جایگاه نقاط بی تفاوتی در مسائل تصمیم گیری چند معیاره

ارشد فرهمندیان[1]، رضا رادفر[2,*]، محمدعلی افشار کاظمی[3]

[1] دانشجوی دکتری ،گروه مدیریت صنعتی ،واحد علوم و تحقیقات تهران،دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران

[2] استاد،گروه مدیریت صنعتی ،واحد علوم و تحقیقات تهران،دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران (عهده دار مکاتبات)

[3] دانشیار،گروه مدیریت صنعتی ،واحد علوم و تحقیقات تهران،دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران

تاریخ دریافت: بهمن 1397، اصلاحیه: فروردین 1398 ، پذیرش: اردیبهشت 1398

چکیده

فرایند ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان باید با بررسی همه گزینه‌های ممکن و سناریوهای مختلف برای هریک از پیمانکاران انجام گیرد، در غیر اینصورت در مرحله پیاده سازی و اجرای تعهدات، سازمان با مشکلات عدیده‌ای روبرو خواهد شد. هدف مطالعه حاضر تعیین نقاط بی تفاوتی ارزیابی تأمین کنندگان شرکت گاز استان زنجان می‌باشد. مطالعه حاضر از نوع توصیفی می‌باشد. داده‌های این مطالعه مربوط به ارزیابی تأمین کنندگان یکی از پروژه های شرکت گاز استان زنجان می‌باشد. داده‌ها بر اساس نظرات 10 نفر از خبرگان که دارای حداقل مدرک کارشناسی و همچنین حداقل 5 سال سابقه کار در شرکت را داشتند بر اساس فرم ارزیابی تأمین کنندگان جمع آوری شده است. داده‌ها با استفاده از نرم افزار متلب نسخه 2014 تحلیل شده اند. تعداد 6 مورد ماتریس هم ارز با ماتریس اولیه تصمیم گیری به تفکیک برای هر یک روش های رتبه بندی شناسایی و تولید گردیده است. روش TOPSIS-GA=0 ، AHP- PSO = 3 ،AHP- GA= 0 ،TOPSIS- PSO = 3 .ازبین نتایج حاصل از رتبه بندی گزینه ها،پیمانکار سوم رتبه اول را نسبت به سایر گزینه ها کسب نموده است. با توجه به ماتریس های بی تفاوتی شناسایی شده سناریوهای مختلف برای پیمانکار سوم تعیین شده است. با توجه به وضعیت بودجه و انتظارات شرکت که با نقطه بی تفاوتی چهارم (OUT PUT 5- AHP-PSO) تطابق بیشتری دارداز پیمانکار سوم درخواست می شود که توانمندیهای خود را تقویت نماید تا ضمن موفقیت در قرارداد منعقده شانس خود را برای همکاری های آتی افزایش دهد.

کلمات کلیدی: منحنی های بی تفاوتی،الگوریتم های فراابتکاری، ماتریس های هم ارز،نرخ نهایی جانشینی.

1- 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.[12]

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.[15] 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.[8]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. تطبیق شرایط (بودجه و اعتبارات)و انتظارات کارفرما با توانمندیهای پیمانکاران پروژه های اجرایی در معمولا در تناقض می باشد لزوم تعیین سناریوهای مختلف برای تطبیق هرچه بیشتر این انتظارات از ضروریات تصمیم گیری برای ارزیابی پیمانکاران و تامین کنندگان می باشد. همانطوریکه درتعاریف مربوط به تصمیم گیری آمده است،تصمیم گیری عبارت از فراگردی است که از طریق آن،راه حل مسئله معینی انتخاب می گردد.[2]ودر تعریف دیگری فراگردی که طی آن شیوه عمل خاصی برای حل مسئله یا مشکل ویژه برگزیده می شود.[9] درهمه این تعاریف، انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود مد نظر می باشد. امروزه هزاران مقاله معیاره MCDM وجود دارد و هر روز نیز به تعداد آن افزوده می شود تنها بین سالهای 1987تا 1992 در زمینه تصمیم گیری چند معیاره حدود 1216مقاله ،208 کتاب ،31 مجله علمی مرتبط و 143 کنفرانس ثبت شده است.[16]

