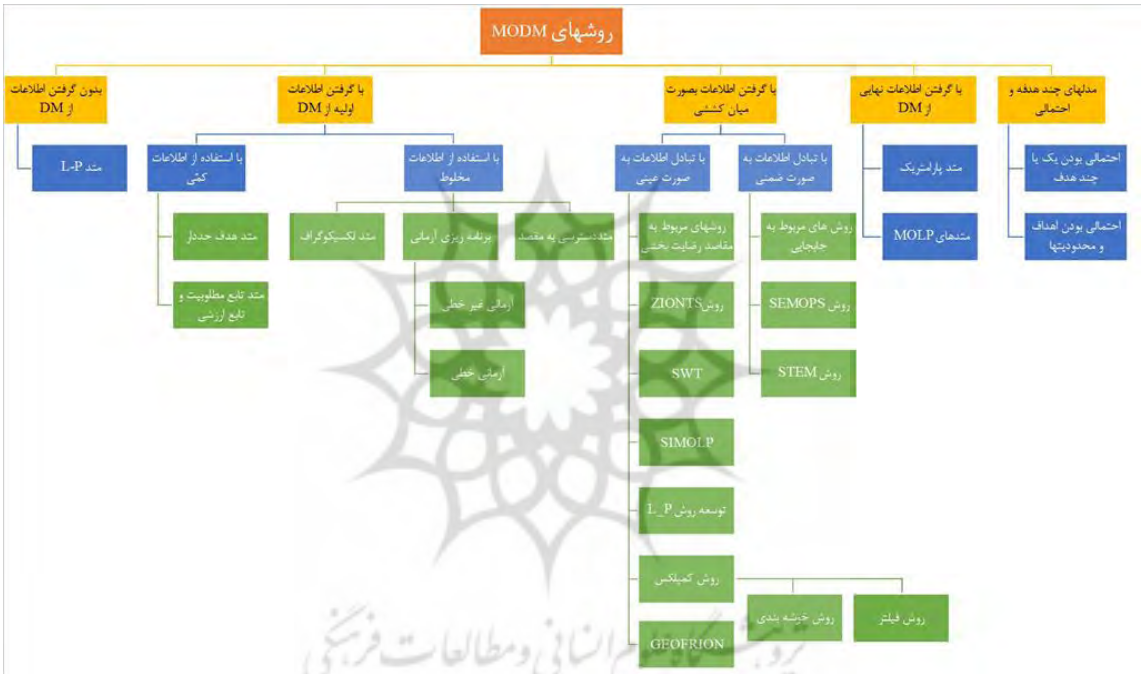
۱. مدلهای چند هدفه[۳]

۲. مدلهای چند شاخصه[۴]

توضیح اینکه مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی و مدل‌های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می گردند.

تصمیم‌گیری چند هدفه (MODM):

در این مدلهای تصمیم گیری چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن ، مورد توجه قرار می گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلا یک هدف حداکثر کردن ظرفیت تولید است که بر حسب واحد کمی مقدار سنجیده می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از انرژی است که بر حسب مقدار مصرف انرژی در ساعت سنجیده می‌شود. شکل (۱) طبقه بندی روشهای تصمیم‌گیری چندهدفه را نشان می دهد.



شکل شماره (۱): ارزیابی یک تصمیم‌گیری چندهدفه دریک تقسیم بندی کلیMODM

همانطور که مشخص است روشهای ارزیابی وابستگی زیادی به زمان و نوع اطلاعاتی دارد که از تصمیم گیرنده کسب می‌گردد. این گونه اطلاعات همگی به منظور برآورد تابع مطلوبیت برای تصمیم گیرنده است، به طوری که از طریق بر کنش متقابل بین تصمیم گیرنده و تحلیلگر کسب می گردند.

از اینرو تحلیلگربرای ارزیابی یک مدل چند هدفه ای ممکن است به گونه های ذیل عمل کند:

الف) عدم دسترسی به کسب اطلاعات از DM:

در این حالت تحلیلگر به اطلاعات تصمیم گیرندهدسترسی نداردو باید بدون داشتن نظر تصمیم گیرنده نقطه مطلوب تصمیم‌گیری را تعیین کند. مناسب ترین روشهای ارزیابی در این وضعیت روشهای مربوط به خانواده L-P متریک است که نیازی به کسب اطلاعات از تصمیم گیرنده ندارند. در این روشها مزاحمتی برای DM نیست اما تحلیلگر باید بتواند مفروضاتی را در مورد ارجحیت‌های DM در نظر بگیرد.

