

روشی برای غربال‌سازی معیارها یا متغیرها با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی

سید علی خاتمی فیروزآبادی*

استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۰

دریافت: ۹۰/۱/۳۱

چکیده

در تصمیم‌گیری، معمولاً مدیران با مسائل انتخاب مواجهند. انتخاب یک یا چند گزینه از بین گزینه‌های مختلف تصمیم‌گیری، انتخاب بین معیارهای مختلف یا غربال‌سازی معیارها به منظور کاهش آن‌ها به منظور تحلیل بهتر مسئله، انتخاب یک یا چند راهبرد برای دستیابی به رفاه عمومی، از جمله این مسائل به شمار می‌روند. در این مقاله آنچه بحث می‌شود، مسئله انتخاب از بین معیارهای مختلف یا عمل غربال‌سازی معیارهاست. راه‌های مختلفی برای غربال‌سازی وجود دارد که برای نمونه می‌توان به پالایش آن‌ها در جلسه‌های گروهی با حضور خبرگان، رأی‌گیری، به‌کارگیری قانون ۲۰-۸۰ و ... اشاره کرد. مشکل این نوع روش‌ها، وجود خبرگان مختلف با دیدگاه‌های گوناگون است، زیرا خبرگان هر حوزه روی معیارهای انتخابی خود تأکید بیشتری دارند. این امر موجب می‌شود تا هر یک از خبرگان، اهمیت معیارهای خود را بیش‌تر از سایر معیارهای دیگران مورد توجه قرار دهند. معمولاً سعی بر آن است تا آن دسته از معیارهایی انتخاب شود که بین تمام خبرگان مشترک باشد و بتواند پوشش بیش‌تری را از دید خبرگان مختلف به مسئله ارائه دهد؛ به عبارت دیگر سعی بر انتخاب معیارهایی است که اجماع بیش‌تر و عدم توافق کم‌تری را به دنبال داشته باشد.

این مقاله با ارائه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی، سعی بر انتخاب آن دسته از معیارها داشته است که عدم توافق بین خبرگان را با در نظر گرفتن مقیاس ترتیبی حداقل سازد. مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی ارائه شده از جنبه‌های مختلف بحث می‌شود. در این‌جا به‌منظور بررسی درستی و راستی آزمایشی مدل، از یک مسئله واقعی استفاده شده است.

کلید واژه‌ها: تصمیم‌گیری، غربال‌سازی، عدم توافق، برنامه‌ریزی آرمانی، اجماع.



۱- مقدمه

رتبه‌بندی یکی از عوامل مهم در تخصیص منابع فعالیت‌های یک سازمان به شمار می‌آید. زمانی که سازمان‌ها با کمبود منابع مواجه‌اند، رتبه‌بندی فعالیت‌ها بیش‌تر از گذشته مورد توجه قرار می‌گیرد، زیرا در چنین مواقعی لازم است منابع به آن دسته از فعالیت‌ها اختصاص پیدا کند که مهم‌تر از بقیه باشند [۱]. سازمان‌ها همواره با معیارها، متغیرها یا گزینه‌هایی مواجه هستند که لازم است آن‌ها را به این منظور رتبه‌بندی کرد. بنابراین رتبه‌بندی فعالیت‌های یک سازمان (که در این پژوهش منظور از رتبه‌بندی فعالیت‌های سازمان می‌تواند رتبه‌بندی معیارها، رتبه‌بندی گزینه‌ها و حتی رتبه‌بندی متغیرهای مؤثر در حل یک مسئله باشد)، وظیفه‌ای اساسی و مهم به شمار می‌رود [۲، صص ۸۹-۹۵].

اغلب در این مواقع استفاده از روش‌های اندازه‌گیری منطبق با روح ترتیب‌گرایی و نظرسنجی از خبرگان بیش‌تر مورد توجه قرار می‌گیرد، به‌خصوص اگر مسئله انتخاب در حوزه انتخاب‌های اجتماعی باشد [۳]. تصمیم‌گیرندگان به‌طور اغلب با روش‌های مبتنی بر مقیاس‌های فاصله‌ای یا نسبی که معمولاً در روش‌هایی مانند مطلوبیت چند شاخصه یا فرایند تحلیل سلسله مراتبی به‌کار می‌رود، راحت نیستند، زیرا نه تنها روش‌های مزبور از پیچیدگی‌های خاصی برخوردارند بلکه تصمیم‌گیرندگان و انتخاب‌کنندگان احساس خوبی از مقیاس‌های به‌کار گرفته شده در این روش‌ها ندارند [۴، صص ۴۶۹-۴۸۶]. علاوه بر آن، این روش‌ها اغلب روش‌هایی برای انتخاب گزینه‌های نهایی هستند نه غربال‌سازی معیارها یا گزینه‌ها. به‌طور مثال زمانی که فردی اظهار می‌کند معیار A از معیار B مهم‌تر است شاید نتواند درجه مهم‌تر بودن را به‌درستی تشخیص دهد اما می‌تواند اهمیت رتبه‌ای آن را به‌سادگی اظهار کند

در زمان انتخاب معیارها یا متغیرهای مؤثر از بین معیارها یا متغیرهای برگرفته شده از ادبیات پژوهش یا نشأت گرفته از پرسشنامه طراحی شده از سوی محققان، لازم است تا مجموعه معیارها یا متغیرها به مجموعه کوچک‌تری که شامل اهم معیارها و متغیرها باشند و برای تصمیم‌گیری مؤثرتر از کل معیارها و متغیرها باشد تصمیم‌گیری کرد [۵]. آنچه به‌طور معمول در عمل اتفاق می‌افتد استفاده از نظرهای گروهی خبرگان برای انتخاب و غربال‌سازی آن‌هاست [۶].