* radfar@gmail.com

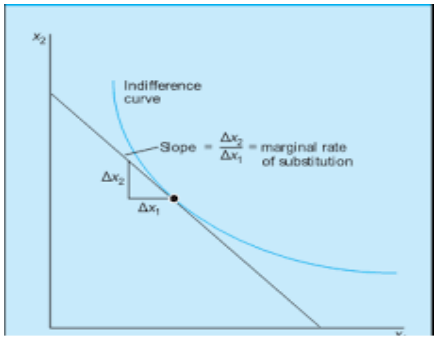
تابع مطلوبیت به عنوان وسیله ای برای سنجش ارزش نتیجه یک تصمیم ،توسط نیومن و مورگن اشترن پیشنهاد شد. ایده اصلی این روش ، بیشینه سازی مطلوبیت ناشی از انتخاب یک گزینه تصمیم گیری می باشد. علارغم مشکلات موجود در تعیین تابع مطلوبیت حتی در مسایل ساده ولی ازاین مزیت برخوردار است که اگر به درستی مشخص شود با حل مدل می توان مطمن بود که حداکثر رضایت و مطلوبیت برای تصمیم گیرنده حاصل شده است. [18،11] همچنین 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.

1-مواد و روشها

تصمیم گیرهای چند معیاره خود به دو دسته تصمیم گیری های چند شاخصه و تصمیم گیری های چند هدفه طبقه بندی می شوند. تصمیم گیری چند شاخصه MADM به 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 گیریهای چند معیاره به دو دسته مدل های غیر جبرانی [1]و مدل جبرانی[2] طبقه بندی می شوند.[3]مدل جبرانی مشتمل بر روشهایی هستند که اجازه مبادله دربین شاخص ها در آنها مجاز است ،یعنی مثلا تغییری (احتمالاکوچک)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.[10]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(2014)Gang Kou, Yi Peng, Guoxun Wangو Emma Mulliner a, NaglisMalys, VidaMaliene(2016) و (2016) Yan-An Hwang, Bo-Siang Wang [10] و سلاطی و ماکویی(2012) و حسینی و کاظمی(2015) و امیری و همکاران(2012) (Schiffels, Fliedner, (Kolisch, 2018 و(Subramanian; Ramakrishnan,2019)[14] اشاره نمود. نقاط روی یک منحنی بی‌تفاوتی ترکیباتی از مصرف دو کالا(یاآلترناتیوها) را نشان می‌دهند که دارای مطلوبیت یکسانی هستند.

[1] Non- Compensatory Model
[2] Compensatory

[17] یکی از روشهائی که جانشینی در بین شاخص های موجود از یک مساله MADM را به طور عینی رعایت می کند معروف به روش MRS[3] 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 x1 و x2 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 x2 به اندازه Δ افزایش پیدا کند تا چه اندازه باید x1 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 x1و x2 خواهد داشت،چنانچه در یک سطح موجود از(x1و x2)مایل به کاهشλΔ واحد از x1 به ازای Δ واحد افزایش از x2 باشد آنگاه نرخ نهایی جانشینی(MRS) شما از X1 در مقابل X2 برابر با λ است. به بیان دیگر ، λ برابر با مقداری از X1 است که مایل به از دست دادن (یا پرداختن جریمه) در مقابل کسب یک واحد بیشتر از X2 هستیم[18]. 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. 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 همعرض با ماتریس اولیه تصمیمگیری است که همان مطلوبیت برای تصمیم گیرندگان را داشته باشد(نقاط بی تفاوتی)،هستیم.[6]