تصمیم گیری چند شاخصه MADMبه تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می گردد. مسائلMADM در ادبیات تصمیم

[3](MODM/Multiple Objective Decision Making)
[4](MADM/Multiple Attribute Decision Making)

گیریهای چند معیاره به دو دسته مدل های غیر جبرانی[5]و مدل جبرانی[6]طبقه بندی می شوند(Asgharpour, 2017).مدل جبرانی مشتمل بر روشهایی هستند که اجازه مبادله دربین شاخص ها در آنها مجاز است، یعنی برای مثال تغییری (احتمالاً کوچک)در یک شاخص می تواند توسط تغییری مخالف در شاخص (یا شاخص های)دیگر جبران شود. باعنایت به تنوع موجود در معیار ها و موضوعات تصمیم گیری روش مشخصی برای این موضوع ارایه نشده است(Mulliner et al., 2016).همچنین تکنیکی که بتواند بصورت علمی گزینه های مختلفی را با الگوگیری از ماتریس اولیه تصمیم گیری جهت آزادی عمل بیشتر سازمان تولید کند، وجود ندارد. از مطالعات صورت گرفته در خصوص توسعه مدل های تصمیم گیری چندگانه و منحنی های بی تفاوتی و نرخ نهایی جانشینی می توان به مطالعات(Hwang and Wang, 2016)و(Mulliner et al., 2016)و(Yang, 2011)و(Salati, 2014)و(Taboli, 2012) و(Schiffels, Fliedner, Kolisch, 2018) و(Subramanian; Ramakrishnan,2019)اشاره نمود. نو آوری و تفاوت بین روش پیشنهادی محقق با دو روش تابع مطلوبیت و نرخ نهایی جانشینی، تابع مطلوبیت به عنوان وسیله ای برای سنجش ارزش نتیجه یک تصمیم ،توسط نیومن و مورگن اشترن پیشنهاد شد. ایده اصلی این روش ، بیشینه سازی مطلوبیت ناشی از انتخاب یک گزینه تصمیم گیری می باشد. علارغم مشکلات موجود در تعیین تابع مطلوبیت حتی در مسایل ساده ولی ازاین مزیت برخوردار است که اگر به درستی مشخص شود با حل مدل می توان مطمن بود که حداکثر رضایت و مطلوبیت برای تصمیم گیرنده حاصل شده است. همجنین ایده اصلی تکنیک نرخ نهایی جانشینی شناسایی میزان تغییرات مصرف یک کالا در مقابل میزان از دست دادن کالای جانشین می باشد در شرایطی که میزان مطلوبیت نهایی تغییر نکند. درروش پیشنهادی محقق امکان شناسایی ماتریس های تصمیم گیری هم ارز به تفکیک برای هریک از شاخص های تصمیم گیری و گزینه های تصمیم گیری وجود دارد که تا کنون وجود نداشته است و می تواند اثر بخشی تصمیمات مربوط به انتخاب تامین کننده را ارتقا بخشد. نقاط روی یک منحنی بی‌تفاوتی ترکیباتی از مصرف دو کالا(یاآلترناتیوها) را نشان می‌دهند که دارای مطلوبیت یکسانی هستند(Yang, 2011). یکی از روشهائی که جانشینی در بین شاخص های موجود از یک مساله MADMرا به طور عینی رعایت می کند معروف به روش MRS^{7} می باشد. نرخ تبادل یا جانشینی از فرض های زیربنائی برای این روش می باشد و آن عبارتست از مقدار تغییر لازم در ارزش موجود از یک شاخص در مقابل یک واحد تغییر از شاخصی دیگر به ازای وجود شرایطی معین. مثلا اگردوشاخص عمده x_1 و x_2 در خرید یک اتومبیل نظر شما را جلب کرده است (در حالیکه اثر بقیه شاخص ها برای شما یکسان است)، از شما سوال می شود چنانچه مثلا x_2 به اندازه Δ افزایش پیدا کند تا چه اندازه باید x_1 کاهش پیدا کند تا تصمیم گیرنده در تصمیم گیری از نظر مطلوبیت بی تفاوت باقی بماند؟ دراکثر موارد پاسخ به این سوال بستگی به تعداد موجود از x_1 وx_2 خواهد داشت،چنانچه در یک سطح موجود از(x_1و x_2)مایل به کاهش$\lambda\Delta$ واحد از x_1 به ازای Δ واحد افزایش از x_2 باشد آنگاه نرخ نهایی جانشینی(MRS) شما از X_1 در مقابل X_2 برابر با λ است. به بیان دیگر ، λ برابر با مقداری از X_1 است که مایل به از دست دادن (یا پرداختن جریمه) در مقابل کسب یک واحد بیشتر از X_2 هستیم(Yu et al., 2018). معمولامسائل تصمیم گیری چندشاخصه MADM با توجه به امتیاز خبرگان به معیارهای شناسایی شده وروش مورد استفاده به یک رتبه بندی بین گزینه ها منجر می شود(Mohamadi, 2015). در این مقاله ضمن توجه به قضاوت (رتبه بندی)خبرگان سعی می شود. شرایط مختلفی که ما را به این رتبه بندی می رساند شناسایی گردد.زیرا با توجه به شرایط و منابع سازمان ممکن است شرایط مناسب تری برای دستیابی به این رتبه بندی وجود داشته باشد. این مقاله به دنبال شناسایی ماتریس های هم ارز با ماتریس اولیه تصمیمگیری است که همان مطلوبیت برای تصمیم گیرندگان را داشته باشد(نقاط بی تفاوتی)هستیم(Faghih & Montazeri, 2008).

