

ارائه یک روش تصمیم گیری چند شاخصه و مقایسه جواب بهینه و سرعت حل مسأله آن با روش جایگشت

احمد نریمانی

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Ahmadnarimani@yahoo.com

عاطفه امین دوست

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Atefeh_amindoust@yahoo.com

چکیده

روش جایگشت (Permutation) یکی از روش های تصمیم گیری برای مدل های MADM بوده که براساس ماتریس تصمیم گیری و اوزان شاخص ها، رتبه بندی بندی خطی گزینه ها را مشخص می نماید. این روش کلیه حالت های علمی ارجحیت گزینه ها را به کمک آزمون موسوم به «تست T» مورد بررسی و ارزیابی قرار می دهد. سرانجام رتبه بندی نهایی از ارجحیت گزینه های موجود چنان انتخاب می گردد که حد اکثر مقدار آزمون را داشته باشد. در این روش جایگشت با افزایش تعداد اندکی به گزینه ها، مدت زمان یافتن راه حل بهینه به شدت افزایش می یابد. لذا کاربرد این روش را بسیار محدود کرده و یا به ناچار از روش های ابتکاری (Heuristic) برای حل اینگونه مسایل استفاده می گردد. در این تحقیق که در دسته تصمیم گیری چند معیاره و مشخصا تصمیم گیری چند شاخصه قرار می گیرد روشی ارائه می شود که با وجود یکسان بودن نتیجه با روش جایگشت، زمان حل از طریق این روش را خصوصا در زمان زیاد بودن گزینه ها و شاخص ها به طور قابل توجهی کاهش می دهد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از نرم افزار متلب روش پیشنهادی و روش جایگشت کد نویسی شدند سپس ۳۰ مثال تصمیم گیری در اندازه های مختلف با هر دو روش توسط نرم افزار متلب حل شدند. در نهایت خروجی نرم افزار از نظر تشابه جواب و زمان حل برای دو روش مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد که در مثال های حل شده جواب های روش پیشنهادی عینا همان جواب های روش جایگشت است و در مواقعی که روش جایگشت جواب چند گانه دارد، روش پیشنهادی یکی از جواب ها را نتیجه می دهد. دوما میانگین زمان حل روش پیشنهادی با میانگین زمان حل روش جایگشت اختلاف زیادی دارد با این حال با استفاده از آزمون تی جفت شده زمان حل مورد آزمون قرار گرفت و در نتیجه در سطح خطای ۵ درصد میانگین زمان حل روش پیشنهادی از میانگین زمان حل روش جایگشت کم تر است.

واژگان کلیدی:

تصمیم گیری چند معیاره، تصمیم گیری چند شاخصه، روش جایگشت، رتبه بندی گزینه ها

۱- مقدمه

تصمیم گیری یکی از اساسی ترین موضوعاتی است که همواره بشر در زندگی روز مره خود با آن روبرو است. یک تصمیم گیرنده برای انجام یک کار خاص ممکن است با گزینه های مختلفی مواجه شود که از بین آنها باید بهترین گزینه انتخاب گردد. در واقع فرایند تصمیم گیری به چگونگی انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه های ممکن می پردازد، به طوری که گزینه های مختلف بتوانند بیشترین رضایت خاطر را برای تصمیم گیرنده به ارمغان آورند (اولسن، ۱۳۸۷). در گذشته فارغ از درست یا غلط بودن، تصمیم ها توسط یک نفر گرفته می شد و کار تصمیم گیری آسان بود، اما امروزه وضعیت تغییر پیدا کرده است. وقتی تصمیم های مهم توسط افراد مختلف گرفته می شود، نقش روشی که به کمک آن تصمیم ها ایجاد و گرفته می شود برجسته تر خواهد بود (Triantaphyllou, 2010). تمام تصمیم گیری های مدیران تحت تأثیر عوامل مختلف کمی و کیفی قرار دارند که عموماً نه تنها این عوامل با هم در تعارض هستند، بلکه اهداف سازمانی نیز ممکن است با هم در تضاد باشند (اولسن، ۱۳۸۷).

روش های تصمیم گیری چند معیاره روش هایی هستند که برای انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود و یا رتبه بندی گزینه های موجود در محیط های متعارض طراحی شده اند. تعارض بین اهداف در تصمیم گیری ها به این معنی است که ممکن است حصول کامل به یک هدف خاص منجر به عدم حصول کامل به یک هدف دیگر شود. در سه دهه اخیر روش ها و مدل های تصمیم گیری دیگری گسترش یافته اند که می توانند عوامل و معیار های کمی و کیفی با اهداف متضاد را با هم لحاظ نمایند. تأکید اصلی مدل های کلاسیک، بهینه سازی، داشتن یک معیار سنجش یا یک تابع هدف می باشد (اولسن، ۱۳۸۷). در این تصمیم گیری ها بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده شود. مسائل تصمیم گیری چند معیاره می توانند طبق طبقه بندی هوآنگ و یون به دو دسته زیر تقسیم شوند (Triantaphyllou, 2010):

مدل های تصمیم گیری چند هدفه که معمولاً در طراحی برای دستیابی با اهداف مطلوب با توجه به فعل و انفعالات مختلف در محدودیت ها به کار گرفته می شود.

مدل های تصمیم گیری چند شاخصه که معمولاً برای ارزیابی و انتخاب تعداد محدودی از گزینه های تعیین شده تخصیص می یابد.

یکی از عمده ترین دسته بندی های مدل های تصمیم گیری چند شاخصه که در ادبیات موضوع مطرح شده است به صورت زیر است :

۱. مدل های جبرانی شامل روش هایی است که مبادله در بین شاخص ها در آن ها مجاز است، یعنی تغییری (احتمالاً کوچک) در یک شاخص می تواند توسط تغییری مخالف در شاخص (یا شاخص های) دیگر جبران شود.

۲. مدل های غیر جبرانی شامل روش هایی است که در آن ها مبادله بین شاخص ها مجاز نیست، یعنی نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود از شاخص دیگر جبران نمی شود. بنابراین هر شاخص به تنهایی مطرح بوده و مقایسات بر اساس شاخص به شاخص انجام می پذیرد (اصغرپور، ۱۳۹۱)

روش جایگشت (که در ابتدا توسط Jacquet-Lagreze (1996) ارائه شده است)، یکی از روش های کلاسیک تصمیم گیری برای

مدل های تصمیم گیری چند شاخصه ای بوده که در مرز بین روش های جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرد و براساس ماتریس تصمیم گیری و اوزان معیارها، رتبه بندی گزینه ها را مشخص می کند. در این روش کلیه حالت های ممکن و عملی از ترکیب رتبه بندی ارجحیت گزینه ها مورد توجه قرار گرفته و هر رتبه بندی عملی از m گزینه موجود مورد تست و آزمون قرار میگیرد (تعداد حالات برابر $m!$ خواهد بود). سپس براساس معیاری براساس تست T ترتیب ارجحیت گزینه ها به گونه ای انتخاب خواهد شد که دارای حداکثر مقدار T باشند (اصغرپور، ۱۳۹۱). مشکل اصلی این روش در حجم بسیار بالای و صرف زمان بسیار زیاد محاسباتی برای جست و جو در کل فضای عملی بوده، به طوری که با افزایش تعداد اندکی به گزینه ها مدت زمان یافتن راه حل بهینه به شدت افزایش می یابد. Rinnooy (1976) ثابت کرد اگر تعداد گزینه ها افزایش یابد مسأله NP-HARD می شود، لذا کاربرد این روش بسیار محدود شده و به ناچار از روش های فراابتکاری برای حل اینگونه مسائل استفاده می شود (اصغرپور، ۱۳۸۱).