شکل (1): نرخ نهایی جانشینی آلترناتیوها

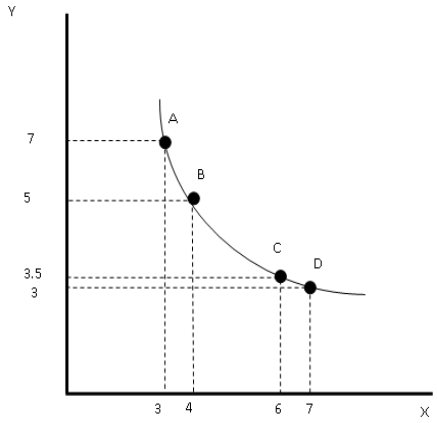
2-1 منحنی بی تفاوتی

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

[3] Marginal Rate of Substitution of Attibutes

می‌دهند.[13]

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[5]

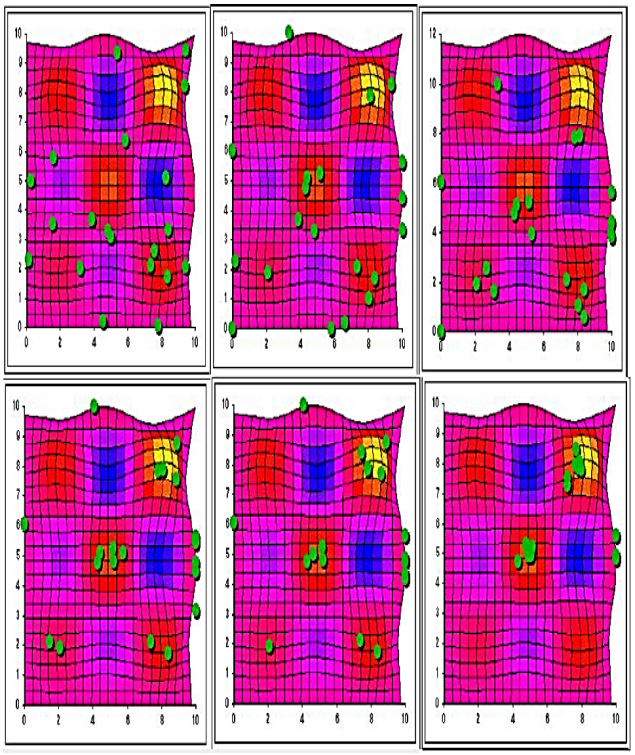


شکل (2): نمودار منحنی بی تفاوتی

۷-۷الگوریتم فراابتکاری

در سی سال گذشته، نوع جدیدی از الگوریتم‌های تقریب ظهور یافته-اند که اساساً هدف از آنها ترکیب روش‌های ابتکاری در چارچوبهای کلان-تر به منظور کاوش کارا و اثربخش فضای جستجو می‌باشد. امروزه از این روش‌ها با عنوان روشهای فرا ابتکاری(متاهیوریستیک) نام برده می‌شود. [4] 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. [15] بسیاری از روش های فرا ابتکاری‌ها برگرفته از فرایندهای طبیعی یا فیزیکی هستند. بهینه‌یابی الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات[4] ،الگوریتم ژنتیک[5] کلونی مورچه[6]، الگوریتمهای تکاملی[7] و شبیه‌سازی تبرید[8] ، مثالهایی از چنین الگوریتم‌هایی هستند[6]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 می-نماید 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.[10] همچنین هر ذره برای حرکت نمودندر 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. [1]

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1)$$



$$x(t) \sim U(x_{min}, x_{max})$$

شکل (3): روندحرکت ذرات دریک گروه

به بهترین تجربه فردی یک ذره یا بهترین موقعیت ملاقات شده توسط ذره yi (Pbest)گفته می‌شود. ذرات می‌توانند از بهترین موفقیت ملاقات شده توسط کل گروه نیز آگاهی داشته‌باشند. که این موقعیت y^i(Gbest)نامیده می‌شود.[7]

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.[13] 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.[16]در ضمن مسائل بهینه