الف)منحنی بی تفاوتی

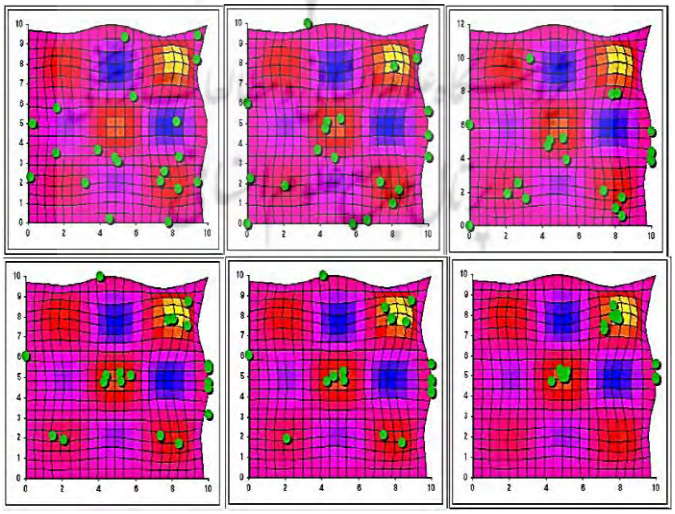
نقاط روی یک منحنی بی‌تفاوتی ترکیباتی از مصرف دو کالا(یا انتخاب گزینه تصمیم گیری) را نشان می‌دهند که دارای مطلوبیت یکسانند(Yang, 2011). این منحنی‌ها دارای شیب منفی و محدّب هستند؛ یکدیگر را قطع نمی‌کنند و هر چه از مبدأ مختصات

[5]Non- compensatory model
[6]Compensatory
[7]Marginal rate of substitution of attibutes

دور می‌شوند، سطح مطلوبیت بالاتری را نشان می‌دهند(Serrai et al.,2017).بر روی یک منحنی بی تفاوتی مطلوبیت برای مصرف کالاهای مختلف (انتخاب گزینه های تصمیم گیری) یکسان می باشد.به عبارت دیگرمنحنی بی تفاوتی عبارتست از مکان هندسی ترکیبات مختلف دو یا چند کالا (و یا چندگزینه و یا معیارهای تصمیم گیری) که مطلوبیت یکسانی را برای فرد ایجاد می کند. این منحنی ها، پیوسته هستند.بنابراین امکان وضعیت ارجحیت های لکسیکوگراف حاصل نمی شود(Chen et al., 2008).

ب) الگوریتم فراابتکاری

در سی سال گذشته، نوع جدیدی از الگوریتم‌های تقریب ظهور یافته‌اند که اساساً هدف از آنها ترکیب روش‌های ابتکاری در چارچوبهای کلان‌تر به منظور کاوش کارا و اثربخش فضای جستجو می‌باشد. امروزه از این روش‌ها با عنوان روشهای فرا ابتکاری(متاهیوریستیک) نام برده می‌شود(Mulliner et al., 2016). تاکنون الگوریتم‌های فرا ابتکاری متعددی ارائه شده است. این الگوریتم‌ها کارایی بالاتری برای برخی مسائل دارند و در برخی مسائل با مشکلاتی در زمینه نزدیک شدن به جواب بهینه مواجه می‌شوند(Mohamadi, 2015).بسیاری از روش های فرا ابتکاری‌ها برگرفته از فرایندهای طبیعی یا فیزیکی هستند. بهینه‌یابی الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات[8] ،الگوریتم ژنتیک[9] کلونی مورچه[10]، الگوریتمهای تکاملی[11] و شبیه‌سازی تبرید[12] ، مثالهایی از چنین الگوریتم‌هایی هستند(Faghih & Montazeri, 2008).روش PSO یک روش سراسری بهینه‌یابی است که با استفاده از آن میتوان با مسائلی که یک جواب آنها یک نقطه یا سطح در فضای n بعدی می‌باشد، برخورد نمود. در این چنین فضایی، هر ذره دارای یک موقعیت است که مشخص می‌نماید مختصات ذره در فضای جستجوی چند بعدی چه می‌باشد باحرکت ذره در طول زمان موقعیت ذره تغییر می‌نماید. xi(t) موقعیت ذره iام در زمان tام را مشخص می‌نماید(Salati, 2014). همچنین هر ذره برای حرکت در فضا نیاز به یک سرعت دارد vi(t) سرعت ذره iام در زمان tام رامشخص می‌نماید.با افزودن سرعت به موقعیت هر ذره، می‌توان موقعیت جدیدی برای ذره در نظر گرفت. موقعیت به روز نمودن معادله ذره در رابطه زیر آورده شده‌است(Alborzi, 2008).



شکل شماره (۲): روندحرکت ذرات دریک گروه

[8]Particle Swarm Optimization(PSO)
[9]Gentic Algoritm(GA)
[10]Ant Colony Optimization(ACO)
[11]Evolutionary Algorithms(EAs)
[12]Simulated Annealing (SA)

به بهترین تجربه فردی یک ذره یا بهترین موقعیت ملاقات شده توسط ذره y_i (pbest)گفته می‌شود. ذرات می‌توانند از بهترین موقعیت ملاقات شده توسط کل گروه نیز آگاهی داشته‌باشند. که این موقعیت $\hat{y}_i$(gbest)نامیده می-شود(Hwang & Wang, 2016).