منظور از تحقیق پیش رو ارائه روشی در زمینه تصمیم گیری چند معیاره است که بتواند با حجم محاسبات کمتر در نتیجه زمان حل کمتری نسبت به روش جایگشت به جواب دست پیدا کند. روش ارائه شده در این تحقیق در رده روش های MADM قرار می گیرد برای استفاده از این روش صرفا نیاز به ماتریس تصمیم گیری و وزن شاخص ها بوده و هیچگونه ضرورتی جهت تبدیل شاخص ها کیفی و کمی و بی مقیاس کردن مقادیر شاخص ها نمی باشد. این روش قادر است تنها با تشکیل یک ماتریس مقایسه دو جفتی (به ازاء هر تعداد گزینه) الویت بندی و رتبه بندی گزینه ها را مشخص کند در حالی که جواب آن دقیقا همان جواب روش جایگشت است و در مواقعی که روش جایگشت جواب چند گانه دارد، روش پیشنهادی یکی از جواب ها را نتیجه می دهد.

در این تحقیق ابتدا روش پیشنهادی به صورت قدم به قدم تشریح می شود. سپس این روش و روش جایگشت با استفاده از نرم افزار MATLAB کدنویسی گردیده و تعداد ۳۰ مثال با اندازه های مختلف با هر دو روش بوسیله نرم افزار حل می شوند. در نهایت نتایج آنها از لحاظ شباهت جواب و اختلاف زمان حل با یکدیگر مقایسه می شوند که به منظور مقایسه حجم محاسبات و میانگین زمان حل این دو روش، از آزمون t جفت شده استفاده می شود.

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

روش جایگشت از معدود روش های تصمیم گیری چند شاخصه است که مهم ترین دسته بندی آن از نظر جبرانی و غیر جبرانی، همان طور که در بیشتر منابع بیان شده در مرز بین روش های جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرد و بدین جهت از اهمیت بالایی برخوردار است. از طرفی دو مزیت بی نیازی آن به تبدیل داده های کیفی به کمی و بی بعد کردن مقادیر گزینه ها، به سهولت و محبوبیت آن افزوده است، ولی افزایش به شدت زیاد حجم محاسبات و زمان حل آن هنگامی که تعداد گزینه ها بالا می رود کاربرد آن را در عمل محدود کرده است. روش پیشنهادی در این تحقیق نقطه ضعف اساسی روش جایگشت را برطرف می کند.

۱-۳- پیشینه تحقیق

در ارتباط با بهبود و توسعه روش جایگشت و همچنین استفاده از آن موارد معدودی یافت می شد که دلیل اصلی آن نیز زمان حل بسیار بالای آن می باشد. در این قسمت به تفکیک داخلی و خارجی به مطالعات یافت شده اشاره می شود.

۱-۳-۱- مطالعات داخلی

اصغرپور و قاسمی (۱۳۸۱) در مقاله ای تحت عنوان "روش ترکیب رتبه بندی بسیار سریع گزینه ها با راه حل (های) بهینه سراسری براساس روش جایگشت" روش ترکیب را معرفی کرده اند که با اعمال شرایط بهینگی در فرایند محاسباتی و کاهش دائمی فضای جستجو، ضمن ارائه راه حل (های) بهینه سراسری (دقیقا معادل روش جایگشت) از

کارایی و سرعت عمل بسیار بالایی نیز برخوردار است، نتایج نشان می دهد این روش در محاسبات آزمایشی برای رتبه بندی ده گزینه به طور متوسط حدود یکصد و بیست هزار برابر سریعتر از روش جایگشت است.

صفازراده و همکاران (۱۳۸۴) در مقاله ای با عنوان "مدل مکان یابی فرودگاه به روش جایگشت" به منظور یافتن مناسب ترین مکان برای احداث فرودگاه با استفاده از روش جایگشت مدلی ارائه داده اند که از بین چهار مکان و بر اساس وضعیت و کمیت ۱۰ شاخص آن، مکان اول را به عنوان مکان برتر انتخاب کرده است. نتایج حاصل از این مدل نشان می دهد که می توان با استفاده از یک مدل منطقی و ریاضی، خطای انسانی در انتخاب را به حداقل ممکن رساند. همچنین مدل ارائه شده توانایی برنامه ریزی و مکان یابی در پروژه های آتی را نیز دارد.

رزمی و همکاران (۱۳۸۵) در مقاله ای با عنوان "استفاده از روش جایگشت (Permutation) در حل مسائل تصمیم گیری انتخاب تامین کننده" به منظور انتخاب تامین کنندگان با استفاده از روش جایگشت از بین ۳ تامین کننده فرضی و بر اساس ۶ شاخص که اهمیت بیشتری نسبت به سایر شاخص ها دارند به این نتیجه رسیده اند که تامین کننده دوم و سوم هر دو می توانند به عنوان تامین کننده برتر انتخاب شوند.

۱-۳-۲- مطالعات خارجی

Kobylanski (1996) در مقاله ای با عنوان "الگوریتم ابتکاری جدید برای حل مسائل رتبه بندی خطی" یک روش ابتکاری برای حل مسائل رتبه بندی خطی ارائه نموده و متوجه شده اند در اینگونه مسائل یک نوع قرینه گی (تقارن) وجود دارد. به عبارت دیگر راه حل بهینه برای مسائل با تابع هدف بیشینه، در صورت معکوس کردن ارجحیت گزینه ها، راه حل بهتری برای تابع هدف کمینه مشابه خواهد بود، و این منجر شد محاسبات روش جایگشت به نصف کاهش یابد.

Chen و Wang (2009) در مقاله ای با عنوان "بهترین جایگشت: یک طرح جدید انتخاب شبکه در شبکه های بیسیم ناهمگن" طرح بهترین جایگشت را به نام (Besper) برای انتخاب شبکه بر اساس عوامل مرتبط با قابلیت تحرک در یک محیط شبکه بی سیم ناهمگن عمومی ارائه نموده و همچنین دو روش دیگر را نیز به نام بسپر ساده شده و بسپر پیشرفته به منظور کاهش زمان بسپر پایه معرفی کرده اند. ارزیابی عملکردشان نشان می دهد بسپر ها همیشه می توانند بهترین شبکه را انتخاب کنند.