[4] Particle Swarm Optimization(PSO)
[5] Gentic Algoritm(GA)
[6] Ant Colony Optimization(ACO)
[7] Evolutionary Algorithms(EAs)
[8] Simulated Annealing (SA)

سازی ترکیبی که شامل مسائل مختلف علوم کامپیوتری می باشد مورد استفاده قرار می گیرد.[11]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.[17]

2-3 روش اجرایی تحقیق

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 گاز استان زنجان انجام شده است.ابتدا یک ماتریس اولیه تصمیم گیری از میانگین نظرات 10نفر از خبرگان شرکت که حداقل دارای مدرک کارشناسی و 5 سال سابقه کار دارند با توجه به هشت معیار(C1-استانداردها2C-پایداری مالیC3-سوابق شرکتC4- کیفیتC5–رضایت مشتریان وحسن سابقهC6 - نیروی انسانی ماهرC7–ساختارشرکت C8– تجهیزات فنی) تهیه و با استفاده از دو روش AHP و TOPSISبه صورت جداگانه رتبه بندی می شوند سپس برای شناسایی ماتریس های هم ارز و نقاط بی تفاوتی با استفاده از دو تکنیک PSO و GA استفاده می شود..با عنایت به اینکه تعداد دفعات اجرای برنامه RUN=10 بوده و هر اجرا خود به دو روش و دو تکنیک مختلف انجام می شود.در مجموع 40 ماتریس مختلف تولید خواهد شد که از بین آنها با توجه به تابع برازندگی که fitness function=0 می باشد ماتریس های هم ارز با ماتریس اولیه شناسایی می گرددند.درمرحله نهایی با مقایسه و تطبیق ماتریس های هم ارز و امکانات و بودجه شرکت گزینه مناسب که تطبیق بیشتری با منابع و دستورالعمل های شرکت دارد انتخاب می گردد.

2-4 داده ها

ماتریس اولیه تصمیم گیری ارزیابی پیمانکاران شرکت بر اساس معیارهای شرکت وباحضور خبرگان به صورت زیر ارائه گردیده است.که با استفاده از دو روش AHP وTOPSIS در نرم افزار MATLABرتبه بندی شده اند.

جدول(1):ماتریس اولیه تصمیم گیری و رتبه بندی آنها باروشهای AHP وTOPSIS

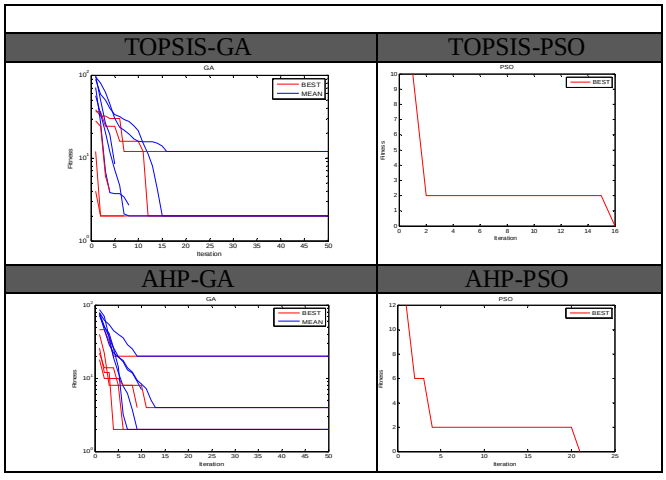
معیارها	استانداردها	پایداری مالی	سوابق شرکت	کیفیت	حسن سابقه	نیروی انسانی	ساختارشرکت	تجهیزات فنی
وزن	0.125	0.15	0.125	0.15	0.1	0.125	0.125	0.1
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
alter1	44.5	48.1	61.3	40.7	42.5	67.3	50.2	41
alter2	62.3	35.8	50.4	52.6	55.2	52.1	63	44.4
alter3	67.7	61.7	62.8	59.3	61.7	60.2	46.1	49.1
alter4	45.1	48.2	37.9	60.7	52.7	71.4	59.1	39.7
alter5	47.5	49.6	44.8	64.5	46.0	64.0	51	40.1
alter6	65.5	55.3	64.7	57.2	52.1	56.1	48.1	43
alter7	56.8	47.2	58.9	49.6	55.7	52.6	51.4	48.7
alter8	42.2	52.7	54.3	60.2	61.5	60.2	53.1	38.3
alter9	43.7	55.6	48.9	52.7	51.2	64.2	48.1	46.1
alter10	62.3	51.2	53.7	48.5	60.4	58.3	57.6	40.4