منظور از گروه، مجموعه افرادی است که برای دستیابی به یک هدف مشترک، مشارکت و هم‌فکری می‌کنند. از آن‌جا که اعضای گروه اهداف مشترکی دارند، در این صورت سعی

می‌کنند تا حد ممکن به تمام اهداف مورد نظر دست پیدا کنند [۷]. رویکردهای متفاوتی برای درک فرایند تصمیم‌گیری وجود دارد که از اعضای گروه به‌عنوان پردازش‌گر یاد می‌کنند [۸]، صص ۵۸۶-۶۰۲]. بنابراین نظریه تصمیم‌گیری گروهی تأکید بر ابزارهایی می‌کند که به‌وسیله آن بتوان اطلاعات مورد نیاز را فراهم آورد، توزیع کرد، ارزیابی نمود و نظریات مختلف را با هم ادغام کرد [۹، صص ۱۷۳-۱۹۴]. مشکلی که همواره در گروه‌ها وجود دارد سروکار داشتن با معیارهای متعارض با یکدیگر است [۱۰، صص ۷۲-۸۰]. نه تنها افراد گروه ممکن است ترجیحات مختلفی را برای معیارها ارائه دهند بلکه از دید هر فرد و با توجه به اعتقاد مختلف به یک عامل، هر ذینفع می‌تواند اطلاعات خاصی را از آن درک کند [۱۱، صص ۸۵۱-۸۶۵]. برای یک تصمیم‌گیری خوب، اعضای گروه باید اطلاعات یکسانی داشته باشند. اگر اختلاف نظر بین اعضای گروه درک شود می‌توان برای حداقل‌سازی آن‌ها چاره‌ای اندیشید [۹، صص ۱۷۳-۱۹۴].

در بحث انتخاب متغیرهای تأثیرگذار بر یک مسئله، تصمیم‌گیری گروهی متداول است. در این مواقع، خبرگانی که هر یک در کار خود و دیدگاهی که نسبت به موضوع مورد پژوهش دارند باید از بین معیارهای به‌نسبت زیاد، معیارهای تأثیرگذارتر را شناسایی کنند و سپس آن‌ها را دسته‌بندی کرده و یا برخی از آن‌ها را که کم‌اثرتر هستند، از فهرست متغیرها حذف کنند. باید توجه داشت که ذینفعان مختلف از دیدگاه‌های مختلف به انتخاب و گزینش معیارها می‌پردازند [۱۱، صص ۸۵۱-۸۶۵]؛ برای مثال شرکتی را در نظر بگیرید که بخش‌های مختلفی نظیر بازاریابی، مالی، تدارکات، تولید، انبار و غیره دارد. حال اگر قرار باشد در پژوهشی به شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر رشد آینده این شرکت پرداخته شود، لازم است تا معیارهای مختلف که در هر بخش از شرکت دارای اهمیت هستند، شناسایی شود. گاهی وقت‌ها تعداد این معیارها در هر بخش آن قدر زیاد است که به‌سادگی نمی‌توان مسئله را تحلیل کرد [۱۲]. در این گونه مواقع از راهکار غربال‌سازی معیارها استفاده می‌شود؛ راهی برای کم کردن تعداد زیاد آن‌ها به منظور تحلیل عملی‌تر مسئله مورد بررسی [۱۳].

بارها دیده شده است که محققان با مشکل غربال‌سازی معیارها مواجه شده‌اند. ممکن است در ادبیات پژوهش به صدها معیار اشاره شده باشد و در طی فرآیند پژوهش، محقق با پرسشنامه‌ای که خود تنظیم کرده است، به معیارهای دیگری نیز دست یافته باشد. بدیهی است با تعداد زیاد معیارها به‌طور عملی امکان بررسی مسئله وجود نخواهد داشت و بهتر است معیارها به مجموعه کوچک‌تری تبدیل شوند تا بتوان مسئله را تحلیل کرد. روش‌های



متعددی برای غربال‌سازی معیارها وجود دارد که از جمله می‌توان به فراوانی، پارتو (۲۰-۸۰)، رأی‌گیری و ... اشاره کرد [۱۴، صص ۲۲-۳۳].

با توجه به ادبیات پژوهش، به‌طور معمول فهرست بلندبالایی از معیارها یا متغیرها تهیه می‌شود. سپس معیارها به‌صورت یک پرسش‌نامه آماده شده و در اختیار خبرگان مختلف در بخش‌های گوناگون قرار می‌گیرد تا آن‌ها بتوانند رتبه معیارها را مشخص کنند. معمولاً این رتبه‌بندی با مقیاس ترتیبی انجام می‌شود به این معنا که از پرسش‌شوندگان درخصوص برتری معیارها نسبت به هم سؤال می‌شود. به‌طور مثال نوعی از این پرسش‌ها به‌صورت زیر است: «از بین معیارهای مختلف نشان داده شده در این پرسش‌نامه، عدد ۱ را به کم‌ترین معیار، عدد ۲ را به معیار بعدی و به همین ترتیب اعداد را اختصاص دهید». خبرگان در مواجهه با این سؤال‌ها - که مقیاس آن به‌صورت ترتیبی است - احساس بهتری نسبت به سایر مقیاس‌ها نظیر مقیاس‌های فاصله‌ای یا نسبی دارند، زیرا آن‌ها راحت می‌توانند در خصوص اولویت داشتن یک معیار به معیار دیگر اظهار نظر کنند اما به‌طور دقیق شاید نتوانند فاصله بین دو معیار یا نسبت بین آن‌ها را به‌درستی تشخیص دهند [۴، صص ۴۶۹-۴۸۶].

با به‌دست آمدن ترتیب معیارها از سوی هر گروه و با توجه به تعداد خبرگان درون هر گروه، مجموعه‌ای از رتبه‌های ترتیبی برای معیارها یا متغیرها به‌دست می‌آید. همان‌گونه که اشاره شد این معیارها ممکن است بسیار زیاد باشد، به‌طوری‌که نتوان مسئله را به‌راحتی تحلیل کرد و یا این‌که برخی معیارها ممکن است با هم همپوشانی داشته باشند که بهتر است از مجموعه معیارها کنار گذاشته شوند.

عمل غربال‌سازی معمولاً به‌طور ذهنی انجام می‌گیرد و روشی بر پایه ریاضی برای آن پیشنهاد نشده است.

در این مقاله سعی می‌شود روشی ارائه شد تا بتواند محققان را در این امر کمک کند. روش مزبور بر مبنای برنامه‌ریزی آرمانی و مقیاس ترتیبی بنا نهاده شده است. مبنای این روش، به‌کارگیری تابع فاصله از هر دیدگاه است، به این صورت که سعی می‌شود آن معیارهایی در نظر گرفته شوند که کم‌ترین عدم توافق را به دنبال داشته باشند.