Karimi و Rezaeinia (2011) در مقاله ای تحت عنوان "روش جایگشت تعدیل شده برای تصمیم گیری چند معیاره با رویکرد راه حل های فراابتکاری" روش "جایگشت تعدیل شده" را برای جبران کاستی های روش جایگشت معمولی معرفی کرده اند که در آن برخلاف روش جایگشت، میزان برتری گزینه ها نسبت به یکدیگر در هر شاخص لحاظ شده است و همچنین برای رفع مشکل زمان بسیار بالای محاسبات در مسائل با گزینه های زیاد، روش فراابتکاری جستجوی ممنوعه و الگوریتم پرندگان یا بهینه سازی ازدحام ذرات را پیشنهاد کرده اند، نتایج نشان می دهد هر چند هر دو روش راه حل های مناسبی را در زمان نسبتاً معقولی ارائه می دهند اما TS برای این روش بهتر عمل می کند.

Ai (2011) در مقاله ای با عنوان "یک روش جدید برای تصمیم گیری چند شاخصه بازه ای بر اساس کمترین واریانس و درجه روش" روش جدیدی را معرفی کرده است که بر اساس واریانس و درجه روش و با استفاده از روش تاپسیس به بررسی مسئله تصمیم گیری چند شاخصه بازه ای می پردازد. مراحل دقیق الگوریتم پیشنهادی و آزمایش عددی داده شده است و همینطور الگوریتم

پیشنهادی با یک الگوریتم موجود مقایسه شده است. نتایج مقایسه نشان می دهد که الگوریتم پیشنهادی مؤثر و امکان پذیر می باشد.

اهداف تحقیق حاضر به شرح زیر می باشد :

۱. ارائه یک روش جدید در زمینه تصمیم گیری چند شاخصه به منظور مقایسه جواب های آن روش و روش جایگشت
۲. بررسی میزان شباهت جواب های روش پیشنهادی و روش جایگشت
۳. مقایسه زمان حل های روش پیشنهادی و روش جایگشت

همچنین پرسش های تحقیق موارد زیر را شامل می شود:

۱. چگونه می توان یک روش جدید در زمینه تصمیم گیری چند شاخصه ارائه داد که جواب های آن روش و روش جایگشت با هم قابل مقایسه باشند؟
 ۲. جواب هایی روش پیشنهادی و روش جایگشت تا چه حد مشابه هستند؟
 ۳. زمان حل روش پیشنهادی در مقایسه با زمان حل روش جایگشت چگونه است؟
- فرضیات تحقیق حاضر به شرح زیر می باشد:
۱. این روش از نظر موضوعی زیر مجموعه روش های تصمیم گیری چند معیاره و مشخصا در رده روش های تصمیم گیری چند شاخصه، مرز بین روش های جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرد.
 ۲. یکسانی جواب های روش پیشنهادی و روش جایگشت از لحاظ علم ریاضی اثبات نشده است.
 ۳. برتری یا عدم برتری دیگر جواب های روش جایگشت (در صورت وجود) نسبت به جواب (جواب های) یکسان با روش پیشنهادی بررسی نشده است.

۲- روش تحقیق

دستیابی به هدف های علمی یا شناخت علمی تنها با روش شناسی صحیح میسر خواهد بود، به عبارت دیگر تحقیق از حیث روش است که اعتبار می یابد نه موضوع تحقیق. روش های تحقیق به عنوان هدایت گر جستجو های علمی در جهت دستیابی به حقیقت در شکل های مختلفی دسته بندی می شوند و هر کدام از این دسته بندی ها در برگیرنده روش های مختلفی هستند که مزایا و معایب خاص خود را دارند. اعتبار دستاورد های تحقیق به شدت تحت تأثیر روشی است که برای تحقیق برگزیده می شود. براساس مبانی نظری مطرح شده، تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع نظری-توسعه ای و از نظر ماهیت داده ها از نوع کمی است.

مراحل انجام کار این تحقیق به شرح زیر است:

قدم اول: انجام مطالعات نظری.

قدم دوم: ارائه روش برای داده های قطعی.

قدم سوم: حل چندین مثال عددی با روش پیشنهادی جایگشت.

قدم چهارم: مقایسه جواب های روش پیشنهادی و روش جایگشت و همچنین زمان حل آن ها با استفاده از آزمون های آماری.

قدم پنجم: نتیجه گیری و بیان محدودیت ها و پیشنهادات.

۲-۱- روش پیشنهادی برای حل مسئله

در این مرحله، روش پیشنهادی برای داده های قطعی به صورت قدم های زیر معرفی می شود:

قدم اول: تشکیل ماتریس تصمیم گیری و تعیین وزن شاخص ها به نحوی وزن شاخص ها نرمال شود یعنی مجموع وزن ها برابر یک باشد. جدول ۱ نمایی کلی از این ماتریس را نشان می دهد.

جدول ۱: نمای کلی ماتریس تصمیم گیری

شاخص گزینه	C_1	...	C_n
A_1	r_{1n}	...	r_1
\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
A_m	r_m	...	r_{m1}
W	W_1	...	W_n

قدم دوم: تشکیل ماتریس مقایسه دو جفتی با ترتیب دلخواهی از گزینه ها؛ که برابر مجموع وزن شاخص هایی می باشد که گزینه سطر بر گزینه ستون برتری دارد.

در حالت کلی عناصر مقایسه دو جفتی در این روش از فرمول ۱ و ۲ بدست می آیند:

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & \dots & g_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & \dots & g_m \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$g_k = \sum_{j=1}^n w_j \quad \text{if: } r_k > r_{li} ; \begin{cases} j = 1, 2, \dots, n \\ k, l = 1, 2, \dots, m ; k \neq l \end{cases} \quad (2)$$

به عنوان مثال ماتریس مقایسه دو جفتی به ازاء جایگشت P_1 در حالت ۳ گزینه در جدول ۲ نشان داده شده است:

جدول ۲: نمونه یک ماتریس مقایسه دو جفتی به ازاء یک جایگشت فرضی در روش پیشنهادی

P_1	A_1	A_2	A_3
A_1	-	$\sum_{r_{1j} \geq r_{2j}} w_j$	$\sum_{r_{1j} \geq r_{3j}} w_j$
A_2	$\sum_{r_{1j} \leq r_{2j}} w_j$	-	$\sum_{r_{2j} \geq r_{3j}} w_j$
A_3	$\sum_{r_{1j} \leq r_{3j}} w_j$	$\sum_{r_{2j} \leq r_{3j}} w_j$	-