Ranking matrix by TOPSIS

Rank = 1 Alter = 3 Score = 0.13885
Rank = 2 Alter = 6 Score = 0.12422
Rank = 3 Alter = 10 Score = 0.10622
Rank = 4 Alter = 8 Score = 0.10137
Rank = 5 Alter = 7 Score = 0.094438
Rank = 6 Alter = 5 Score = 0.092619
Rank = 7 Alter = 9 Score = 0.09074
Rank = 8 Alter = 4 Score = 0.089866
Rank = 9 Alter = 2 Score = 0.084263
Rank = 10 Alter = 1 Score = 0.07741

Ranking matrix by AHP

Rank = 1 Alter = 3 Score = 0.11111
Rank = 2 Alter = 6 Score = 0.10501
Rank = 3 Alter = 10 Score = 0.10173
Rank = 4 Alter = 8 Score = 0.099919
Rank = 5 Alter = 7 Score = 0.099179
Rank = 6 Alter = 4 Score = 0.098012
Rank = 7 Alter = 2 Score = 0.097471
Rank = 8 Alter = 9 Score = 0.097327
Rank = 9 Alter = 5 Score = 0.097023
Rank = 10 Alter = 1 Score = 0.093211



شکل(4) :نمودارخروجی ماتریس های تولیده شده با تکنیک GA وPSO

جدول (2): رتبه بندی گزینه ها بر اساس روش های تصمیم گیری

	TOPSIS			
	GA	**PSO**		**PSO**
1	**Iter = 100 BEST = 6 Best Fitness = 6**	Iter = 100 BEST = 4 MEAN = 4.66 Best Fitness = 4		**Iter = 100 BEST = 2 MEAN = 2.92 Best Fitness = 2**
2	**Iter = 100 BEST = 4 Best Fitness = 4**	Iter = 100 BEST = 2 MEAN = 3.06 Best Fitness = 2		**Iter = 100 BEST = 6 MEAN = 10 Best Fitness = 6**
3	**Iter = 100 BEST = 16 Best Fitness = 16**	Iter = 7 BEST = 0 MEAN = 22.24 Best Fitness = 0	**Iter = 100 BEST = 22 Best Fitness = 22**	**Iter = 100 BEST = 2 MEAN = 2.18 Best Fitness = 2**
4	**Iter = 100 BEST = 24 Best Fitness = 24**	Iter = 100 BEST = 4 MEAN = 4.36 Best Fitness = 4	**Iter = 100 BEST = 26 Best Fitness = 26**	**Iter = 100 BEST = 2 MEAN = 11.94 Best Fitness = 2**
5	**Iter = 100 BEST = 22 Best Fitness = 22**	Iter = 10 BEST = 0 MEAN = 27.86 Best Fitness = 0	**Iter = 100 BEST = 14 Best Fitness = 14**	**Iter = 4 BEST = 0 MEAN = 50.02 Best Fitness = 0**
6	**Iter = 100 BEST = 20 Best Fitness = 20**	Iter = 100 BEST = 6 MEAN = 8.2 Best Fitness = 6	**Iter = 100 BEST = 12 Best Fitness = 12**	**Iter = 11 BEST = 0 MEAN = 44.7 Best Fitness = 0**
7	**Iter = 100 BEST = 18 Best Fitness = 18**	Iter = 100 BEST = 6 MEAN = 8.34 Best Fitness = 6	**Iter = 100 BEST = 30 Best Fitness = 30**	**Iter = 100 BEST = 6 MEAN = 9.66 Best Fitness = 6**
8	**Iter = 100 BEST = 4 Best Fitness = 4**	Iter = 3 BEST = 0 MEAN = 40.78 Best Fitness = 0	**Iter = 100 BEST = 10 Best Fitness = 10**	**Iter = 100 BEST = 4 MEAN = 4 Best Fitness = 4**
9	**Iter = 100 BEST = 20 Best Fitness = 20**	Iter = 100 BEST = 8 MEAN = 8.28 Best Fitness = 8	**Iter = 100 BEST = 24 Best Fitness = 24**	**Iter = 45 BEST = 0 MEAN = 10.5 Best Fitness = 0**
10	**Iter = 100 BEST = 8 Best Fitness = 8**	Iter = 100 BEST = 2 MEAN = 2.34 Best Fitness = 2	**Iter = 100 BEST = 18 Best Fitness = 18**	**Iter = 100 BEST = 4 MEAN = 5.6 Best Fitness = 4**