۲- ادبیات پژوهش

شواهد متعدد نشان می‌دهد ذینفعان مختلف در بررسی معیارها و انتخاب مجموعه‌ای کوچکتر از آن‌ها به نظر خبرگان و تحلیل‌گران متوسل می‌شوند [۶]. چنان‌که توضیح داده

شد رتبه‌بندی و غربال‌سازی فعالیت‌های یک سازمان وظیفه‌ای مهم برای سازمان‌ها به حساب می‌آید. این وظیفه زمانی پیچیده‌تر می‌شود که تعداد فعالیت‌ها بسیار زیاد باشد و به راحتی نتوان فعالیت‌های مهم را از دیگر فعالیت‌ها مشخص کرد. مسئله رتبه‌بندی در فعالیت‌های پژوهشی نیز بسیار مورد توجه است، زیرا در پژوهش‌ها ممکن است با مجموعه بسیار بزرگی از متغیرهای یا معیارها و حتی گزینه‌های تصمیم‌گیری مواجه باشیم. در چنین شرایطی لازم است نخست مجموعه بزرگ به مجموعه کوچک‌تری که شامل عناصر مهم مسئله باشد، تبدیل شود تا به این وسیله تحلیل مسئله آسان‌تر شود.

آنچه معمولاً در عمل به منظور غربال‌سازی معیارها اتفاق می‌افتد، به شرح زیر است.

۱- معیارهای مختلف به افراد خبره‌ای که در خارج از سازمان هستند، ارائه می‌شود. این افراد با توجه به دانش خود از معیارهای مورد نظر، به یک رتبه‌بندی دست می‌زنند. نتیجه این کار فهرست رتبه‌بندی شده معیارها است.

۲- معیارهای مختلف به افراد خبره در همان سازمان ارائه می‌شود. این افراد با بحث و تبادل نظر در یک جلسه گروهی، فهرستی از معیارها را به صورت رتبه‌بندی شده در اختیار سازمان قرار می‌دهند.

۳- هر فرد خبره در سازمان با توجه به دیدگاه خود فهرست رتبه‌بندی شده خود را ارائه می‌کند. سپس با گرفتن میانگین از رتبه‌های تخصیص داده شده، نمره‌ای برای هر معیار به دست می‌آید که خود فهرست جدیدی از معیارها را در اختیار قرار می‌دهد.

۴- در یک جلسه گروهی با حضور خبرگان مختلف، در خصوص هر معیار رأی‌گیری انجام می‌شود. با توجه به رأی‌های به دست آمده هر معیار، فهرست نهایی رتبه‌ها مشخص می‌شود.

هر چند پژوهش‌های بسیار زیادی تاکنون در خصوص رتبه‌بندی فعالیت‌ها انجام شده است (مانند وزن‌دهی و رتبه‌بندی شاخص‌های مؤثر بر کیفیت لاستیک خودرو، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی مکانی استقرار منابع، رتبه‌بندی سطح فناوری شاخه‌های صنعتی، رتبه‌بندی پژوهش‌کننده‌های مراکز پژوهشی، رتبه‌بندی تکنولوژی‌های تولید رزین‌های خشک، رتبه‌بندی استراتژی‌های کشف معادن، رتبه‌بندی تکنولوژی‌های استراتژی ساخت و تولید و رتبه‌بندی برنامه زمان‌بندی قطعات در سیستم‌های ساخت و تولید) اما آنچه در این مقاله مورد نظر است رتبه‌بندی بر مبنای مقیاس ترتیبی است که کم‌تر مورد توجه پژوهشگران بوده است. از آنجا که مفهوم رتبه‌بندی به این سبک بیش‌تر در خدمات اجتماعی مورد توجه محققان بوده



است، بیشتر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه به بررسی رتبه‌بندی خدمات اجتماعی پرداخته‌اند ولی می‌توان از همان مفاهیم برای پژوهش‌ها دیگر حوزه‌ها استفاده کرد، زیرا رتبه‌بندی می‌تواند یک مفهوم عام و همه‌جانبه برای پژوهش‌های دیگر تلقی شود. از آنجا که در این پژوهش به‌کارگیری برنامه‌ریزی آرمانی و مقیاس ترتیبی مورد توجه بوده است در این بخش به آن دسته از پژوهش‌ها اشاره خواهد شد که با این حوزه‌ها به‌گونه‌ای در ارتباط بوده‌اند.

- استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی برای تعیین عدم مطلوبیت سیاست‌های عمومی اعمال شده در چارچوب اهداف اجتماعی [۱۵، صص ۱۱۷-۱۲۰]؛
- استفاده از نظریه برنامه‌ریزی آرمانی بر مبنای تابع فاصله برای ادغام توابع مطلوبیت دینفعان [۱۶، صص ۱۲۴۱-۱۲۴۷]؛
- استفاده از روش اولویت‌بندی توافقی گروهی برای به‌دست آوردن ترجیحات در هنگام وجود اطلاعات نادقیق و وجود معیارهای مختلف [۱۷، صص ۱۵۳۰-۱۵۳۹]؛
- ترکیب برنامه‌ریزی آرمانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مسئله تخصیص مکان‌یابی و سیستم‌های کنترل کیفیت [۱۸، صص ۲۳۷-۲۴۸؛ ۱۹، صص ۲۷-۴۰]؛
- ترکیب برنامه‌ریزی آرمانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب طرح‌های سیستم‌های سیستم‌های هزینه‌یابی و اطلاعاتی [۱۰، صص ۷۲-۸۰؛ ۲۰، صص ۸۷-۹۵]؛
- انتخاب تأمین‌کنندگان با وجود داده‌های ترتیبی و عددی [۲۱، صص ۸۴-۹۵]؛
- رتبه‌بندی تکنولوژی‌ها با داده‌های عددی و ترتیبی [۲۲، صص ۴۷۶-۴۸۷]؛
- مدل تصمیم‌گیری برای انتخاب تکنولوژی با داده‌های عددی و ترتیبی [۲۳، صص ۱۶۰۰-۱۶۰۸].