قدم سوم: جمع g_k برای گزینه های گزینه های سطر و ستون به صورت مجزا از طریق فرمول های ۳ و ۴:

$$T_{A_i} = \sum_{l=1}^n g_{il} ; \begin{cases} i = 1, \dots, m \\ l = 1, \dots, n \\ i \neq l \end{cases} \quad (3) \quad T_{A_i} = \sum_{k=1}^m g_k ; \begin{cases} i = 1, \dots, n \\ k = 1, \dots, m \\ i \neq k \end{cases} \quad (4)$$

به عنوان مثال مجموع g_k برای سطر و ستون به ازاء جایگشت P_1 در حالت ۳ گزینه در جدول ۳ نشان داده شده است:

جدول ۳: نمونه یک ماتریس برای مجموع g_k به ازاء یک جایگشت فرضی در روش پیشنهادی

P_1	A_1	A_2	A_3	$T_{A_i} r_c$
A_1	-	g_1	g_1	$\sum g_1 + g_1$
A_2	g_2	-	g_2	$\sum g_2 + g_2$
A_3	g_3	g_3	-	$\sum g_3 + g_3$
$T_{A_i} c_c$	$\sum g_2 + g_3$	$\sum g_1 + g_3$	$\sum g_1 + g_2$	-

قدم چهارم: محاسبه شاخص T برای هر گزینه با استفاده از فرمول ۵:

$$T_{A_i} = T_{A_i} - T_{A_i} \quad (5)$$

قدم پنجم: در این مرحله با توجه به مقدار T برای هر گزینه (T_{A_i}) تعداد T_{A_i} های منفی و مثبت شمارش می شود اگر T_{A_i} های منفی کمتر یا مساوی T_{A_i} های مثبت بود T_{A_i} های منفی به ترتیب صعودی رتبه های آخر موجود را به خود اختصاص می دهند و در غیر این صورت T_{A_i} مثبت به ترتیب نزولی رتبه های برتر موجود را به خود اختصاص می دهند.

قدم ششم: در صورت عدم رتبه بندی تمام گزینه ها، گزینه هایی که رتبه بندی شده اند از مقایسه ی زوجی حذف شده و قدم سوم تکرار می شود.

۲-۱- قلمرو تحقیق

این تحقیق از نظر موضوعی زیر مجموعه روش های تصمیم گیری چند معیاره و مشخصا در رده روش های تصمیم گیری چند شاخصه، مرز بین روش های جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرد.

۲-۲- جامعه آماری

جامعه آماری شامل همه مسائل تصمیم گیری چند شاخصه می شود.

۲-۳- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

در تحقیق حاضر به منظور مقایسه زمان حل روش پیشنهادی و روش جایگشت در ۳۰ مثال حل شده، از آن جایی که دو جامعه مورد مقایسه وابسته هستند از آزمون تی جفت شده برای دو جامعه وابسته و آزمون فرض مربوط به آن استفاده می شود.

۲-۴- روش جمع آوری اطلاعات

روش کتابخانه ای در تمامی تحقیق های علمی مورد استفاده قرار می گیرد. لکن در بعضی از تحقیق ها در بخشی از فرآیند تحقیق از این روش استفاده می شود و در بعضی دیگر موضوع تحقیق از لحاظ روش، ماهیتا کتابخانه ای است. در روش کتابخانه ای از انواع منابع برای جمع آوری داده میتوان استفاده کرد. از انواع این منابع می توانیم به اسناد، کتاب ها، مقالات و مجلات و پایگاه های داده علمی اشاره کنیم. در تحقیق پیش رو جهت انجام مطالعات نظری از روش کتابخانه ای استفاده شده است.

۳- یافته ها

به منظور اثبات کارائی و اثر بخشی روش پیشنهادی، مثالی از مقالات انتخاب و با روش پیشنهادی حل شده اند که ادامه آورده شده است. جدول ۴ ماتریس تصمیم گیری مربوط به مثال حل شده در مقاله اصغر پور و قاسمی (۱۳۸۱) با ۱۰ گزینه و ۷ شاخص را نشان می دهد که همه شاخص ها مثبت هستند. در ادامه این مثال با روش پیشنهادی حل می شود.

قدم اول: تشکیل ماتریس تصمیم گیری و تعیین وزن شاخص ها

جدول ۴: ماتریس تصمیم گیری مثال عددی اول

شاخص گزینه	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A	۳۰	۱	۰/۹	۷۰۰	۹	۰/۵	-۳/۱
B	۵۰	۷	۰/۲	۶۰۰	۳	۰/۹	-۲/۸
C	۶۰	۵	۰/۸	۴۰۰	۷	۰/۳	-۵/۴
D	۱۵	۳	۰/۳	۹۰۰	۵	۰/۷	-۳/۸
E	۳۵	۷	۰/۴	۵۰۰	۵	۰/۵	-۴/۹
F	۲۵	۹	۰/۱	۹۰۰	۱	۰/۴	-۱/۱
G	۷۰	۱	۰/۶	۲۰۰	۵	۰/۳	-۳/۸
H	۱۰	۵	۰/۸	۵۰۰	۹	۰	-۶/۴
I	۳۰	۷	۰/۸	۹۰۰	۵	۰/۴	-۳/۸
J	۷۰	۹	۰/۴	۹۰۰	۷	۰/۹	-۳/۱
W	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۳	۰/۲۵	۰/۱	۰/۰۵	۰/۱

قدم دوم و سوم: تشکیل ماتریس مقایسه دو جفتی با ترتیب دلخواهی از گزینه ها، که برابر مجموع وزن شاخص هایی می باشد که گزینه سطر بر گزینه ستون برتری دارد و جمع g_{jk} برای گزینه های سطر و ستون به صورت مجزا از طریق جدول ۵:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	T _A
A	-	0.65	0.8	0.55	0.75	0.5	0.8	0.75	0.55	0.4	5.75
B	0.35	-	0.55	0.35	0.45	0.5	0.55	0.6	0.2	0.1	3.65
C	0.2	0.45	-	0.6	0.45	0.45	0.8	0.2	0.15	0.3	3.6
D	0.45	0.65	0.4	-	0.4	0.45	0.45	0.45	0.05	0	3.3
E	0.2	0.4	0.55	0.5	-	0.5	0.45	0.35	0.1	0	3.05
F	0.5	0.5	0.55	0.3	0.5	-	0.55	0.6	0.25	0.1	3.85
G	0.05	0.45	0.15	0.35	0.45	0.45	-	0.2	0.05	0.3	2.45
H	0.15	0.4	0.35	0.55	0.4	0.4	0.8	-	0.1	0.4	3.55
I	0.4	0.65	0.55	0.5	0.65	0.45	0.75	0.6	-	0.3	4.85
J	0.5	0.85	0.6	0.75	0.7	0.5	0.65	0.6	0.45	-	5.6