امروزه کاربرد الگوریتم های ژنتیکی حوزه وسیعی از مسایل بهینه سازی در زمینه های مختلف مهندسی،علوم اجتماعی را دربر می گیرد.الگوریتم ژنتیک را می توان هم برای مسایل محدود شده و هم برای مسایل محدود نشده بکاربرد(Intriligator, 1971).برای مسایل بهینه سازی استاندارد،صرفا روشی برای به بدست آوردن یک جواب می باشد.همچنین می توان آن را برای مسایل خطی،غیرخطی و برنامه ریزی احتمالی که دارای متغیرهای تصادفی و درجه ای از عدم قطعیت است استفاده نمود(Faghih & Montazeri, 2008).درضمن مسائلبهینه سازی ترکیبی که شامل مسائل مختلف علوم کامپیوتری می باشد مورد استفاده قرار می گیرد(Salati, 2014).الگوریتم های ژنتیک روش قدرتمندی را برای توسعه اکتشافی مسائل بهینه سازی ترکیبی مقیاس بزرگ فراهم آورده است.معمولی ترین شیوه نمایش کروموزوم ها در الگوریتم ژنتیک به شکل رشته های دودویی است(Mulliner et al., 2016).

بکارگیری روش علمی در تحقیق، تنها راه دستیابی به دستاوردهای قابل قبول و علمی می باشد.چون هدف پژوهش حاضر شناسایی ماتریس های هم ارز با ماتریس اولیه تصمیم گیری می باشد.برای دستیابی به هدف مورد نظرکه به صورت مطالعه موردی درخصوص ارزیابی پیمانکاران شرکت آب و فاضلاب شهری استان زنجان انجام شده است.

شرکت آب و فاضلاب شهری استان زنجان در حال حاضر با تحت پوشش

قراردادن ۹۹/۹۵ درصد جمعیت شهری استان با ۱۶۳۸ کیلومتر تاسیسات شبکه آب و جمع آوری فاضلاب ۳۷/۵ درصد جمعیت شهری استان با ۵۰۱ کیلومتر شبکه فاضلاب یکی از پنج شرکت پیشرو در حوزه آب و فاضلاب شهری کشور محسوب می گردد. ابتدا یک ماتریس اولیه تصمیم گیری توسط ۱۰نفر از خبرگان شرکت با توجه به هفت معیار(C_1-نظام تضمین کیفیت خدمات C_2-توانایی فنی C_3-توان مالی C_4- ارزیابی مشتریان قبلی و حسن سابقه C_5–نیروی انسانی C_6- داشتن تجربه C_7–استانداردها) تهیه و با استفاده از دو روش AHP و TOPSISبه صورت جداگانه رتبه بندی شده اند.برای شناسایی ماتریس های هم ارز با استفاده از دو تکنیک PSOو GAاستفاده شده است.با عنایت به اینکه تعداد دفعات اجرای برنامه RUN=5 بوده و هر اجرا خود به دو روش و دو تکنیک مختلف انجام می شد.در مجموع ۲۰ ماتریس مختلف تولید گردید که از بین آنها با توجه به تابع برازندگی fitness function=0 ماتریس های هم ارز با ماتریس اولیه شناسایی می گردد.درمرحله نهایی با مقایسه و تطبیق ماتریس های هم ارز و امکانات سازمان گزینه مناسب که تطبیق بیشتری با منابع سازمان دارد انتخاب می گردد. ماتریس اولیه تصمیم گیری ارزیابی پیمانکاران شرکت بر اساس معیارهای شرکت وباحضور خبرگان به صورت زیر ارائه گردیده استکه با استفاده از دو روش AHPوTOPSISدرنرم افزار MATLABرتبه بندی شده اند.

	تضمین کیفیت	توانایی فنی	توانایی مالی	ارزیابی مشتریان	نیروی انسانی	داشتن تجربه	استانداردها
وزن	۰/۱۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۴
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
alter1	۵۶/۸۰	۶۰	۵۴/۴۰	۶۷/۱۰	۶۱/۱۰	۴۷/۷۰	۶۸/۳۰
alter2	۵۱/۹۰	۵۷/۷۰	۲۵/۷۰	۶۸/۳۰	۵۸/۳۰	۴۷/۹۰	۶۱/۲۰
alter3	۶۷/۸۰	۶۲	۶۸/۶۰	۴۷/۸۰	۶۹/۹۰	۶۱/۸۰	۴۸/۹۰
alter4	۳۷/۷۰	۵۱/۹۰	۶۲/۶۰	۵۳/۳۰	۵۹/۱۰	۵۳/۱۰	۵۱/۵۰
alter5	۷۴/۹۰	۷۰/۹۰	۶۸/۵۰	۶۴/۷۰	۶۰/۳۰	۴۹/۷۰	۶۰/۹۰