آنچه از ادبیات پژوهش بر می‌آید این است که تاکنون مسئله رتبه‌بندی با مقیاس ترتیبی و با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی برای حداقل‌سازی عدم توافق بین خبرگان برای غربال‌سازی معیارها یا متغیرها به‌کار گرفته نشده است. البته این موضوع که چرا مقیاس‌های ترتیبی برای اولویت‌دهی گزینه‌های تصمیم‌گیری به‌کار گرفته نشده است نشان می‌دهد که در مسائل رتبه‌بندی گزینه‌ها با وجود معیارهای متعارض و مختلف، نه تنها رتبه معیارها، بلکه فاصله (مقیاس فاصله‌ای) بین آن‌ها نیز اهمیت دارد؛ به‌طور مثال دو معیار A و B را در نظر گرفته شود که به ترتیب اوزان اهمیت ۰/۴۴ و ۰/۴۳ داشته باشند. در این حالت فاصله بین این دو معیار فقط ۰/۰۱ است. اگر یکی از گزینه‌های تصمیم‌گیری از لحاظ معیار B (که وزن

معیارش کمتر است) خیلی بهتر از گزینه‌های دیگر باشد، نمی‌توان به این نتیجه رسید که گزینه‌ای که از لحاظ معیار A بهتر بوده، گزینه برتر است.

بنابراین باید به این نکته توجه کرد که برتری ترتیبی یک معیار نسبت به معیار دیگر برای تحلیل جامعه مسئله انتخاب کافی نیست، اما برای غربال‌سازی معیارها یا متغیرهایی که وجودشان در مسئله لازم است نیازی به دقتی مانند مقیاس‌های فاصله‌ای یا نسبی نیست، زیرا در غربال‌سازی، فقط وجود آن دسته از معیارها یا متغیرها اهمیت دارد که روی مسئله اثر بگذارند و در مراحل بعدی تحلیل است که نقش معیارها یا متغیرهای انتخاب شده روشن‌تر می‌شود. البته برای خبرگان نیز رتبه‌بندی معیارها با استفاده از مقیاس ترتیبی بسیار آسان‌تر است تا با سایر مقیاس‌ها [۴، صص ۴۶۹-۴۸۶].

۳- روش‌شناسی پژوهش

فرض کنید i خبره ($i=1,2,\dots,n$) باید j ($j=1,2,\dots,m$) معیار را رتبه‌بندی کنند؛ به‌طور مثال فرض کنید برای تحلیل مسئله‌ای، ۱۰ معیار وجود دارد که لازم است این معیارها به‌وسیله ۵ خبره رتبه‌بندی شوند. در این حالت هر خبره رتبه‌بندی متفاوتی از دید و نگاه خود ارائه خواهد داد. با توجه به این‌که خبرگان ممکن است رتبه‌های بسیار متفاوتی ارائه دهند؛ هدف، رتبه نهایی هر یک از معیارهاست [۲۴، صص ۱-۱۸]. فرض کنید عدد بیشتر به معنای رتبه بهتر است؛ به‌طور مثال اگر رتبه معیار A از سوی یک خبره ۵ و رتبه معیار B از دید همین خبره ۴ باشد، آن‌گاه معیار A برتر از معیار B از دید خبره مورد اشاره است. متغیرها و پارامترهای زیر تعریف می‌شوند:

$$R_{ij} = \text{رتبه داده شده خبره } i \text{ ام به معیار } j \text{ ام}$$

$$W_i = \text{وزن یا میزان تاثیر } i \text{ امین خبره و یا تعداد اعضای خبرگان اظهارنظر کننده برای } i \text{ امین معیار}$$

$$R_j = \text{رتبه نهایی معیار } j \text{ ام}$$

در این حالت، عدد m به بهترین معیار و عدد 1 به بدترین معیار اختصاص خواهد یافت. در این وضعیت، فرض بر اجماعی است که براساس توابع فاصله‌ای، عدم توافقیها بین خبرگان را به حداقل برساند. این تابع را می‌توان برای l - p متریک کلی، به شکل زیر نوشت [۲۵]:



$$U = - \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_i^p |R_{ij} - R_j|^p \right]^{1/p}, \quad p \in [1, \infty) \quad (1)$$

علامت منها در معادله ۱ نشانگر افزایشی بودن تابع انتخاب U است؛ به این معنا که بیشتر بودن به منزله بهتر بودن است. برای رتبه‌بندی معیارها، مجموعه شدنی F به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$F = \left\{ R_j \mid 1 \leq R_j \leq m, \sum_{j=1}^m R_j = \frac{m(m+1)}{2}, |R_j - R_i| \geq \varepsilon, j \neq i, R_j \in (1, 2, \dots, \Lambda) \right\} \quad (2)$$

در معادله ۲، بدیهی است که رتبه هر معیار عددی بین ۱ (بدترین رتبه) و m (بهترین رتبه) است. از طرفی مجموع رتبه‌ها باید برابر $m(m+1)/2$ باشد؛ برای مثال وقتی ۴ معیار برای رتبه‌بندی وجود داشته باشد، مجموع اعداد رتبه‌ها برابر ۱۰ خواهد بود $(1+2+3+4)$. رابطه قدرمطلق در مجموعه F برای این در نظر گرفته شده است که هیچ دو معیاری نتوانند رتبه‌های یکسانی را نتیجه دهند. اگر چنین رابطه‌ای وجود نداشته باشد ممکن است در جواب نهایی مسائلی که تعداد معیارهای آن عددی فرد است، رتبه‌های یکسانی اختیار کنند. (حالتی که فقط ۳ معیار وجود داشته باشد، در نظر بگیرید. جمع اعداد رتبه‌ها برابر ۶ می‌شود. در این حالت امکان دارد که هر یک از معیارها رتبه ۲ را با جمع عدد ۶، به خود اختصاص دهند). در واقع این نوع مدل‌سازی مجموعه F منجر به رتبه‌بندی قوی می‌شود، به این معنا که رتبه‌ها هیچ‌گاه با هم یکسان نمی‌شوند. باید توجه داشت که ε یک عدد مثبت بسیار کوچک است. رتبه‌بندی معیارها با حل مسئله حداکثرسازی ۱ بر روی منطقه موجه F مجموعه ۲ به دست می‌آید. اگر $p = \infty$ باشد، معادله ۱ به تابع مطلوبیت زیر تبدیل می‌شود [۲۶، صص ۳۴۱-۳۴۷]:

$$U = - \left[\text{Max}_{\forall i,j} (W_i |R_{ij} - R_g|) \right] \quad (3)$$

حداکثرسازی معادله ۱ یا ۳ روی منطقه موجه مجموعه ۲، به علت غیر خطی بودن روابط کار آسانی نیست. کوک و سیفورد نشان داده‌اند که حداکثرسازی معادله ۱ به‌ازای $p = 1$ با تغییر متغیرهای مناسب و بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های قدر مطلق مجموعه F، به یک مسئله خطی تبدیل می‌شود [۲۷، صص ۱۷۲۱-۱۷۳۲]. این تغییر متغیرها براساس آنچه چارنز و کوپر پیشنهاد داده‌اند، به صورت زیر است [۲۸، صص ۳۹-۵۴]:

$$n_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[|R_{ij} - R_j| + (R_{ij} - R_g) \right] \quad (۴)$$

$$p_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[|R_{ij} - R_j| - (R_{ij} - R_g) \right] \quad (۵)$$