T_A	2.8	5	4.5	4.45	4.75	4.2	5.8	4.35	1.9	1.9	-
-------	-----	---	-----	------	------	-----	-----	------	-----	-----	---

جدول ۵: ماتریس تصمیم گیری مثال عددی اول

قدم چهارم: محاسبه شاخص T برای هر گزینه (T_{A_i}) جدول ۶:

جدول ۶: محاسبه شاخص T_{A_i}

TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ
2.96	-1.35	-0.9	-1.15	-1.7	-0.35	-3.35	-0.8	2.95	3.7

قدم پنجم: با توجه به مقدار T برای هر گزینه (T_{A_i}) تعداد T_{A_i} های منفی و مثبت شمارش می شود اگر T_{A_i} های منفی کمتر یا مساوی T_{A_i} های مثبت بود T_{A_i} های منفی به ترتیب صعودی رتبه های آخر موجود را به خود اختصاص می دهند و در غیر این صورت T_{A_i} مثبت به ترتیب نزولی رتبه های برتر موجود را به خود اختصاص می دهند. با توجه به جدول ۶ گزینه های J و A و I به ترتیب رتبه های ۱ و ۲ و ۳ را به خود اختصاص می دهند.

قدم ششم: حذف گزینه های J و A و I از جدول ۵ و انجام تکرار قدم سوم.

تکرار قدم سوم: محاسبه T_{A_i} سطر و ستون جدول ۷:

جدول ۷: محاسبه جدول مقایسات زوجی و T_{A_i} سطر و ستون

	B	C	D	E	F	G	H	$T_{A_i}rc$
B	-	0.55	0.35	0.45	0.5	0.55	0.6	3
C	0.45	-	0.6	0.45	0.45	0.8	0.2	2.95
D	0.65	0.4	-	0.4	0.45	0.45	0.45	2.8
E	0.4	0.55	0.5	-	0.5	0.45	0.35	2.75
F	0.5	0.55	0.3	0.5	-	0.55	0.6	3
G	0.45	0.15	0.35	0.45	0.45	-	0.2	2.05
H	0.4	0.35	0.55	0.4	0.4	0.8	-	2.9
$T_{A_i}cc$	2.85	2.55	2.65	2.65	2.75	3.6	2.4	-

تکرار قدم چهارم: محاسبه شاخص T برای هر گزینه (T_{A_i}) جدول ۸:

جدول ۸: محاسبه شاخص T برای هر گزینه (T_{A_i})

TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH
0.15	0.4	0.15	0.1	0.25	-1.55	0.5

تکرار قدم پنجم: با توجه به جدول ۸ گزینه G رتبه ۱۰ را به خود اختصاص میدهد.

به همین ترتیب قدم های الگوریتم روش پیشنهادی را انجام می دهیم تا به جواب بهینه برسیم و ادامه قدم های الگوریتم در جدول های ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ آمده است.

جدول ۹: محاسبه جدول مقایسات زوجی و T_{A_i} سطر و ستون

	B	C	D	E	F	H	$T_{A_i}rc$
B	-	0.55	0.35	0.45	0.5	0.6	2.45
C	0.45	-	0.6	0.45	0.45	0.2	2.15
D	0.65	0.4	-	0.4	0.45	0.45	2.35
E	0.4	0.55	0.5	-	0.5	0.35	2.3
F	0.5	0.55	0.3	0.5	-	0.6	2.45
H	0.4	0.35	0.55	0.4	0.4	-	2.1
$T_{A_i}cc$	2.4	2.4	2.3	2.2	2.3	2.2	-

جدول ۱۰: محاسبه شاخص T برای هر گزینه (T_{A_i})

TB	TC	TD	TE	TF	TH
0.05	-0.25	0.05	0.1	0.15	-0.1

جدول ۱۱: محاسبه جدول مقایسات زوجی و T_{A_i} سطر و ستون

	B	D	E	F	$T_{A_i}rc$
B	-	0.35	0.45	0.5	1.3
D	0.65	-	0.4	0.45	1.5
E	0.4	0.5	-	0.5	1.4
F	0.5	0.3	0.5	-	1.3
$T_{A_i}cc$	1.55	1.15	1.35	1.45	-

جدول ۱۲: محاسبه شاخص T برای هر گزینه (T_{A_i})

TB	TD	TE	TF
-0.25	0.35	0.05	-0.15

جدول ۱۳: محاسبه جدول مقایسات زوجی و T_{A_i} سطر و ستون

-	D	E	$T_{A_i}rc$
D	-	0.4	0.4
E	0.5	-	0.5
$T_{A_i}cc$	0.5	0.4	-

جدول ۱۴: محاسبه شاخص T برای هر گزینه (T_{A_i})

TD	TE
-0.1	0.1

جدول ۱۵: رتبه بندی گزینه ها بر اساس روش پیشنهادی

G	C	H	B	F	D	E	I	A	J	گزینه
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	رتبه

۳-۱- مقایسه روش پیشنهادی با روش جایگشت

با استفاده از نرم افزار متلب، روش پیشنهادی و روش جایگشت کد نویسی شده اند. تعداد ۳۰ مسئله با اندازه های مختلف جمع آوری شده و با هر دو روش با استفاده از نرم افزار حل شده اند. جدول ۱۶ خروجی های دو روش و جدول ۱۷ زمان حل آن ها را نشان می دهد. در پیوست شماره ۱ صورت مسئله هایی که منابع آن محقق است آورده شده است.

جدول ۱۶: خروجی های دو روش

منابع	جواب بهینه روش پیشنهادی	جواب بهینه روش جایگشت	تعداد معیار	تعداد گزینه	شماره مسئله
(یون و هوآنگ، ۱۹۹۵)	$A_1 > A_2 > A_3$	$A_1 > A_2 > A_3$	۳	۳	۱
(عطایی، ۱۳۸۹)	$A_3 > A_2 > A_1$	$A_3 > A_2 > A_1$	۴	۳	۲
(عطایی، ۱۳۸۹)	$A_1 > A_2 > A_3$	$A_1 > A_2 > A_3$	۵	۳	۳