جدول (3): نقاط بی تفاوتی تولید شده با تکنیک های AHPو PSO

Indifference point 1:OUT PUT 3 - TOPSIS- PSO

وزن	0.125	0.15	0.125	0.15	0.1	.125	0.125	0.1
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
Ater1	4	0	0	82	57	50	0	0
Ater2	34	0	0	88	0	46	78	18
Ater3	118	124	30	119	0	118	93	0
Ater4	77	6	0	6	41	100	0	3
Ater5	48	0	43	130	0	13	103	81
Ater6	19	74	126	80	79	8	14	41
Ater7	86	58	25	100	10	0	94	30
Ater8	83	63	0	70	108	31	26	77
Ater9	40	0	35	106	0	85	64	93
ter10	81	2	108	62	24	79	89	81

Indifference point 2:OUT PUT 5 - TOPSIS- PSO

وزن	0.125	0.15	0.125	0.15	0.1	0.125	0.125	0.1
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
Ater1	42	0	0	40	0	0	7	12
Ater2	73	2	0	13	103	18	127	51
Ater3	26	122	123	91	99	105	66	87
Ater4	75	0	52	122	5	12	91	12
Ater5	20	66	8	74	22	61	59	77
Ater6	132	55	130	0	0	113	97	52
Ater7	39	49	29	100	112	0	103	98
Ater8	85	47	35	97	0	120	92	16
Ater9	20	69	18	83	103	52	0	31
Ater10	99	12	99	97	101	51	116	61

Indifference point 3:OUT PUT 8 - PSIS- PSO

	0.125	0.15	0.125	0.15	0.1	0.125	0.125	0.1
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
alter1	90	0	50	8	28	0	40	4
alter2	0	72	61	0	32	32	0	63
alter3	109	124	33	119	9	105	19	96
alter4	91	97	66	0	0	143	0	0
alter5	46	90	90	21	50	32	103	0
alter6	132	27	9	74	105	0	97	82
alter7	85	95	84	0	112	19	83	0
alter8	85	0	87	121	0	115	69	0
alter9	83	70	67	0	0	129	97	0
alter10	0	75	8	80	121	117	116	0

Indifference point 4: OUT PUT 5- AHP-PSO

وزن	0.125	0.15	0.125	0.15	0.1	0.125	0.125	0.1
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
Ater1	50	9	0	0	86	135	0	27
Ater2	70	10	95	2	53	36	59	43
Ater3	136	124	13	110	124	106	38	78
Ater4	48	39	76	37	15	30	43	47
Ater5	87	20	28	0	34	124	24	0
Ater6	132	0	126	115	87	99	83	87
Ater7	40	95	118	19	0	66	0	62
Ater8	0	60	109	55	36	121	54	0
Ater9	50	17	0	38	0	0	97	71
ter10	125	58	0	40	53	65	116	73