به این ترتیب با تغییر متغیرهای داده شده می‌توان مسئله بهینه‌سازی ۱ بر روی مجموعه F بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های قدر مطلق آن را به مسئله برنامه‌ریزی آرمانی تبدیل کرد. از سوی دیگر محدودیت‌های قدر مطلق را با تعریف متغیرهای صفر یا یک به شرح زیر می‌توان به مجموعه محدودیت‌های خطی عدد صحیح تبدیل کرد:

$$|R_j - R_i| \geq \varepsilon \approx \begin{cases} R_j - R_i \geq \varepsilon & \text{یا} \\ R_j - R_i \leq \varepsilon \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_j - R_i \geq \varepsilon - M(1-y) \\ R_j - R_i \leq -\varepsilon + My \end{cases} \quad (۶)$$

در رابطه بالا، M عدد بسیار بزرگ مثبت و y متغیر صفر یا یکی است که با صفر یا یک بودن آن، برقرار بودن رابطه $|R_j - R_i| \geq \varepsilon$ تضمین می‌شود.

اکنون با در نظر گرفتن معادله‌های ۴ و ۵، بهینه‌سازی کلی مسئله ۱ با توجه به مجموعه ۲ به مسئله برنامه‌ریزی ریاضی غیر خطی آرمانی عدد صحیح زیر تبدیل خواهد شد:

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_i^p (n_{ij} + p_{ij})^p \\ & \text{s.t.} \\ & R_j + n_{ij} - p_{ij} = R_{ij} \quad \forall i, j \\ & 1 \leq R_j \leq m \end{aligned} \quad (۷)$$

$$\sum_{j=1}^m R_j = \frac{m(m+1)}{2}$$

$$R_j - R_i \geq \varepsilon - M(1-y)$$

$$R_j - R_i \leq -\varepsilon + My$$

$$R_j, R_i \in (1, 2, \Lambda)$$

وقتی $p=1$ است، مسئله ۷ به یک مسئله برنامه‌ریزی آرمانی عدد صحیح خطی تبدیل خواهد شد. باید توجه داشت که ساختار تابع هدف و محدودیت‌های مسئله ۷ بدون

محدودیت‌های تبدیل شده متناظر با محدودیت‌های $|R_j - R_i| \geq \varepsilon$ ، یعنی معادلات ۶، در واقع یک مدل برنامه‌ریزی خطی است [۲۸، صص ۳۹-۵۴]. بدون محدودیت‌های ۶، مشکلی که ممکن است برای مسئله به وجود آید، رتبه‌بندی یکسان برای معیارهاست. درحقیقت محدودیت‌های ۶ از رتبه‌بندی‌های یکسان جلوگیری خواهد کرد. با محدودیت‌های ۶ و افزایش تعداد معیارهای مسئله و خبرگان، مسئله ۷ به یک مسئله NP-hard تبدیل می‌شود که لازم است از روش‌های فرا ابتکاری برای حل آن بهره جست.

می‌توان نشان داد که حداکثر سازی معادله ۳ با توجه به مجموعه تعریف شده ۲، معادل با مدل MINIMAX یا برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف زیر است [۲۶، صص ۳۴۱-۳۴۷]:

$Min D$

$s.t.$

$$W_i(n_{ij} + p_{ij}) \leq D \quad \forall i, j \quad (8)$$

$$R_j + n_{ij} - p_{ij} = R_{ij}$$

$$X \in F$$

در مسئله بالا، D بزرگ‌ترین انحراف از اجماع کل بر روی یک معیار یا گزینه است که حداقل‌سازی آن مورد نظر است.

تحلیل ذکر شده را با استفاده از تابع مطلوبیت زیر می‌توان تعمیم داد، به طوری که توابع مطلوبیت ۱ و ۳ در هم ادغام می‌شود. این تابع را می‌توان به صورت کلی زیر نشان داد:

$$U = - \left[\underset{\forall i, j}{Max} (W_i |R_{ij} - R_g|) \right] - \lambda \left[\sum \sum W_i^p |R_{ij} - R_j|^p \right]^{\frac{1}{p}} \quad \forall i, j \quad (9)$$

اگر $\lambda = 0$ باشد، همان تابع مطلوبیت ۳ حاصل می‌شود که به معنای اجماع به وسیله حداقل‌سازی عدم توافق‌هاست. اگر $\lambda = \infty$ باشد، اجماع ادغامی معادله ۱ به دست می‌آید. به ازای سایر مقادیر دیگر λ ، می‌توان مدل‌های توسعه یافته را به دست آورد.

مدل برنامه‌ریزی آرمانی متناظر با ۹ عبارت است از [۲۹]:

$$\text{Min } D + \lambda \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_i^p (n_{ij} + p_{ij})^p$$

s.t.

$$W_i (n_{ij} + p_{ij}) \leq D \quad \forall i, j \quad (10)$$

$$R_j + n_{ij} - p_{ij} = R_{ij} \quad \forall i, j$$

$$X \in F$$

۴- تفسیر رتبه‌های به‌دست آمده

رتبه‌های ترتیبی به‌دست آمده از قسمت قبل را می‌توان از نقطه نظر ارجحیتی به‌صورت زیر تفسیر کرد:

۱- زمانی که اجماع به‌وسیله تابع معادله ۱ یا مدل‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی متناظر آن تعریف می‌شود، جواب حاصل از مسئله ۷، حداقل کردن وزنی عدم توافقات را نتیجه می‌دهد. در واقع متریک p به‌عنوان وزن داده شده به اختلاف $|R_{ij} - R_j|$ عمل می‌کند. با افزایش p ، اهمیت بیشتری به بزرگ‌ترین اختلاف داده می‌شود، به این معنا که بیش‌ترین اهمیت به اقلیت داده خواهد شد. اگر تأکید بر جمع عدم توافقاتی تک تک مطلوبیت‌ها باشد، بهتر است تا از متریک ۱ استفاده شود [۱۵، صص ۱۱۷-۱۲۰]. به‌عبارت دیگر $p = 1$ ، بیان‌کننده جوابی است که حداکثر توافق را به دنبال دارد. با افزایش p ، دیدگاه اقلیت بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. به‌طور خلاصه، یک ساختار کلی در بیان ارجح‌ها در این نوع مدل‌سازی آرمانی وجود خواهد داشت [۱۶، صص ۱۲۴۱-۱۲۴۷].