		$A_1 > A_3 > A_2$			
(اصغر پور، ۱۳۹۱)	$A_2 > A_3 > A_1$	$A_2 > A_3 > A_1$	۵	۳	۴
(رزمی و همکاران، ۱۳۸۵)	$A_3 > A_2 > A_1$	$A_3 > A_2 > A_1$ $A_2 > A_3 > A_1$	۶	۳	۵
(عطایی، ۱۳۹۸)	$A_3 > A_1 > A_2 > A_4$	$A_3 > A_1 > A_2 > A_4$	۳	۴	۶
(اصغر پور، ۱۳۹۱)	$A_2 > A_3 > A_4 > A_1$	$A_2 > A_3 > A_4 > A_1$	۴	۴	۷
(عطایی، ۱۳۹۸)	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3$	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3$	۵	۴	۸
(هوآنگ و یون، ۱۹۸۱)	$A_3 > A_4 > A_1 > A_2$	$A_3 > A_4 > A_1 > A_2$	۶	۴	۹
(صفا زاده و همکاران، ۱۳۸۴)	$A_4 > A_3 > A_2 > A_1$	$A_4 > A_3 > A_2 > A_1$ $A_4 > A_2 > A_3 > A_1$	۱۰	۴	۱۰
(هوآنگ و یون، ۱۹۸۱)	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3 > A_5$	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3 > A_5$	۲	۵	۱۱
(عطایی، ۱۳۹۸)	$A_4 > A_2 > A_1 > A_5 > A_3$	$A_4 > A_2 > A_1 > A_5 > A_3$	۶	۵	۱۲
(عطایی، ۱۳۹۸)	$A_5 > A_2 > A_3 > A_1 > A_4$	$A_5 > A_2 > A_3 > A_1 > A_4$	۷	۵	۱۳
(عطایی، ۱۳۹۸)	$A_2 > A_5 > A_4 > A_3 > A_1$	$A_2 > A_5 > A_4 > A_3 > A_1$	۸	۵	۱۴
محقق	$A_6 > A_2 > A_4 > A_5 > A_3 > A_1$	$A_6 > A_2 > A_4 > A_5 > A_3 > A_1$	۲	۶	۱۵
محقق	$A_1 > A_3 > A_5 > A_6 > A_4 > A_2$	$A_1 > A_3 > A_5 > A_6 > A_4 > A_2$	۳	۶	۱۶
(یون و هوآنگ، ۱۹۹۵)	$A_6 > A_5 > A_4 > A_1 > A_3 > A_2$	$A_6 > A_5 > A_4 > A_1 > A_3 > A_2$ $A_6 > A_5 > A_4 > A_3 > A_1 > A_2$ $A_6 > A_5 > A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ $A_5 > A_6 > A_4 > A_1 > A_3 > A_2$ $A_5 > A_6 > A_4 > A_3 > A_1 > A_2$ $A_5 > A_6 > A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ $A_5 > A_1 > A_6 > A_4 > A_3 > A_2$	۴	۶	۱۷
محقق	$A_2 > A_4 > A_6 > A_5 > A_3 > A_1$	$A_2 > A_4 > A_6 > A_5 > A_3 > A_1$	۵	۶	۱۸
(هوآنگ و یون، ۱۹۸۱)	$A_4 > A_6 > A_1 > A_2 > A_7 > A_5 > A_3$	$A_4 > A_6 > A_1 > A_2 > A_7 > A_5 > A_3$	۳	۷	۱۹
محقق	$A_7 > A_6 > A_5 > A_1 > A_2 > A_3 > A_4$	$A_7 > A_6 > A_5 > A_1 > A_2 > A_3 > A_4$	۴	۷	۲۰
محقق	$A_6 > A_4 > A_2 > A_1 > A_3 > A_5 > A_7$	$A_6 > A_4 > A_2 > A_1 > A_3 > A_5 > A_7$	۵	۷	۲۱
(هوآنگ و یون، ۱۹۸۱)	$A_6 > A_1 > A_3 > A_7 > A_4 > A_5 > A_2$	$A_6 > A_1 > A_3 > A_7 > A_4 > A_5 > A_2$ $A_6 > A_1 > A_3 > A_4 > A_7 > A_5 > A_2$ $A_1 > A_6 > A_3 > A_7 > A_4 > A_5 > A_2$ $A_1 > A_6 > A_3 > A_4 > A_7 > A_5 > A_2$	۶	۷	۲۲
محقق	$A_4 > A_3 > A_1 > A_2 > A_8 > A_7 > A_6 > A_5$	$A_4 > A_3 > A_1 > A_2 > A_8 > A_7 > A_6 > A_5$	۲	۸	۲۳
محقق	$A_8 > A_7 > A_6 > A_1 > A_5 > A_2 > A_4 > A_3$	$A_8 > A_7 > A_6 > A_1 > A_5 > A_2 > A_4 > A_3$	۳	۸	۲۴
محقق	$A_6 > A_4 > A_7 > A_1 > A_8 > A_2 > A_3 > A_5$	$A_6 > A_4 > A_7 > A_1 > A_8 > A_2 > A_3 > A_5$	۴	۸	۲۵
محقق	$A_7 > A_4 > A_3 > A_5 > A_8 > A_6 > A_2 > A_1$	$A_7 > A_4 > A_3 > A_5 > A_8 > A_6 > A_2 > A_1$	۵	۸	۲۶
محقق	$A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_5 > A_6 > A_7 > A_8 > A_9$	$A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_5 > A_6$ $> A_7 > A_8 > A_9$	۲	۹	۲۷
محقق	$A_4 > A_5 > A_9 > A_8 > A_7 > A_6 > A_3 > A_2 > A_1$	$A_4 > A_5 > A_9 > A_8 > A_7 > A_6 > A_3 > A_2 > A_1$	۳	۹	۲۸
محقق	$A_9 > A_8 > A_7 > A_6 > A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_5$	$A_9 > A_8 > A_7 > A_6 > A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_5$	۴	۹	۲۹
محقق	$A_9 > A_1 > A_5 > A_8 > A_4 > A_2 > A_6 > A_7 > A_3$	$A_9 > A_1 > A_5 > A_8 > A_4 > A_2 > A_6 > A_7 > A_3$	۵	۹	۳۰

همانطور که به وضوح پیداست دو روش الویت بندی یکسانی را نتیجه که دهد و در مواقعی که روش جایگشت جواب چندگانه دارد، روش پیشنهادی یکی از آن جواب ها را نتیجه می دهد.

جدول ۱۷: زمان حل دو روش

شماره	تعداد گزینه	تعداد معیار	زمان حل روش جایگشت	زمان حل روش پیشنهادی
۱	۳	۳	۰/۷۳	۰/۹۷
۲	۳	۴	۰/۷۷	۰/۹۹
۳	۳	۵	۰/۷۴	۰/۹۸
۴	۳	۵	۰/۷۸	۰/۹۷
۵	۳	۶	۰/۷۷	۰/۹۸
۶	۴	۳	۰/۷۸	۰/۹۷
۷	۴	۴	۰/۷۷	۰/۹۸
۸	۴	۵	۰/۷۵	۰/۹۶
۹	۴	۶	۰/۷۵	۰/۹۸
۱۰	۴	۱۰	۰/۷۵	۰/۹۸
۱۱	۵	۲	۰/۸۰	۰/۹۹
۱۲	۵	۶	۰/۷۸	۰/۹۷
۱۳	۵	۷	۰/۸۰	۰/۹۷
۱۴	۵	۸	۰/۷۹	۰/۹۸
۱۵	۶	۲	۰/۹۶	۰/۹۸
۱۶	۶	۳	۱/۰۱	۰/۹۸
۱۷	۶	۴	۱/۰۸	۰/۹۹
۱۸	۶	۵	۱/۰۹	۰/۹۹
۱۹	۷	۳	۲/۸۶	۰/۹۸
۲۰	۷	۴	۳/۳۲	۱/۰۰
۲۱	۷	۵	۳/۸۲	۰/۹۸
۲۲	۷	۶	۴/۳۴	۰/۹۹
۲۳	۸	۲	۱۷/۷۱	۰/۹۸
۲۴	۸	۳	۲۲/۰۱	۰/۹۹
۲۵	۸	۴	۲۷/۱۳	۰/۹۹
۲۶	۸	۵	۳۱/۶۹	۱/۰۰
۲۷	۹	۲	۱۸۶/۵۷	۰/۹۸
۲۸	۹	۳	۲۴۲/۷۸	۰/۹۹
۲۹	۹	۴	۲۹۴/۳۶	۰/۹۹
۳۰	۹	۵	۳۵۲/۰۵	۰/۹۹