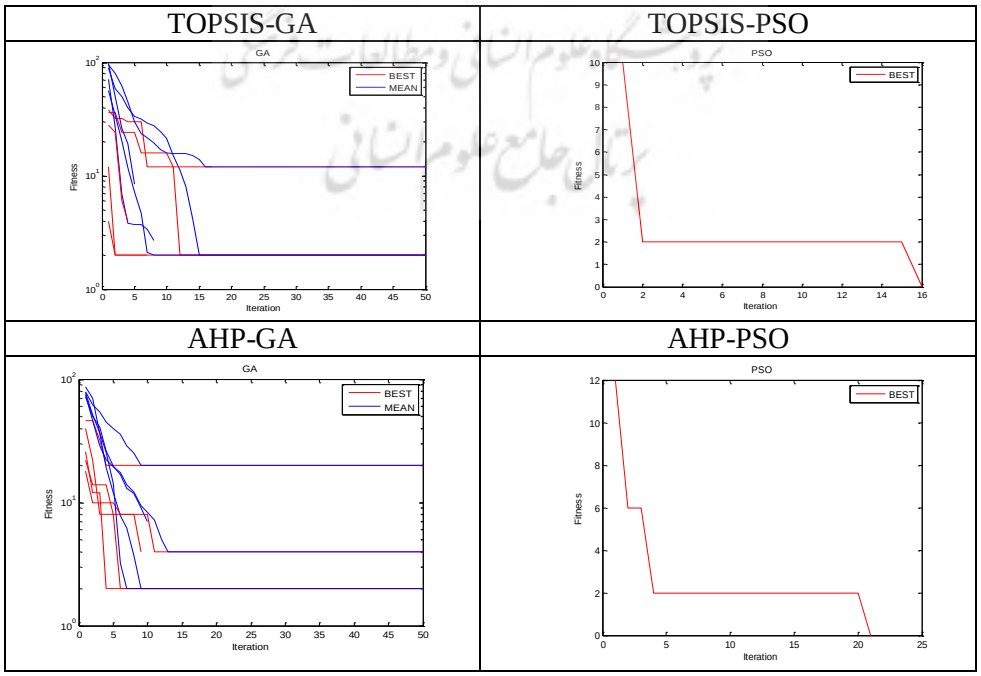
alter6	۴۹/۹۰	۵۸/۳۰	۶۱/۷۰	۵۵/۳۰	۴۸/۱۰	۵۰	۶۱/۴۰
alter7	۵۶/۷۰	۷۰/۴۰	۴۶/۷۰	۴۷/۶۰	۵۸/۲۰	۵۰/۴۰	۶۲/۹۰
alter8	۳۹/۷۰	۶۵/۳۰	۴۸/۷۰	۴۰/۳۰	۶۱/۶۰	۵۳/۲۰	۶۱/۴۰
alter9	۲۷/۴۰	۵۳/۷۰	۵۰/۶۰	۴۰/۲۰	۴۵/۲۰	۴۸/۵۰	۴۵
alter10	۷۳/۸۰	۵۰/۷۰	۵۸/۷۰	۴۸/۹۰	۶۴/۵۰	۴۹	۵۸/۶۰

جدول شماره (۱): ماتریس اولیه تصمیم گیری و رتبه بندی آنها با روش هایAHP وTOPSIS

رتبه بندی ماتریس تصمیم گیری اولیه با روشAHP	رتبه بندی ماتریس تصمیم گیری اولیه با روشTOPSIS
Rank = 1 Alter = 5 Score = 0.20002	Rank = 1 Alter = 5 Score = 0.13017
Rank = 2 Alter = 1 Score = 0.13331	Rank = 2 Alter = 1 Score = 0.11923
Rank = 3 Alter = 8 Score = 0.10078	Rank = 3 Alter = 3 Score = 0.11333
Rank = 4 Alter = 9 Score = 0.097971	Rank = 4 Alter = 4 Score = 0.10837
Rank = 5 Alter = 2 Score = 0.087774	Rank = 5 Alter = 2 Score = 0.10459
Rank = 6 Alter = 3 Score = 0.086406	Rank = 6 Alter = 10 Score = 0.101
Rank = 7 Alter = 4 Score = 0.083543	Rank = 7 Alter = 6 Score = 0.093
Rank = 8 Alter = 7 Score = 0.074716	Rank = 8 Alter = 8 Score = 0.0928
Rank = 9 Alter = 10 Score = 0.0722	Rank = 9 Alter = 7 Score = 0.0822
Rank = 10 Alter = 6 Score = 0.0632	Rank = 10 Alter = 9 Score = 0.0551

جدول شماره (۲): نمودارخروجی ماتریسهای تولید شده با تکنیکGAوPSO

در این بخش از تحقیق با توجه به توانایی الگوریتم های فراابتکاری از جمله الگـوریتم ازدحـام ذرات PSOو الگـوریتم ژنتیک GAبرای هریک از روش های AHPوTOPSISبرنامه،در نرم افزار MATLABبرای تولید پـنج مـاتریس هـم ارز5=RUN اجرا شده است که نتایج آن در جدول شماره۲ و جدول شماره۳ آورده شده است.مطابق جـدول شـماره ۳مواردی که در آنها Best Fitness = 0 باشد به منزله هم ارز بودن آن ماتریس با ماتریس تصمیم گیـری اولیـه مـی باشد.تعداد مانریس های هم ارز شناسایی شده در این اجرا ۱۰ مورد می باشدکه بصورت نمونه یک مـورد از خروجـی هرکدام در جدول شماره-۴آورده می شود.