۲- زمانی که اجماع به وسیله معادله ۳ یا مدل‌سازی متناظر برنامه‌ریزی آرمانی MINIMAX آن، یعنی مسئله ۷ منظور شود، جواب به‌دست آمده، حداقل‌سازی حداکثر عدم توافق‌ها را به دنبال دارد. در این نوع اجماع، بیش‌ترین اهمیت به اقلیت‌ها داده می‌شود، به عبارت دیگر، خبره‌ای که رتبه آن خیلی دورتر از بقیه است، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. از این مفهوم در خدمات اجتماعی استفاده می‌کنند، به‌طوری‌که در اندازه‌گیری مطلوبیت در ارائه خدمات اجتماعی، به مطلوبیت دهک‌های پایین جامعه اهمیت بیشتری داده می‌شود [۳۰].

۳- تابع مطلوبیت معادله ۹ یا برنامه‌ریزی آرمانی معادل آن در مسئله ۱۰ می‌تواند دو مورد بندهای قبلی را با هم ادغام کند تا طیف وسیعی را شامل شود.



۵- مطالعه موردی

به منظور چگونگی کاربرد مدل ارائه شده در عمل، از یک مسئله عملی در صنعت کاشی و سرامیک استفاده می‌شود. این صنعت با توجه به رقابتی بودن آن در کشور، نیازمند ارزیابی دقیق عملکرد هر یک از شرکت‌های مربوطه است تا با افزایش کارایی و بهره‌وری این شرکت‌ها، مسیر رشد و شکوفایی آن مهیا شود. برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های مزبور لازم است تا نخست معیارهای مربوط به آن شناسایی شود. براساس مدل کارت امتیازی متوازن، می‌توان معیارهای متعدد را در قالب چهار منظر مالی (A)، رضایت مشتری (B)، فرایندهای داخلی (C) و یادگیری و نوآوری (D) دسته‌بندی کرد [۳۱، صص ۴۱-۵۰].

هدف در این مرحله از ارزیابی عملکرد شرکت‌ها، تشخیص دانستن رتبه هر یک از این منظرهاست. به این منظور در مرحله اول چهار منظر مذکور، به ۴۱ خبره این صنعت ارائه شد تا آن‌ها نظر خود را در این رابطه اظهار کنند. از بین ۴ منظر مزبور، بیشتر خبرگان بر این باور بودند که در حال حاضر، منظر یادگیری و نوآوری (D) در رتبه آخر قرار می‌گیرد.

بنابراین در مرحله نخست، این منظر از فهرست بررسی‌های بعدی کنار گذاشته شد و رتبه‌بندی برای ۳ منظر A، B و C مورد توجه قرار گرفت. ۴۱ خبره سه معیار A، B و C را به شیوه زیر رتبه‌بندی کردند:

$$\begin{aligned} & ۹ \text{ نفر: } A \phi B \phi C, \quad ۵ \text{ نفر: } A \phi C \phi B, \quad ۱۲ \text{ نفر: } B \phi A \phi C, \quad ۴ \text{ نفر: } B \phi C \phi A, \\ & ۷ \text{ نفر: } C \phi A \phi B, \quad ۴ \text{ نفر: } C \phi B \phi A \end{aligned}$$

در رابطه‌های بالا، علامت ϕ به معنای ارجحیت است. با $p=1$ مدل برنامه‌ریزی آرمانی زیر به دست می‌آید. در این مدل‌سازی $M=1000$ و $E=0.05$ در نظر گرفته شده است.

$$\begin{aligned} & \text{Min } 9(n_1 + p_1) + 5(n_2 + p_2) + 12(n_3 + p_3) + 2(n_4 + p_4) + 7(n_5 + p_5) + 2(n_6 + p_6) + \\ & 9(n_7 + p_7) + 5(n_8 + p_8) + 12(n_9 + p_9) + 2(n_{10} + p_{10}) + 7(n_{11} + p_{11}) + 2(n_{12} + p_{12}) + \\ & 9(n_{13} + p_{13}) + 5(n_{14} + p_{14}) + 12(n_{15} + p_{15}) + 2(n_{16} + p_{16}) + 7(n_{17} + p_{17}) + 2(n_{18} + p_{18}) \\ & \text{s.t.} \\ & R_A + n_1 - p_1 = 3 \qquad R_C + n_{13} - p_{13} = 1 \\ & R_A + n_7 - p_7 = 3 \qquad R_C + n_{14} - p_{14} = 2 \\ & R_A + n_9 - p_9 = 2 \qquad R_C + n_{15} - p_{15} = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll}
 R_A + n_{\varphi} - p_{\varphi} = 1 & R_C + n_{1\phi} - p_{1\phi} = 2 \\
 R_A + n_{\delta} - p_{\delta} = 2 & R_C + n_{1\psi} - p_{1\psi} = 3 \\
 R_A + n_{\epsilon} - p_{\epsilon} = 1 & R_C + n_{1\lambda} - p_{1\lambda} = 3 \\
 1 \leq R_A \leq 3 & 1 \leq R_C \leq 3 \\
 R_B + n_{\nu} - p_{\nu} = 2 & R_A - R_B - 1000y_1 \geq -999/95 \\
 R_B + n_{\kappa} - p_{\kappa} = 1 & R_A - R_B - 1000y_1 \leq -0/05 \\
 R_B + n_{\alpha} - p_{\alpha} = 3 & R_A - R_C - 1000y_2 \geq -999/95 \\
 R_B + n_{11} - p_{11} = 3 & R_A - R_C - 1000y_2 \leq -0/05 \\
 R_B + n_{11} - p_{11} = 1 & R_B - R_C - 1000y_3 \geq -999/95 \\
 R_B + n_{12} - p_{12} = 2 & R_B - R_C - 1000y_3 \leq -0/05 \\
 1 \leq R_B \leq 3 & R_A + R_B + R_C = 6
 \end{array}$$