جدول ۱۸: میانگین زمان حل برای روش پیشنهادی و روش جایگشت

خطای استاندارد مینگین	انحراف معیار	میانگین	تعداد	روش
17.24261	94.44164	40.1180	30	جایگشت
0.00171	0.00935	0.9823	30	پیشنهادی

همان طور که در جدول شماره ۱۸ مشاهده می شود میانگین زمان حل برای روش پیشنهادی برابر 0.9823 و برای روش جایگشت 40.1180 ثانیه است. شاخص انحراف معیار نیز میزان پراکندگی مشاهدات را نشان می دهد که برای هر کدام از روش ها محاسبه شده است. با توجه به این نتایج در نمونه موجود به طور شهودی اختلاف زمان زیادی بین دو روش وجود دارد. حال باید از طریق آزمون های آماری صحت این فرضیه که دو روش از نظر زمان حل با هم تفاوت معناداری دارند بررسی شود. برای این امر از آزمون تی جفت شده استفاده می شود. در این آزمون، فرضیه ها به شرح زیر می باشد که H_0 را فرضیه صفر (فرضیه مورد آزمون) و H_1 را فرضیه مقابل می نامند و با استفاده از نتیجه آزمون در سطح خطای مورد نظر، درباره رد یا عدم رد فرضیه H_0

اظهار نظر می شود. در آزمون های آماری اگر مقدار Sig. آزمون از خطای مورد نظر کمتر باشد، فرضیه صفر (یعنی) رد می شود و در غیر این صورت دلیلی برای رد این فرضیه وجود ندارد و به عبارت دیگر این فرضیه پذیرفته می شود. μ_1 میانگین زمان حل روش جایگشت و μ_2 میانگین زمان حل روش پیشنهادی است.

$$\begin{cases} H_0: \mu_d = 0 \\ H_1: \mu_d \neq 0; \mu_d = \mu_1 - \mu_2 \end{cases}$$

جدول ۱۹: مقدار Sig. آزمون نمونه های جفت شده

Paired Differences					
Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig.
39.13567	94.4389	17.2421	2.270	29	0.031

همانطور که در جدول شماره ۱۹ مشاهده می شود با مقایسه مقدار Sig. آزمون نمونه های جفت شده که برابر ۰/۰۳۱ می باشد با عدد ۰/۰۵ که سطح خطای مورد نظر است، فرضیه ی برابری میانگین تفاضل دو روش بابر با صفر در سطح خطای ۵ درصد رد می شود. به عبارت دیگر میانگین زمان حل با استفاده از روش جایگشت و روش پیشنهادی تفاوت معناداری با یکدیگر دارند. از آن جایی که به طور شهودی به نظر می رسد میانگین زمان حل با استفاده از روش پیشنهادی از میانگین زمان حل با استفاده از روش جایگشت کمتر است، برای اطمینان از این امر باید آزمون آماری زیر را انجام داد.

$$\begin{cases} H_0: \mu_d = 0 \\ H_1: \mu_d > 0 \end{cases}$$

از آن جایی که نرم افزار SPSS قادر به انجام این آزمون نمی باشد لذا با انجام محاسباتی بر روی نتایج آزمون دوطرفه باید نتایج این آزمون را به دست آورد. برای تحلیل آزمون مقدار Sig. مدنظر است که به این صورت محاسبه می گردد. چون آماره t در آزمون دو طرفه برابر ۲/۲۷۰ و لذا مثبت است و با توجه به فرضیه H_1 در آزمون بالا، مقدار Sig. آزمون برابر نصف مقدار Sig. آزمون دوطرفه

(که در جدول محاسبه شده است) می باشد، در نتیجه برای آزمون یک طرفه بیان شده مقدار Sig. برابر نصف ۰/۰۳۱ یعنی ۰/۰۱۵۵ می شود که بعد از مقایسه با ۰/۰۵ (سطح خطای مورد نظر) فرضیه برابری میانگین ها رد می شود.

به عبارت دیگر در سطح خطای ۵ درصد میانگین زمان حل با روش پیشنهادی از میانگین زمان حل با روش جایگشت کمتر است.

۴- نتیجه گیری:

در این تحقیق ابتدا یک روش در زمینه تصمیم گیری چند شاخصه ارائه گردید. سپس روش پیشنهادی با حل ۳۰ مثال، از نظر شباهت جواب و اختلاف زمان حل با روش جایگشت مقایسه شد. حجم محاسبات روش پیشنهادی از حجم روش جایگشت کم تر است و بدین دلیل از سادگی بیش تری نسبت به آن برخوردار است. زمان حل روش پیشنهادی از زمان حل روش جایگشت کم تر است که با افزایش تعداد گزینه های یک مسئله این اختلاف زمان بیشتر آشکار می گردد. جواب های منتج شده از روش پیشنهادی از جواب های منتج شده از روش جایگشت کم تر است.

یک روش جدید در زمینه تصمیم گیری چند شاخصه به منظور مقایسه جواب های آن با جواب های روش جایگشت ارائه گردید. در ۳۰ مثال حل شده مشخص شد که جواب روش پیشنهادی دقیقاً همان جواب روش جایگشت است و در صورتی که روش جایگشت دارای چندین جواب بهینه باشد روش پیشنهادی یکی از جواب ها را نتیجه می دهد.