جدول شماره (۳): خروجی وضعیت ماتریس های تولیده شده با تکنیک GA وPSO

خروجی اول–AHP-PSO							
وزن	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۴
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Ater1	۹۵	۱۰۸	۵۰	۱۴۰	۰	۱۲	۸۴
Ater2	۶۱	۱۱۸	۲	۷۹	۲۴	۲۰	۱۶۵
Ater3	۱۶۱	۷۹	۲	۴۳	۴۰	۱۳۱	۱۵
Ater4	۳۲	۲۶	۱۹۲	۵	۱۳۸	۹	۳
Ater5	۱۱۰	۱۸۲	۱۷	۲۴	۱۹۸	۲۲	۹۰
Ater6	۴۴	۲۳	۶	۰	۹	۶۴	۱۵۵
Ater7	۱۰	۴۰	۲۷	۷	۵۰	۲۲	۹۱
Ater8	۴۹	۲	۳۵	۳	۱۴۷	۰	۳
Ater9	۶	۱۳۳	۹۹	۱۱	۱۱	۰	۲
Ater10	۰	۱۵	۸۹	۴۱	۱۱۴	۲	۹۷
خروجی دومTOPSIS-GA							
وزن	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۴
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Ater1	۳۰	۵۵	۴۷	۶۶	۵۷	۱۲۸	۱۸
Ater2	۲۳	۱۱۷	۵	۴۸	۷۴	۱۸	۱۳۸
Ater3	۱۱۶	۸۲	۵۴	۵۱	۹۰	۴۸	۱۰
Ater4	۱۹	۲۷	۶۶	۳۶	۱۱۳	۲۴	۳۲
Ater5	۹۱	۱۰۶	۵۰	۹۳	۸۱	۲۰	۵۸
Ater6	۷۳	۴۵	۸۷	۱۸	۳	۵۰	۹۰
Ater7	۵۵	۱۱۵	۲۲	۳	۴۴	۲۳	۱۰۸
Ater8	۱۶	۱۳۳	۴۲	۲	۴۲	۳۷	۹۰
Ater9	۴	۵۶	۵۶	۸	۲۴	۵۰	۶
Ater10	۱۲۳	۵	۴۴	۲۳	۹۱	۳۹	۵۸
خروجی دوم –AHP-GA							
وزن	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۴
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Ater1	۴۱	۳۳	۴۱	۱۲۸	۲۲	۱۰۵	۵۴
Ater2	۲۸	۷۹	۲	۸۱	۷۴	۱۶	۳۷
Ater3	۱۱۲	۵۹	۴۱	۲۵	۱۰۷	۷۱	۴
Ater4	۴۲	۳۹	۵۳	۵۰	۸۰	۲۲	۳۳
Ater5	۶۰	۱۶۸	۱۱۶	۶۷	۵۷	۱۳	۶۲
Ater6	۲۸	۱۴	۶۳	۴۸	۳	۲۳	۱۳۴
Ater7	۳۵	۱۰۳	۵	۱۲	۴۷	۴۲	۱۰۱
Ater8	۳۵	۱۲۰	۴۸	۲	۲۱	۴۸	۱۰۵
Ater9	۵	۱۱۴	۷۳	۱۱	۹	۳۵	۵
Ater10	۸۴	۱۴	۲۷	۲۶	۶۲	۲۷	۱۰۵
خروجی پنجم .TOPSIS-PSO							
وزن	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۴
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Ater1	۱۰۸	۵۳	۲۰	۱۵۶	۹۰	۲۲	۱۴۴

Ater2	۰	۰	۱	۶۷	۱۰۶	۱۳	۱۹۰
Ater3	۱۶۹	۱۱۳	۴۸	۵۳	۱۳۵	۵	۱۸
Ater4	۵۴	۱۳۱	۳۴	۰	۱۴۴	۲۰	۰
Ater5	۱۸۸	۰	۰	۱۳۶	۱۹۸	۲۲	۱۲۰
Ater6	۰	۱۳۸	۰	۰	۰	۶۴	۱۶۶
Ater7	۰	۵۹	۰	۲۷	۱۲۰	۱۲	۲۲
Ater8	۵۶	۱۴۲	۳۸	۱	۴۸	۰	۰
Ater9	۶	۱۵۲	۰	۲۶	۵۴	۳۰	۱
Ater10	۱۹۰	۲۵	۰	۴۶	۱۳۴	۱۳	۱۳۳