Indifference point 5:OUT PUT 6 - AHP-PSO

وزن	0.125	0.15	0.125	0.15	0.1	0.125	0.125	0.1
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
alter1	56	9	0	82	0	0	101	83
alter2	23	72	0	0	111	0	95	89
alter3	136	105	7	119	95	121	93	7
alter4	82	26	62	0	0	143	119	80
alter5	0	28	32	85	0	99	0	81
alter6	132	20	130	0	0	113	97	67
alter7	0	95	0	100	112	13	103	0
alter8	0	0	109	121	0	73	107	77
alter9	45	0	0	32	103	82	97	93
alter10	125	0	50	86	75	117	116	13

Indifference point 6:OUT PUT 9 - AHP-PSO

وزن	0.125	0.15	0.125	0.15	0.1	0.125	0.125	0.1
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
alter1	0	34	0	0	86	93	1	30
alter2	1	20	101	76	3	3	0	17
alter3	136	110	92	20	95	99	1	99
alter4	37	35	41	16	74	127	0	5
alter5	0	32	18	59	9	59	0	6
alter6	59	11	114	52	89	87	79	63
alter7	97	7	8	78	28	43	103	20
alter8	33	98	109	0	79	13	94	31
alter9	5	1	94	9	37	44	0	93
alter10	45	39	61	56	121	49	113	0

3- نتیجه گیری

در این بخش از تحقیق با توجه به توانایی الگوریتم های فراابتکاری از جمله الگوریتم ازدحام ذرات PSO و الگوریتم ژنتیک GA برای هریک از روش های AHP و TOPSIS برنامه،در نرم افزار MATLAB برای تولید 10 ماتریس هم ارز (RUN=10) اجرا شده است که نتایج آن در جدول شماره2 و شکل شماره 4 آورده شده است.مطابق جدول زیر مواردی که در آنها تابع برازندش Best Fitness = 0 باشد به منزله هم ارز بودن آن ماتریس با ماتریس تصمیم گیری اولیه می باشد.این ماتریس ها در جدول شماره 3 (نقاط بی تفاوتی تصمیم ارزیابی تامین کنندگان پروژه) را نشان می دهد به صورت کامل آورده شده است.

هرکدام از ماتریس های جدول شماره3 همانند ماتریس اولیه تصمیم گیری خروجی (رتبه بندی)یکسانی دربین پیمانکاران را ولی با ترکیبات متفاوت 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 نیز هر یک از ماتریس های هم ارز بیان کننده نقاط واقع بر روی منحنی بی تفاوتی شرکت می باشند که مطلوبیت یکسانی دارند.با عنایت به اینکه اکثر تصمیمات و استراتژی های اتخاذ شده در مرحله اجرا به جهت محدودیت بودجه و سایر عوامل با مشکل مواجهه می شوند شناسایی گزینه های مختلف برای تصمیم گیری قدرت انعطاف پذیری شرکت را افزایش می دهد و شانس تحقق تصمیمات و استراتژی ها افزایش می یابد. با توجه به نتایج حاصل از رتبه بندی گزینه ها،پیمانکار سوم که رتبه اول را نسبت به سایر گزینه ها کسب نموده است. با توجه به وضعیت این پیمانکار در ماتریس های هم ارز می توان سناریوهای مختلف را مطابق جدول 4 تعیین نمود تا با توجه به محدویت ها و انتظارات بهترین وضعیت انتخاب و به پیمانکار ابلاغ گردد.

جدول(4): وضعیت Alter 3 درنتایج خروجی ماتریس های هم ارز

W eight	0.125	0.15	.125	0.15	0.1	.125	.125	0.1
criteria	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	C8
TOPSIS- PSO OUT PUT 3-	118	124	30	119	0	118	93	0
OUT PUT 5- TOPSIS- PSO	26	122	123	91	99	105	66	87
OUT TOPSIS- PSO PUT 8-	109	124	33	119	9	105	19	96
OUT AHP-PSO PUT 5-	136	124	13	110	124	106	38	78
OUT AHP-PSO PUT 6-	136	105	7	119	95	121	93	7
OUT AHP-PSO PUT 9-	136	110	92	20	95	99	1	99