رویکرد روش پیشنهادی، شرایط بسیار مطلوبی را برای رفع مشکلات و کاهش محدودیت های روش جایگشت را به ارمغان خواهد آورد. لذا پیشنهادهای زیر برای پژوهش های آتی ارائه میگردد:

۱. اثبات ریاضی یکسانی جواب های روش پیشنهادی و روش جایگشت
۲. بررسی برتری یا عدم برتری دیگر جواب های روش جایگشت نسبت به جواب یکسان با روش پیشنهادی
۳. مقایسه روش پیشنهادی با سایر روش های تصمیم گیری چند معیاره
۴. اجرای روش پیشنهادی در مطالعه موردی

پیوست شماره ۱

سوال شماره ۱۵

15	C1+	C2+	C3+
A1	1	60	100
A2	2	50	600
A3	3	40	200
A4	4	30	500
A5	5	20	300

سوال شماره ۱۶

16	C1+	C2+	C3+	C4+
A1	10	600	1000	60000
A2	20	500	6000	10000
A3	30	400	2000	50000
A4	40	300	5000	20000
A5	50	200	3000	40000

سوال شماره ۱۸

18	C1+	C2+
A1	0	3
A2	10	7
A3	1	4
A4	9	6
A5	2	5



A6	6	10	400
W	0.3	0.34	0.36

A6	60	100	4000	30000
W	0.24	0.26	0.22	0.28

A6	8	11
W	0.49	0.51

سوال شماره ۲۰

20	C1+	C2+	C3+	C4+
A1	1	77	444	4444
A2	2	66	555	3333
A3	3	55	666	1111
A4	4	44	777	5555
A5	5	33	888	6666
A6	6	22	999	7777
A7	7	11	1110	0.28
W	0.22	0.28	0.2	0.3

سوال شماره ۲۱

21	C1+	C2+	C3+	C4+	C5+
A1	1	70	100	7000	40000
A2	2	60	700	1000	50000
A3	3	50	200	6000	30000
A4	4	40	600	2000	60000
A5	5	30	300	5000	20000
A6	6	20	500	3000	70000
A7	7	10	400	4000	10000
W	0.16	0.18	0.24	0.22	0.2

سوال شماره ۲۳

23	C1+	C2+
A1	1	6
A2	8	5
A3	2	6
A4	3	7
A5	7	1
A6	6	2
A7	4	3
A8	5	4
W	0.48	0.52

سوال شماره ۲۴

24	C1+	C2+	C3+
A1	1	5	9
A2	2	3	7
A3	4	1	5
A4	6	2	3
A5	8	4	1
A6	10	6	2
A7	9	8	4
A8	7	10	6
W	0.3	0.34	0.36

سوال شماره ۲۵

25	C1+	C2+	C3+	C4+
A1	1	5	8	5
A2	2	1	4	2
A3	1	6	2	1
A4	3	3	1	11
A5	1	2	9	1
A6	4	1	3	12
A7	2	7	1	6
A8	1	1	10	4
W	0.24	0.26	0.23	0.27

سوال شماره ۲۶

26	C1+	C2+	C3+	C4+	C5+
A1	1	3	3	4	3
A2	2	2	10	3	16
A3	3	7	5	13	4
A4	4	8	2	14	4
A5	2	4	11	7	17
A6	2	2	12	2	18
A7	5	9	6	15	9
A8	6	3	2	5	2
W	0.2	0.22	0.18	0.19	0.21

سوال شماره ۲۷

	C1+	C2+
27		
A1	2	22
A2	3	21
A3	5	20
A4	7	18
A5	11	16
A6	13	15
A7	17	14
A8	19	12
A9	23	10
W	0.49	0.51

سوال شماره ۲۸

	C1+	C2+	C3+
28			
A1	1	9	1
A2	2	8	2
A3	9	1	3
A4	3	7	9
A5	4	6	8
A6	8	2	4
A7	5	5	5
A8	6	4	6
A9	7	3	7
W	0.32	0.33	0.35

سوال شماره ۲۹

	C1+	C2+	C3+	C4+
29				
A1	1	9	5	5
A2	9	1	6	4
A3	2	8	7	3
A4	8	2	8	2
A5	3	7	9	1
A6	7	3	4	6
A7	4	6	3	7
A8	6	4	2	8
A9	5	5	1	9
W	0.24	0.26	0.23	0.27

سوال شماره ۳۰

	C1+	C2+	C3+	C4+	C5+
30					
A1	1	17	30	39	45
A2	18	2	16	29	38
A3	31	19	3	15	28
A4	40	32	20	4	14
A5	43	37	27	13	5
A6	36	26	12	6	21
A7	25	11	7	22	33
A8	10	8	23	34	41
A9	9	24	35	42	44
W	0.2	0.19	0.22	0.19	0.2

۶- منابع

اولسن، لوئیز، دیوید، (۱۳۸۷)، روش های تصمیم گیری چند معیاره (خاتمی فیروز آبادی سید محمد علی)، تهران: مدیران امروز.
اصغر پور، محمد جواد، (۱۳۹۱)، تصمیم گیری های چند معیاره، تهران: دانشگاه تهران.

- اصغر پور، محمد جواد، قاسمی، کوروش، (۱۳۸۱)، روش ترکیب رتبه بندی بسیار سریع گزینه ها با راه حل (های) بهینه سراسری براساس روش جایگشت، فصلنامه امیر کبیر، ۱۳(۵۱)، ۳۶۱-۳۸۱.
- رزمی، جعفر و همکاران، (۱۳۸۵)، استفاده از روش جایگشت (Permutation) در حل مسئله تصمیم گیری انتخاب تامین کنندگان، دومین کنفرانس لجستیک و زنجیره تامین.
- صفازاده، محمد و همکاران، (۱۳۸۴)، مدل مکان یابی فرودگاه به روش جایگشت، پژوهشنامه حمل و نقل، ۲(۳)، ۱۶۱-۱۷۰.
- عطائی، محمد، (۱۳۸۹ الف)، تصمیم گیری چند معیاره، شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود.
- عطائی، محمد، (۱۳۸۹ ب)، تصمیم گیری چند معیاره فازی شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود.

- Ai, Zhenhai, (2011), A New Method for Interval Multiple Attribute Decision Making Based on Minimum Variance and Approach Degree, *Computational Intelligence and Security (CIS), 2011 Seventh International Conference on*, 1408-1412.
- Chanas, Stefan;Kobyla ski, Prezemyslaw, (1996), A new heuristic algorithm solving the linear ordering problem, *Computational optimization and applications*, 6(2), 191-205.
- Chen, Ting-Yu;Wang, Jih-Chang, (2009), Interval-valued fuzzy permutation method and experimental analysis on cardinal and ordinal evaluations, *Journal of Computer and System Sciences*, 75(7), 371-387. .
- Eric, Jacquet-Lagrange, (1969), L'agrégation des opinions individuelles, *Informatique et Sciences humaines*, 4, 1-21.
- Kan, Rinnooy;George, Alexander Hendrik, (1976), *Machine Scheduling Problems: Classification, Complexity and Computations*: Stenfert Kroese.
- Rezaeinia, Alireza;Karimi, Hossein, (2011), Adjusted permutation method for multiple attribute decision making with meta-heuristic solution approaches, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2(2), 369-384.
- Triantaphyllou, Evangelos. (2010). Multi-Criteria Decision Making Methods. In Evangelos Triantaphyllou (Ed.), *Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study* (pp. 5-21). Boston, MA: Springer US.