در مدل بالا، متغیرهای R_A ، R_B و R_C عدد صحیح در نظر گرفته شده‌اند. جواب حاصل از مدل بالا رتبه‌بندی $R_A = 2$ ، $R_B = 3$ و $R_C = 1$ را با مقدار تابع هدف ۹۰ نتیجه می‌دهد. این جواب نشان می‌دهد که ترتیب رتبه‌های منظرها $R_B \phi R_A \phi R_C$ است، به این معنا که از دید خبرگان، بالاترین اهمیت را منظر رضایت مشتری دارد و در رتبه‌های بعدی، به ترتیب مناظر مالی و فرایندهای داخلی قرار گرفته است. لازم به یادآوری است که هر چه عدد بیشتر باشد، به منزله بالاتر بودن رتبه است. مقدار تابع هدف در این مدل برابر ۹ به دست می‌آید، به این معنا که مجموع عدم توافقی‌های نظر خبرگان برابر ۹۰ واحد است. باید توجه داشت که اگر معادله ۶ در مدل منظور نشود، ممکن است رتبه‌های یکسانی برای مسئله به دست آید. در واقع معادله ۶ کمک می‌کند تا چنین اتفاقی رخ ندهد.

با $p = \infty$ مدل برنامه‌ریزی آرمانی MINIMAX زیر به دست می‌آید. در این مدل‌سازی $M = 1000$ و $\epsilon = 0/05$ دوباره در نظر گرفته شده است.

Min D

s.t.

$$\begin{array}{lll}
 9(n_{\kappa} + p_{\kappa}) - D \leq 0 & 9(n_{\nu} + p_{\nu}) - D \leq 0 & 9(n_{1\psi} + p_{1\psi}) - D \leq 0 \\
 5(n_{\varphi} + p_{\varphi}) - D \leq 0 & 5(n_{1\lambda} + p_{1\lambda}) - D \leq 0 & 5(n_{1\psi} + p_{1\psi}) - D \leq 0 \\
 12(n_{\varphi} + p_{\varphi}) - D \leq 0 & 12(n_{\alpha} + p_{\alpha}) - D \leq 0 & 12(n_{1\delta} + p_{1\delta}) - D \leq 0
 \end{array}$$



$$\begin{array}{lll} \Psi(n_4 + p_4) - D \leq 0 & \Psi(n_{11} + p_{11}) - D \leq 0 & \Psi(n_{16} + p_{16}) - D \leq 0 \\ \Psi(n_5 + p_5) - D \leq 0 & \Psi(n_{11} + p_{11}) - D \leq 0 & \Psi(n_{17} + p_{17}) - D \leq 0 \\ \Psi(n_6 + p_6) - D \leq 0 & \Psi(n_{12} + p_{12}) - D \leq 0 & \Psi(n_{18} + p_{18}) - D \leq 0 \end{array}$$

سایر محدودیت‌ها در مدل بالا شبیه مدل قبل در نظر گرفته می‌شود و لازم است متغیرهای R_A ، R_B و R_C عدد صحیح باشند.

جواب حاصل از این مدل، رتبه‌بندی $R_A = 2$ ، $R_B = 3$ و $R_C = 1$ را با مقدار تابع هدف ۱۴ نتیجه می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، رتبه‌بندی تغییر نیافته است. اما مقدار تابع هدف به مراتب کمتر شده است، زیرا در این حالت، حداقل‌سازی حداکثر عدم توافق‌ها مد نظر بوده است. باید توجه داشت که هر دو مدل رتبه‌های یکسانی را نتیجه داده‌اند، اما حل مثال‌های دیگر نشان می‌دهد که همواره چنین نخواهد بود و در شرایط تغییر رتبه‌های اولیه از سوی خبرگان، رتبه‌های نهایی معیارها با هم متفاوت خواهند بود.

۶- نتیجه‌گیری

چنان‌که نشان داده شد می‌توان از مفاهیم خدمات اجتماعی برای غربال‌سازی معیارها یا متغیرهای یک مسئله استفاده کرد، زیرا آنچه در مسائل خدمات اجتماعی رخ می‌دهد، نظیر آن چیزی است که در انتخاب معیارها از گروه عظیم معیارها در مسائل مدیریتی یا مهندسی اتفاق می‌افتد. هر دو این مقوله‌ها از مقیاس‌های ترتیبی برای انتخاب بهره می‌برند. در این مقاله نشان داده شد که چگونه می‌توان از مقیاس ترتیبی با برنامه‌ریزی آرمانی برای غربال‌سازی معیارها یا متغیرها با استفاده از نظرات خبرگان در حوزه‌های مدیریتی استفاده کرد. مدل‌سازی مقیاس ترتیبی خبرگان با برنامه‌ریزی آرمانی و حداقل‌سازی عدم توافق‌ها و همچنین مدل‌سازی مسئله برای جلوگیری از رتبه‌بندی‌های یکسان برای معیارها یا متغیرها یکی دیگر از جنبه‌های این تحقیق به شمار می‌رود؛ به‌طور مثال اگر ۲۰ معیار مختلف برای تحلیل مسئله‌ای وجود داشته باشد و در نظر باشد- برای مثال حداکثر ۱۰ معیار انتخاب شود- با توجه به تعداد خبرگان می‌توان معیارها را رتبه‌بندی کرد و معیارهایی را که رتبه آن بین ۱۱ تا ۲۰ است، برای تحلیل نهایی در نظر گرفت. امکان رتبه‌های یکسان برای معیارها یا متغیرها با در نظر گرفتن معادله ۶ وجود نخواهد داشت و این دسته از معادلات به رتبه‌بندی معیارها کمک شایان توجهی خواهد کرد.