لذا از پیمانکار سوم درخواست می شود ،با توجه به انتظارات شرکت که با ماتریس هم ارز (خروجی پنجم AHP-PSO) تطابق بیشتری دارد توانمندیهای خود را تقویت نماید تا ضمن موفقیت در قرارداد منعقده شانس خود را برای همکاری های آتی افزایش دهد. با توجه به تحلیل وضعیت گزینه انتخابی،در مراحل آتی می توان نسبت به تعیین نرخ نهایی جانشینی(جایگزینی) برخی از معیارهای جبرانی اقدام نمود مثلا می توان نمره معیار C3 رابا معیارهای C1 و C2و C4 جبران نمود.همچنین از کاربردهای دیگر این تحقیق می توان با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها الگوی داده محوردر مسایلی مانند انتخاب استراتژی ها نسبت به بهینه نمودن تخصیص منابع سازمان استفاده نمود.در مقالات آتی به هریک از آنها پرداخته خواهد شد.در ضمن نتایج حاصل از اجرای برنامه در دفعات متعدد نشان می دهد که خروجی های حاصل از الگوریتم ازدحام ذراتPSO در مقایسه با الگوریتم ژنتیکGA بهتر می باشد.

منابع و ماخذ

[1] Alborzi, M.,(2008), **Augmenting System Dynamics with Genetic Algorithm and TOPSIS Multivariate Ranking Module for Multi-Criteria Optimization**, International Conference of the System Dynamics Society.

[2] Ali, R.,(2017), **Perncipal of Management**, samat.

[3] Asgharpour, M. J.,(2017), **Multiple Criteria Decision Making**, Tehran University .

[4] Blum, C., Roli, A.,(2003), **Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison**, ACM Comput, Surv, 35, 268-308.

[5] Chen, D., Zhou, Z., Pham, D., (2008), **Research on the Grey Relational Evaluation Method of Core Competencies of Virtual Enterprise Members**, Kybernetes, 37, 1250-1256.

[6] Faghih, N., Montazeri, M., **Genetic Algorithms For Assembly Line Balanceing Problem**.

[7] 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.

[8] Intriligator, M. D.,(1971), **Mathematical Optimization and Economic Theory**, Siam.

[9] Leili, M. M. S., Ekradi, E., Parvin, E., Fazeli, H.,(2017), **Studying the Relationship Between Managers' Decision Making Styles with the Level of Creativity and Participative Management in Guidance Schools**. Innov Creat Hum Sci J, 4, 19.

[10] Mohamadi, A. M. S., Dostmohammadi, A., Khaleghi, A., (2015), **Management Assessment and Selection of Logistics Providers at the Social Security Hospital of Imam Hossein in Zanjan**, International Conference on Management. Istanbul, Turkey.

[11] 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,

[12] Radfar, R. K. N., (2015), **Identify and Ranking the Factors Affecting the Efficiency of Using by Dematel**, Productivity management Journal, 35, 19.

[13] Serrai,, W., Abelli, 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] Schiffels, S., Fliedner, T., Kolisch, R., (2018), **Human Behavior in Project Portfolio Selection: Insights from an Experimental Study**, Decision Sciences, 49(6), 1061-1087.

[15] Shahbazi, L., (2016), **At the Same Time Optimize the Planning Problem-Labor-Service Equipment by Use Particle Swarm Algorythm**, MS, zanjan Islamic Azad University.

[16] Tabli, M. A. M. R. M. S. H., (2012), **New Method for Solving Multi-Criteria Decision**, Industrial Management Studies, 9, 20.

[17] Yang, X.S., (2011), **Metaheuristic Optimization**,Scholarpedia, 6, 11472.
[18] Yu, X., Zhang, S., Liao, X., Qi, X., (2018), **Electre Methods in Prioritized MCDM Environment**, Information Sciences, 424, 301-316.