RUN	TOPSIS		AHP	
	GA	PSO	GA	PSO
اول	Iter = 49 BEST = 2 Iter = 50 BEST = 2 Best Fitness = 2	Iter = 49 BEST = 2 MEAN = 3.04 Iter = 50 BEST = 2 MEAN = 3.04 Best Fitness = 2	Iter = 49 BEST = 2 Iter = 50 BEST = 2 Best Fitness = 2	Iter = 49 BEST = 2 MEAN = 3.04 Iter = 50 BEST = 2 MEAN = 3.04 Best Fitness = 2
دوم	Iter = 7 BEST = 2 Iter = 8 BEST = 0 Best Fitness = 0	Iter = 32 BEST = 2 MEAN = 5.12 Iter = 33 BEST = 0 MEAN = 4.52 Best Fitness = 0	Iter = 7 BEST = 2 Iter = 8 BEST = 0 Best Fitness = 0	Iter = 32 BEST = 2 MEAN = 5.12 Iter = 33 BEST = 0 MEAN = 4.52 Best Fitness = 0
سوم	Iter = 49 BEST = 12 Iter = 50 BEST = 12 Best Fitness = 12	Iter = 37 BEST = 2 MEAN = 4.16 Iter = 38 BEST = 2 MEAN = 4 Iter = 39 BEST = 0 MEAN = 3.44 Best Fitness = 0	Iter = 49 BEST = 12 Iter = 50 BEST = 12 Best Fitness = 12	Iter = 38 BEST = 2 MEAN = 4 Iter = 39 BEST = 0 MEAN = 3.44 Best Fitness = 0
چهارم	Iter = 49 BEST = 2 Iter = 50 BEST = 2 Best Fitness = 2	Iter = 49 BEST = 4 MEAN = 5.16 Iter = 50 BEST = 4 MEAN = 5.16 Best Fitness = 4	Iter = 49 BEST = 2 Iter = 50 BEST = 2 Best Fitness = 2	Iter = 49 BEST = 4 MEAN = 5.16 Iter = 50 BEST = 4 MEAN = 5.16 Best Fitness = 4
پنجم	Iter = 4 BEST = 4 Iter = 5 BEST = 0 Best Fitness = 0	Iter = 15 BEST = 2 MEAN = 11.12 Iter = 16 BEST = 0 MEAN = 10.8 Best Fitness = 0	Iter = 4 BEST = 4 Iter = 5 BEST = 0 Best Fitness = 0	Iter = 15 BEST = 2 MEAN = 11.12 Iter = 16 BEST = 0 MEAN = 10.8 Best Fitness = 0

جدول شماره (۴): نمونه ماتریس های هم ارز تولید شده با تکنیک های AHPو PSO

معیارها	تضمین کیفیت:c1	توانایی فنی:c2	توانایی مالی:c3	ارزیابی مشتریان:c4	نیروی انسانی:c5	داشتن تجربه:c6	استانداردها:c7
وزن	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۴
out put2 AHP-PSO	۸۱	۱۸۸	۱۴۶	۶۱	۱۷۵	۱۱	۱۲۰
out put3 AHP-PSO	۱۸۸	۱۴۹	۱۱۲	۱۲۲	۱۹۸	۰	۵۷
out put5 AHP-PSO	۱	۱۹۸	۱۴۴	۱۲۷	۱۹۸	۰	۱۲۰
out put2 AHP-GA	۶۰	۱۶۸	۱۱۶	۶۷	۵۷	۱۳	۶۲
Out put 5 AHP-GA	۱۲۸	۹۴	۱۰۰	۵۱	۱۵۳	۳	۸۰
out put2 TOPSIS-PSO	۶۳	۱۹۸	۱۴۶	۱۰۲	۷۵	۳	۶۶
out put3 TOPSIS-PSO	۳	۱۹۸	۱۴۶	۱۳۶	۵۰	۱۱	۱۲۰
out put5 TOPSIS-PSO	۱۸۸	۰	۰	۱۳۶	۱۹۸	۲۲	۱۲۰
out put2 TOPSIS-GA	۹۱	۱۰۶	۵۰	۹۳	۸۱	۲۰	۶۸
out put5	۸۹	۸۶	۱۰۶	۳۷	۹۸	۱۵	۹۸

TOPSIS-GA

جدول شماره(۵):وضعیتAter5درنتایج خروجی ماتریسهای مختلف

۳- نتایج و بحث

هرکدام از ماتریس های جدول شماره۳ همانند ماتریس اولیه تصمیم گیری، خروجی (رتبه بندی)یکسانی را ولی با ترکیبات متفاوتی از توانمندیهای پیمانکاران براساس معیارهای هفت گانه شرکت ارائه می کند.از آنجائیکه در منحنی های بی تفاوتی تمام نقاط واقع بر روی هر منحنی مطلوبیت یکسانی را با ترکیبات متفاوت ارائه می کند دراین مقاله هر یک از ماتریس های هم ارز بیان کننده نقاط واقع بر روی منحنی بی تفاوتی شرکت می باشد که مطلوبیت یکسانی دارند.با عنایت به اینکه اکثر تصمیمات و استراتژی های اتخاذ شده در مرحله اجرا با مشکل مواجهه می شوند شناسایی گزینه های مختلف برای تصمیم گیری قدرت انعطاف پذیری سازمان را در مرحله انتخاب پیمانکاران مناقصات و اجرای موفق پروژهها افزایش داده و شانس تحقق تصمیمات و استراتژی ها را افزایش می دهد. با توجه به نتایج حاصل از رتبه بندی گزینه ها،پیمانکار پنجم که رتبه اول را نسبت به سایر گزینه ها کسب نموده است.

از پیمانکار پنجم درخواست می گردد با توجه به انتظارات شرکت که با ماتریس هم ارز خروجی (out put 2 TOPSIS-GA) تطابق بیشتری دارد توانمندیهای خود را در معیارهای تضمین کیفیت،توانایی های فنی و تجهیزات و استفاده از نیروی انسانی ماهر تقویت نماید تا ضمن موفقیت در قرارداد منعقده شانس خود را برای همکاری های آتی افزایش دهد. با توجه به تحلیل وضعیت پیمانکار انتخابی،در مراحل آتی می توان نسبت به تعیین نرخ نهایی جانشینی(جایگزینی) برخی از معیارهای جبرانی اقدام نمود مثلا می توان نمره معیار C_2 رابا معیارهای C_3 و C_4و C_6 جبران نمود.همچنین از کاربردهای دیگر این تحقیق می توان با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها الگوی داده گرا در مسایلی مانند انتخاب استراتژی ها نسبت به بهینه نمودن تخصیص منابع استفاده نمود.