به منظور بررسی اعتبار و درستی مدل‌ها با مطالعه‌ای که در صنعت کاشی و سرامیک انجام شد، مشخص گردید که خبرگان صنعت مزبور با نتایج به دست آمده حاصل از ترتیب رتبه‌ها به نسبت موافق هستند. هر چند برای اطمینان بیشتر به نتایج به دست آمده لازم است مسائل دیگری از همین دست نیز بررسی شود. در حقیقت مسائل بسیار زیادی در حوزه تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه را می‌توان در مقاله‌های گوناگون منتشر شده، پیدا کرد که یکی از مراحل آن، غربال‌سازی شاخص‌های اولیه بوده است. با رجوع به این نوع مقاله‌ها و بررسی چگونگی عمل غربال‌سازی در آن‌ها، می‌توان مدل‌های ارائه شده در این مقاله را به کار گرفت و نتایج به دست آمده را با آنچه در آن‌ها اتفاق افتاده است، مقایسه کرد. البته روش ارائه شده در این مقاله، مستلزم حل مدل‌های عدد صحیحی است که با ازدیاد خبرگان و معیارها، اندازه مسئله بزرگ می‌شود. در چنین وضعیتی نمی‌توان از روش‌های رایج برای حل این نوع مسائل با توجه به ماهیت NP-hard بودن مسئله استفاده کرد و ضروری است از روش‌های فرا ابتکاری برای حل آن‌ها بهره گرفت.

۷- منابع

- [1] Keeney R.L., Raiffa H. ; "Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs"; *John Wiley & Sons*, New York, 1976.
- [2] Linares P., Romero C. ; "Aggregation of preferences in an environmental economics context: A goal programming approach"; *OMEGA; International Journal of Management Science*, Vol. 30: No. 2, 2002.
- [3] Von Winterfeldt D., Edwards W. ; "Decision analysis and behavioral research"; *Cambridge University Press*, Cambridge, 1986.
- [4] Forman E. H., Gass S.I. ; "The analytic hierarchy process-an exposition"; *Operations Research*, Vol. 49: No.4, 2001.
- [5] Roy B. ; "Multi-criteria Approach for Decision Aiding"; *Kluwer Academic Publishers*, Massachusetts; 1986.
- [۶] عسگری غ.، مقبل باعرض ع.، خداداد حسینی س.ح.؛ «مروری بر رویکردهای رتبه‌بندی شرکتها: نقد و بررسی و ارائه الگو»، فصلنامه علمی - پژوهشی مدرس علوم انسانی - پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره چهاردهم، شماره ۳ (پیاپی ۶۸)، ۱۳۸۹.

- [7] Hwang C.L., Yoon K. ;"Multiple attribute decision making"; *Springer – Verlag Book Company*, New York, 1985.
- [8] Chuu S.J. ;"Group decision-making model using fuzzy multiple attributes analysis for the evaluation of advanced manufacturing technology"; *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 160: No. 5, 2009.
- [9] Duhaimo I., Grant J. ;"Factors influencing divestment decision-making"; *Strategic Management Journal*, Vol. 23: No. 2, 2000.
- [10] Schniederjans M.J., Garvin T. ;"Using the analytic hierarchy process and multi-objective programming for the selection of cost drivers in activity-based costing"; *European Journal of Operation Research*, Vol. 100: No. 1, 1997.
- [11] Khatami Firouzabadi S.M.A., Henson B., Barnes C. ;"A multiple stakeholders' approach to strategic selection decisions"; *International Journal of Computers and Industrial Engineering*, Vol. 58: No. 4, 2008.
- [12] Pomerol J.C., Romero S.B. ;"Multi-criterion decision in management: Principles and practice"; *Kluwer Academic Publishers*, Massachusetts, 2000.
- [13] Olson D. ;"Decision aids for selection problems"; *Springer-Verlag Book Company*, New York, 1995.
- [14] Muralidharan C., Anantharaman N., Deshmukh S.G. ;"A multi-criteria group decision making model for supplier rating"; *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 22: No. 4, 2002.
- [15] Smith C.J. ;"Using goal programming to determine interest group disutility for public policy choices"; *Social Economical Planning Sciences*, Vol. 14: No. 3, 1980.
- [16] Pachon J.G., Romero C. ;"An analytical framework for aggregating multi-attribute utility functions"; *Journal of Operational Research Society*, Vol. 57: No.1, 2006.
- [17] Contreras M., Marmol A.M. ;"A lexicographic compromise method for multiple criteria group decision problems with imprecise information"; *European Journal of Operations Research*, Vol. 181: No. 3, 2007.

- [18] Badri M.A. ;"Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem"; *International Journal of Production Economics*, Vol. 62: No.3, 1999.
- [19] Badri M.A. ;"A combined AHP-GP model for quality control systems"; *International Journal of Production Economics*, Vol. 72: No.1, 2001.
- [20] Schniederjans M.J., Wilson R.L. ;"Using the analytic hierarchy process and goal programming for information system project selection"; *Information & Management*, Vol. 20: No. 2, 1991.
- [21] Farzipoor R. ;"Suppliers selection in the presence of both cardinal and ordinal data"; *European Journal of Operational Research*, Vol. 185: No.1, 2007.
- [22] Farzipoor R. ;"Technologies ranking in the presence of both cardinal and ordinal data"; *Applied Mathematics and Computations*, Vol. 176: No. 2, 2006.
- [23] Farzipoor R. ;"A decision model for technology selection in the existence of both cardinal and ordinal data"; *Applied Mathematics and Computations*, Vol. 181: No. 2, 2006.
- [24] Tavana M., LoPinto F., Smither J.W. ;"A hybrid distance-based ideal-seeking consensus ranking model"; *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, Vol. 1: No. 1, 2007.
- [25] Cook W.D., Kress M. ;"Ordinal information and preference structures: Decision models and applications"; *Englewood Cliffs, Prentice-Hall*, 1992.
- [26] Pachon J.G., Romero C. ;"Distance-based consensus methods: A goal programming approach"; *Omega, International Journal of Management Science*, Vol. 27: No. 1, 1999.
- [27] Cook W.D., Seiford L.M. ;"Priority ranking and consensus formation"; *Management Science*, Vol. 24: No.16, 1978.
- [28] Charnes A., Cooper W.W. ;"Goal programming and multiple objective optimizations: Part 1"; *European Journal of Operation Research*, Vol. 1: No: 1, 1977.
- [29] Romero C. ;"Extended lexicographic goal programming: A unifying approach";

Third International Conference on Multi-Objective Programming and Goal Programming (MOPGP98), Quebec, Canada, 1998.

[30] Rawls J. ; "A theory of justice"; Oxford, *Oxford University Press*, 1972.

[۳۱] ربیعی س، شاهنده ع؛ "گسترشی بر مدل کارت امتیازی متوازن"؛ نشریه بین‌المللی

مهندسی صنایع و مدیریت تولید، شماره ۱، جلد ۲۲، بهار ۱۳۹۰.