٤- منابع

1. Alborzi, M. (2008) .Augmenting System Dynamics with Genetic Algorithm andTopsis Multivariate Ranking Module for Multi-Criteria Optimization. Proceedings ofthe International Conference of the System Dynamics Society.
2. Ali, R. (2017). Principleof Management. Tehran: Samat Publication.
3. Asgharpour, M. J. 2017. Multiple Criteria Decision Making, Tehran University
4. Chen, D., Zhou, Z. & Pham, D. (2008). Research onthe Grey Relational Evaluation Method of Core Competencies of Virtual Enterprise Members. *Kybernetes*, 37, 1250-1256.
5. Faghih, N., Montazeri, M. M. (2008), Genetic Algorithms for Assembly Line Balancing Problem. *Journal of Industrial Management*, 1(1), 107-124.
6. Hwang, Y., A. & Wang, B., S. (2016). A Matrix Approach to the Associated Consistency With Respect to the Equal Allocation of Non-Separable Costs. *Operations Research Letters*, 44, 826-830.
7. Intriligator, M. D. (1971). Mathematical Optimization and Economic Theory.Phi Learning; 1st edition.
8. Leili, M, M. S., Ekradi, E, Parvin, E., Fazeli, H. (2017). Studying the Relationship between Managers' Decision Making Styles withThe Level Of Creativity And Participative Management In Guidance Schools. *InnovCreat Hum Sci Journal*, 4, 19.
9. Mohamadi, A, M. S., Dostmohammadi, A., Khaleghi, A.(2015). Management Assessment and Selection of Logistics Providers atthe Social Security Hospital of Imam Hossein in Zanjan. International Conference on Management. Istanbul, Turkey.
10. Mulliner, E., Malys, N. & Maliene, V. (2016). Comparative Analysis ofMcdm Methods forthe Assessment Of Sustainable Housing Affordability. *Omega*, 59, 146-156.

11. Radfar, R, K. N. (2015). Identify And Ranking The Factors Affecting The Efficiency Of Using By Dematel. *Productivity Management Journal*, 35, 19.
12. Salati F, M. A. (2014). Offer The Value Function (Utility) To Prioritize Research Projects In R & D Centers Using The UtaMethod (Case of Water Resources Company In Iran). *Industrial Management Studies*, 31, 19-33.
13. Serrai, W., Abdelli, A., Mokdad, L. & Hammal, Y. (2017). Towards An Efficient And A More Accurate Web Service Selection Using Mcdm Methods. *Journal of Computational Science*, 22, 253-267.
14. Shahbazi, L. (2016). At The Same Time Optimize The Planning Problem-Labor-Service Equipment Using Particle Swarm Algorithm. Ms. Thesis,Islamic Azad University, Zanjan Branch.
15. Taboli, M.(2012). New Method For Solving Multi-Criteria Decision. *Industrial Management Studies*, 9, 20.
16. Yang, X.S., (2011). Metaheuristic Optimization. *Scholarpedia*, 6, 11472.
17. Yu, X., Zhang, S., Liao, X. & Qi, X. (2018). Electre Methods in Prioritized Mcdm Environment. *Information Sciences*, 424, 301-316.
18. Nath, P., Nachiappan, S., & Ramanathan, R. (2019). A heuristics approach for computing the largest eigenvalue of a pairwise comparison matrix. International Journal of Operational Research (IJOR), Vol. 34, No. 4,
19. Schiffels, S., Fliedner, T., & Kolisch, R. (2018). Human behavior in project portfolio selection: Insights from an experimental study. *Decision Sciences*, *49*(6), 1061-1087.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The indifference Points in Multi-criteria Decision Problems (Case stady: Evalution Supplyers in Zanjan Province Water and Wastewater Company)

Arshad Farahmandian
Department of Industrial Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Email: afarahmandian110@gmail.com
Reza Radfar (Corresponding author)
Prof.,Department of Technology Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Email: radfar@gmail.com
MohammadAli Afshar Kazemi
Associate Professor, Department of Industrial Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Email: Dr.mafshar@gmail.com

Abstract
Decisions on the process of assessment and selection of suppliers should be made by examining all possible options, otherwise the organization will encounter many problems during the implementation and implementation phases.The purpose of the present study was to determine the indifference points of assessors of the water and Wastewater Company in Zanjan province.The method of this study was descriptive. The data of this study is related to supplier assessment of one of the projects of the city water and wastewater company Zanjan province.The data was collected based on the views of 10 experts with at least a bachelor's degree and at least 5 years of work experience in the company based on the "supplier assessment form".The data has been analyzed using the 2014 version of MATLAB software.A total of 10 cases of matrix matched with the initial decision matrix are identified and generated separately for each method.TOPSIS-GA = 2 and TOPSIS-PSO = 3 and AHP-GA = 2 and AHP-PSO = 3. A total of 10 cases of matrix matched with the initial decision matrix are identified and generated separately for each method.

Keywords: Indifference Points, Metaheuristic Algorithms, Parallel Matrixs, Marginal Rate of Substitution.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی