

طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش سیگما

صدیق رئیسی^{1*}، اکرم حمزه²، احمد ماکوئی³

¹دانشیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، مرکز تحقیقات مدل سازی و بهینه سازی در مهندسی و علوم

²دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

³دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

رسید مقاله: پنجم اردیبهشت ماه 1390

پذیرش مقاله: هفدهم آذرماه 1390

چکیده

شش سیگما یک متدولوژی داده محور است که باعث دستیابی به موفقیت در زمینه بهبود کیفیت و اجرای سریع و موثر در محیط خود می شود. از آنجایی که در سازمان ها معمولاً منابع مورد نیاز برای اجرای پروژه‌های تعریف شده شش سیگما به مراتب بیش از منابع در دسترس است لذا انتخاب و اولویت بندی پروژه‌ها، به منظور بیشترین استفاده از منابع در دسترس نیاز به هدایت صحیح و آگاهانه دارد. تاکنون در زمینه مساله انتخاب پروژه‌های شش سیگما تحقیقات مختلفی انجام شده است اما در این روش ها فرض بر استقلال معیارهای تصمیم گیری بوده است که در دنیای واقعی می تواند همواره مصداق نداشته باشد. در این مقاله، یک مدل ترکیبی چند معیاره تصمیم گیری برای زمانی که روابط یا وابستگی بین معیارها برقرار باشد ارایه شده است. در این روش از DEMATEL به منظور تعیین ساختار روابط بین معیارها استفاده شده است. از ANP نیز جهت شناسایی وزن هر یک از معیارها با توجه به وابستگی و بازخورد استفاده شده است. سپس روش بهینه سازی چندمعیاره حل سازشی VIKOR برای رتبه بندی پروژه‌های شش سیگما توصیه شده است. روش پیشنهادی می تواند به مدیران و کارشناسان در جهت بهبود روند انتخاب خود به خصوص زمانی که تعداد معیارها زیاد و بین آن ها همبستگی وجود دارد، کمک کند. در انتها نیز از داده های برگرفته از مطالعه موردی انجام شده در یک شرکت لجستیک ترکیه ای جهت آشکار کردن کارایی و نحوه استفاده روش پیشنهادی استفاده شده است.

کلمات کلیدی: شش سیگما، انتخاب پروژه، ANP، DEMATEL، VIKOR، MCDM.

1 مقدمه

شش‌سیگما روشی مبتنی بر پروژه است که به منظور کاهش هزینه، حذف اتلاف فرایندها، افزایش سود و رضایت مشتری در سازمان‌ها به کار برده می‌شود [1]. شش‌سیگما با استفاده از دو متدولوژی DMAIC¹ (شامل مراحل تعریف، اندازه‌گیری، تحلیل، بهبود و کنترل) و DMADV² (شامل مراحل تعریف، اندازه‌گیری، تحلیل، طراحی و ارزیابی) و با به کارگرفتن روش‌ها و ابزارهای قدرتمند آماری در جهت کاهش واریانس فرایندها و به دست آوردن بهبودهای عمیق در کیفیت تولید و خدمات گام بر می‌دارد [2]. پروژه‌ها اساس تغییر در سازمان‌هایی هستند که شش‌سیگما در آن‌ها پیاده می‌شود. اگرچه ایجاد تغییر از راه‌های دیگری همچون کایزن امکان‌پذیر است ولی اجرای آن در غالب پروژه، عاملی است که سازمان را در جهت تحولات ریشه‌ای و فرهنگی به پیش می‌برد.

از طرفی انتخاب بهترین پروژه‌های شش‌سیگما که دارای بیشترین منفعت مالی باشند، به دلیل محدودیت منابع، هزینه و زمان بر بودن پروژه‌ها و نیز وقفه‌ای که در عملیات و فعالیت‌های جاری سازمان به وجود می‌آورند، یکی از عوامل مهم اجرای موفقیت آمیز آن‌ها می‌باشد [3]. پروژه‌های شش‌سیگما باید طوری تعریف شوند که با استراتژی سازمان ارتباط داشته و اهداف آن‌ها به درستی تعیین شود. از آنجایی که این مهم در فاز "تعریف" پروژه صورت می‌گیرد لذا این فاز یکی از مهم‌ترین فازهای شش‌سیگما می‌باشد. به دلیل اهمیتی که انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما دارد، تاکنون روش‌های و معیارهای گوناگونی جهت انتخاب بهترین پروژه‌ها معرفی شده‌اند. یکی از این روش‌ها استفاده از روش ترکیبی AHP و GRE می‌باشد که با رویکرد MCDM به یکپارچه کردن معیارهای کمی و کیفی پرداخته تا بتواند پروژه‌هایی را انتخاب نماید که محدودیت‌های سازمان را بر حسب ذخایر بالقوه، هزینه پیاده‌سازی و زمان اتمام پروژه جبران کند [4].

طی تحقیقی که در برخی شرکت‌های انگلیسی صورت گرفته بود اکثر آن‌ها از روش‌ها و ابزارهای مختلفی از جمله تحلیل منفعت-هزینه، ماتریس علت و معلول، طوفان فکری و تحلیل پارتویی جهت شناسایی و ارزیابی پروژه‌های شش‌سیگما بهره‌جسته‌اند [5]. روش دیگر، پیدا کردن مدل بهینه برنامه نویسی ریاضی برای یافتن بهترین فرایندها جهت اجرای پروژه‌های شش‌سیگما می‌باشد [6]. از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) نیز جهت ارزیابی ورودی و خروجی‌های مهم پروژه‌های شش‌سیگما استفاده شده است [7]. در روشی دیگر از ابتدا پروژه‌ها با دو رویکرد سیاست‌های استراتژیک سازمان و صدای مشتری تعریف می‌شوند و سپس از AHP جهت ارزیابی سود پروژه‌ها و از FMEA جهت ارزیابی ریسک آن‌ها استفاده می‌شود. در نهایت نیز با درنظر گرفتن دو عامل سود و ریسک، انتخاب پروژه‌ها صورت می‌گیرد [8]. هر چه سود مالی یک پروژه شش‌سیگما بیشتر باشد، اولویت انتخاب آن بالاتر خواهد بود. این موضوع طی تحقیقی در تایوان و با استفاده از معیارهای جایزه ملی کیفیت و روش تصمیم‌گیری دلفی فازی جهت انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما صورت گرفته است [9]. مدل مفهومی دیگری با هدف بررسی نقش دانش صریح و ضمنی بر اجرای موفق پروژه‌های بهبود ارایه شده است.

¹ - DMAIC : Define, Measure, Analyze, Improvement, Control

² - DMADV : Define, Measure, Analyze, Design, Validate/Verify

رگرسیون سلسله مراتبی در این مدل، جهت تست فرضیه‌هایی که پس از جمع‌آوری داده‌ها بوجود آمده‌اند، به کار برده شده است [10]. تحقیق موردی دیگری نیز بر روی شرکت‌های متوسط و کوچکی که از شش سیگما در فرایندهای ریخته‌گری خود استفاده می‌کنند صورت گرفته است. در این تحقیق تاثیر به کارگیری مدل ترکیبی AHP و ماتریس شرایط مطلوب پروژه (PDM) جهت انتخاب پروژه‌های شش سیگما بررسی شده است [11]. یک روش مدل ریاضی بهینه سازی همراه با تئوری اختیارات حقیقی نیز در این رابطه ارائه شده است که نه تنها به شناسایی ارزش پروژه‌ها قبل از شروع آن‌ها پرداخته بلکه به بررسی پیشرفت آن و تصمیماتی که بر اساس این پیشرفت اتخاذ می‌شود نیز می‌پردازد [12]. سه روش تحلیل داده‌ای کارایی، کارت امتیازی متوازن و روش تحقیقی نیز جهت انتخاب پروژه‌های شش سیگما بر اساس نیازهای چند متغیره سازمانی و نیازهای مشتری با رویکرد بالا به پائین معرفی شده و ضمن بررسی مزایا و معایب، به شرایط کاربرد آن‌ها نیز اشاره شده است [13]. برخی نیز با رویکردی تحلیلی، از روش ترکیبی ANP و DEMATEL جهت شناسایی و ارزیابی پروژه‌های حیاتی شش سیگما به خصوص در سازمان‌های لجستیک استفاده نموده‌اند [14]. همچنین برنامه ریزی آرمانی فازی به همراه روش ANFIS نیز در امر انتخاب پروژه‌های شش سیگما به کمک سازمان‌ها آمده‌اند [15].

هدف این تحقیق، انتخاب پروژه‌های شش سیگما به کمک روش ترکیبی DEMATEL، ANP و VIKOR می‌باشد. این روش در سال 2009 در کنفرانس بین المللی MCDM بعنوان روشی برای بررسی ناسازگاری معیارها همراه با وابستگی و بازخورد در روش‌های حل سازشی مطرح شده است [16]. همچنین برای ارزیابی بازار دستگاه‌های ناوبری خودرو [17]، ایجاد سیستم‌های هوشمند ارزیابی مواد آموزشی برای نخبگان چینی [18]، انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات برون سپاری در تایوان [19]، تعیین استراتژی‌های قیمت گذاری بر اساس ویژگی سلیکون برای تامین کنندگان تازه‌وارد [20]، انتخاب استراتژی مناسب مدیریت دانش جهت افزایش بهره‌وری صنعت بیمه عمر [21]، مدیریت جامع دانش در شرکت‌های کوچک و متوسط [22]، بررسی ارزش شرکت بر اساس قضیه مودیلینانی و میلر [23] و انتخاب و بررسی پورتفولیو مناسب [24] مورد استفاده قرار گرفته است.

در این مدل، ابتدا جهت تحلیل روابط غیرعادی بین عوامل پیچیده و سپس ساختن نگاشت روابط شبکه‌ای³ از روش DEMATEL⁴ استفاده می‌شود. سپس اوزان هر یک از عوامل مساله تصمیم‌گیری چندگانه جهت انتخاب بهترین پروژه شش سیگما توسط فرایند تحلیل شبکه‌ای⁵ بر مبنای نگاشت روابط شبکه (NRM) محاسبه می‌شود. سرانجام با استفاده از روش بهینه سازی چندمعیاری حل سازشی VIKOR⁶ مناسب‌ترین پروژه شش سیگما شناسایی می‌شود. جهت اثبات کاربردی بودن مدل، مثالی نیز با آن حل خواهد شد.

ادامه این مقاله بدین صورت دنبال خواهد شد: در بخش دوم سه روش DEMATEL، ANP و VIKOR شرح داده خواهد شد. در بخش سوم گام‌های اجرایی مدل پیشنهادی مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در بخش

3 - Network Relations Map (NRM)

4 - Decision Making Trial And Evaluation (DEMATEL)

5 - Analytic Network Process (ANP)

6 - Vlse kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) in Serbian which means Multi-criteria Optimization and Compromise Solution

چهارم مثالی عملی با استفاده از مدل پیشنهادی ارایه و نتایج آن با مقایسه روش قبلی بحث خواهد شد. نتیجه گیری و ارایه پیشنهادات در بخش آخر آورده خواهد شد.

2. معرفی روش های تصمیم گیری مورد استفاده

2-1 چگونگی استفاده از DEMATEL برای ساختن نگاشت روابط شبکه

روش DEMATEL جهت شناسایی و بررسی رابطه متقابل بین معیارها و ساختن نگاشت روابط شبکه به کار گرفته شد [25]. از آنجا که دیاگراف ها (گراف های جهت دار) روابط عناصر یک سیستم را بهتر می تواند نشان دهند، لذا DEMATEL مبتنی بر نمودارهایی است که می تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم نماید و رابطه میان آن ها را به صورت یک مدل ساختاری قابل درک درآورد [26]. گام های روش DEMATEL عبارتند از:

ساختن ماتریس رابطه مستقیم، نرمال کردن ماتریس رابطه مستقیم، به دست آوردن ماتریس روابط کلی و تشکیل نگاشت روابط شبکه بر مبنای دو بردار r و c .

نتایج می بایست درجه ارتباط مستقیم بین معیارها را مشخص کند. ارقام 0، 1، 2، 3 و 4 به ترتیب نمایانگر درجه "بدون تاثیر" تا "تاثیر بسیار زیاد" می باشند. دیاگرافی که نشان دهنده روابط بین معیارها می باشد در شکل 1 نشان داده شده است. به طور مثال برداری که از W به Y رفته است، نشان دهنده تاثیر W بر Y بوده و امتیاز این تاثیر 1 می باشد. درایه های ماتریس شماره 1 که ماتریس رابطه مستقیم نیز نامیده می شود بر مبنای تاثیر معیار i بر j شکل خواهد گرفت.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

به منظور نرمال کردن ماتریس رابطه مستقیم از روابط 2 و 3 استفاده شود.

$$S = m.A \quad (2)$$

$$m = \min \left[\frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right] \quad (3)$$

ماتریس روابط کلی T به کمک ماتریس S از طریق رابطه شماره 4 محاسبه می شود که در آن I ماتریس واحد می باشد.

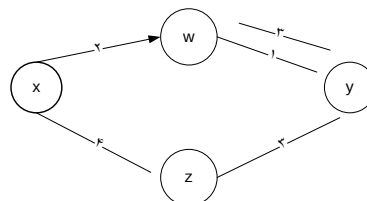
$$T = S(I - S)^{-1} \quad (4)$$

به منظور تعیین نگاشت روابط شبکه از دو بردار r و d استفاده می شود که به ترتیب مجموع ردیف ها و ستون های ماتریس T می باشند که در روابط 5 و 6 نحوه محاسبه آن ها آورده شده است.

$$r = [r_i]_{n \times 1} = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{n \times 1} \quad (5)$$

$$d = [d_j]_{n \times 1} = \left[\sum_{i=1}^n t_{ij} \right]_{1 \times n} \quad (6)$$

r_i به معنی مجموع i مین ردیف ماتریس T و نشان دهنده مجموع تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم معیار i بر دیگر معیارهاست. همچنین d_j به معنی مجموع j مین ستون ماتریس T و نشان دهنده مجموع تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم است که دیگر معیارها بر معیار j می گذارند. بعلاوه رابطه $i = j(r_i + d_j)$ نشان دهنده درجه تاثیر داده شده و گرفته شده است. به طور مثال $(r_i + d_j)$ نمایانگر میزان تاثیر اصلی فاکتور i در مساله می باشد. اگر $(r_i - d_j)$ مثبت باشد مفهوم آن این است که فاکتورهای دیگر توسط فاکتور i تحت تاثیر قرار می گیرند. برعکس، هنگامی که $(r_i - d_j)$ منفی باشد دیگر فاکتورها روی فاکتور i تاثیر می گذارند و بدین ترتیب نگاشت روابط شبکه ساخته خواهد شد. (24; 25)



شکل 1. گراف ارتباط مستقیم

2-2 استفاده از ANP برای محاسبه وزن معیارها بر اساس نگاشت روابط شبکه

ANP تعمیم یافته روش AHP [27] می باشد که توانسته است مساله همبستگی و بازخورد بین معیارها را تا حد مطلوب حل کند. [28] در این روش ابتدا مساله را به چند خوشه تقسیم و سپس معیارها را در خوشه ها قسمت می کنند. ارتباط بین خوشه ها "ارتباط بیرونی" و ارتباط بین معیارها در هر خوشه "ارتباط درونی" نامگذاری شده اند. ارتباط و بازخورد بین معیارها توسط نگاشت روابط شبکه ساخته شده حاصل از روش DEMATEL تعیین شده است. لذا در گام بعدی علاوه بر انجام مقایسات زوجی معیارها، مقدار ویژه و بردار ویژه نیز محاسبه می شود. مقادیر 1 تا 9 برای نمایش میزان اهمیت مقایسه استفاده شده است. بعد از ساختن ماتریس مقایسه زوجی، بردار ویژه w_{ii} به کمک مجموعه روابط 7-9 محاسبه خواهد شد.

$$Aw = \lambda_{\max} w, \quad w = (w_1, \dots, w_i, \dots, w_n) \quad (7)$$

رئیی و همکاران، طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما

به طوری که A ، ماتریس مقایسه زوجی، w_i بردار ویژه، w_i مقدار ویژه و n تعداد معیارهای قابل مقایسه می‌باشد.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad (8)$$

$$(Aw)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (9)$$

در گام آخر، ابرماتریس به وسیله یک جدول وابستگی که از ارتباطات میان معیارها و بردار ویژه‌ای که از ماتریس مقایسه زوجی حاصل شده و به عنوان وزن آن به کار گرفته می‌شود، به دست می‌آید. سپس ابرماتریس وزنی به نام W به توان حدی می‌رسد. $(\lim_{h \rightarrow \infty} w^h)$ تا مقادیر هر سطر آن با هم برابر شوند. بنابراین می‌توان اوزان را در هر معیاری را بر اساس رابطه شماره 10 محاسبه کرد [29].

$$W = \begin{bmatrix} \begin{matrix} C_1 \\ e_{11} \end{matrix} & \begin{matrix} C_2 \\ e_{21} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} C_m \\ e_{m1} \end{matrix} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \begin{matrix} C_1 \\ e_{1n_1} \end{matrix} & \begin{matrix} C_2 \\ e_{2n_2} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} C_m \\ e_{mn_m} \end{matrix} \\ \begin{matrix} e_{11} \\ W_{11} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{12} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} W_{1m} \end{matrix} \\ \begin{matrix} e_{21} \\ W_{21} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{22} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} W_{2m} \end{matrix} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \begin{matrix} e_{m1} \\ W_{m1} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{m2} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} W_{mm} \end{matrix} \end{bmatrix} \quad (10)$$

3-2 چگونگی استفاده از VIKOR برای رتبه بندی و بهبود گزینه‌ها

روش VIKOR، جهت بهینه سازی سیستم‌های پیچیده به صورت چندمعیاره، توسعه یافته است. تمرکز این روش روی رتبه‌بندی و انتخاب مجموعه‌ای از گزینه‌ها با وجود تضاد معیارها می‌باشد. رتبه بندی چندمعیاره در روش VIKOR بر اساس نزدیک‌ترین جواب به جواب ایده‌آل است (Opricovic & Tzeng, 2004). در این روش، گزینه‌ها به صورت $A_1, \dots, A_j, \dots, A_J$ نشان داده می‌شوند. f_{ji} بیانگر ارزش معیار i ام برای گزینه j ام می‌باشد و رتبه‌بندی j امین معیار برای گزینه A_j توسط آن نشان داده می‌شود. همچنین J تعداد گزینه‌ها و n تعداد معیارها را نشان می‌دهد. توسعه روش VIKOR به صورت L_p -metric بر اساس رابطه شماره 11 مطرح شده است.

$$L_j^p = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (|f_i^+ - f_{ji}|) / (|f_i^+ - f_i^-|)]^p \right\}^{1/p} \quad (11)$$

$$1 \leq p \leq \infty; \quad j=1, 2, \dots, J$$

وزن w_i از ANP به دست می آید و جهت تبدیل آن به رابطه ریاضی جهت رتبه بندی و سنجش فاصله $L_j^{p=1}$ و $L_j^{p=\infty}$ در روش VIKOR از روابط 12 و 13 استفاده می شود.

$$S_j = L_j^{p=1} = \sum_{i=1}^n [w_i (|f_i^* - f_{ji}|) / (|f_i^* - f_i^-|)] \quad (12)$$

(13)

$$R_j = L_j^{p=\infty} = \max_i \{w_i (|f_i^* - f_{ji}|) / (|f_i^* - f_i^-|) | i=1, 2, \dots, n\}$$

حل سازشی $\min_j L_j^p$ نشان دهنده فاصله ترکیبی برای مینیم شدن می باشد و به خاطر مقدار آن به عنوان نزدیک ترین پاسخ به اندازه مورد انتظار، انتخاب خواهد شد. زمانی که مقدار p کوچک باشد (به طور مثال $p=1$) می تواند برای تصمیم گیرندگان اطلاعاتی در مورد "ماکزیم مطلوبیت گروهی" یا "اکثریت مخالف" فراهم آورد. همچنین زمانی که مقدار p به سمت بینهایت میل می کند، می تواند اطلاعاتی درباره "حداقل اثر فردی مخالف" برای تصمیم گیرندگان ارایه نماید. در روش VIKOR با توجه به مفاهیمی که اشاره شد، چهار گام وجود دارد: که عبارتند از: محاسبه بهترین و بدترین مقدار، محاسبه اکثریت مطلوبیت گروهی و حداقل اثر فردی مخالف، محاسبه مقدار شاخص و رتبه بندی یا بهبود گزینه ها برای یک حل سازشی.

برای محاسبه بهترین و بدترین مقدار برای تمام معیارها، بهترین مقدار (f_j^*) و بدترین مقدار (f_j^-) در صورتی که i امین تابع سود را نشان دهد به ترتیب از $f_i^* = \max_j f_{ij}$ و $f_i^- = \min_j f_{ij}$ و در صورتی که i امین تابع هزینه را نشان ی دهد از $f_i^- = \max_j f_{ij}$ و $f_i^* = \min_j f_{ij}$ و $i=1, \dots, n$ استفاده می شود. بعلاوه ماتریس رتبه بندی اصلی می تواند با استفاده از رابطه $r_{ji} = (|f_j^* - f_{ij}|) / (|f_i^* - f_i^-|)$ به ماتریس وزن-رتبه نرمال تبدیل شود.

جهت محاسبه اکثریت مطلوبیت گروهی و حداقل اثر فردی مخالف به ترتیب از روابط $S_j = \sum_{i=1}^n w_i r_{ji}$ (نسبت فاصله گزینه j ام از راه حل ایده آل مثبت) و $R_j = \max_i \{r_{ji} | j=1, 2, \dots, J\}$ (نسبت فاصله گزینه j ام از راه حل ایده آل منفی) کمک گرفته می شود.

مقدار شاخص نیز از رابطه $Q_j = v(S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*)$ به دست می آید که در آن $S^* = \min_j S_j$ ؛ $S^- = \max_j S_j$ یا $S^- = 1$ و $R^* = 0$ ؛ $R^- = \max_j R_j$ یا $R^- = 1$ ؛ و v مقدار وزن حداکثر مطلوبیت گروهی می باشد که معمولاً 0/5 در نظر گرفته می شود.

به منظور رتبه‌بندی یا بهبود گزینه‌ها برای یک حل سازشی گزینه‌ها را به صورت نزولی بر اساس مقادیر S_j ، Q_j و R_j مرتب می‌شود. گزینه $(A^{(1)})$ که بر اساس سنجش $\min\{R_j \mid j=1,2,\dots,J\}$ هنگامی که دو شرط ذیل برقرار باشند، به عنوان حل سازشی پیشنهاد شده است.

شرط اول) مزیت پذیرش: $R(A^{(2)}) - R(A^{(1)}) \geq 1/(J-1)$ که $A^{(2)}$ دومین مرتبه را از بین گزینه‌هایی که بر اساس R رتبه‌بندی شده‌اند، دارد.

شرط دوم) ثبات پذیرش در تصمیم‌گیری: گزینه $(A^{(1)})$ می‌بایست بهترین گزینه از میان گزینه‌های مرتب شده بر اساس S_k و/یا Q_k باشد. زمانی که یکی از این دو شرط برقرار نباشد، یک سری از حل‌های سازشی انتخاب می‌شود. حل‌های سازشی ترکیبی هستند از: 1) گزینه‌های $(A^{(1)})$ و $(A^{(2)})$ در صورتی که فقط شرط دوم برقرار نباشد، یا 2) گزینه‌های $(A^{(1)}), \dots, (A^{(M)})$ اگر شرط اول برقرار نباشد. $(A^{(M)})$ توسط رابطه $R(A^{(M)}) - R(A^{(1)}) < 1/(J-1)$ برای محاسبه M به دست می‌آید.

روش رتبه‌بندی سازشی VIKOR جهت شناسایی حل‌های سازشی به کاربرده می‌شود و حل‌هایی که توسط تصمیم‌گیرندگان مورد پذیرش قرار می‌گیرند، یک حداکثر مطلوبیت گروهی (که به وسیله $\min S$ نمایش داده می‌شود) و یک حداقل اثر فردی مخالف (که به وسیله $\min Q$ نمایش داده می‌شود) فراهم می‌آورند [24].

3 روش پیشنهادی

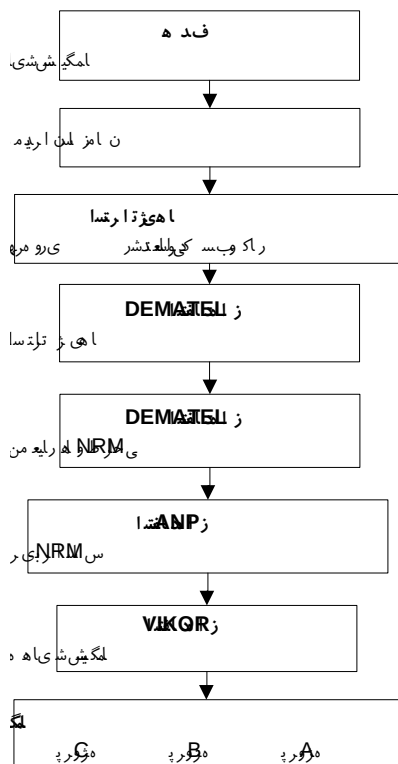
روش VIKOR یکی از روش‌های کاربردی در تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در حل مسائلی که با شاخص‌های ناسازگار و تناسب ناپذیر همراه هستند، استفاده می‌شود. در این روش تصمیم‌گیرنده نیازمند راه حلی است که نزدیک‌ترین راه حل به راه حل ایده آل باشد [29]. از طرفی اکثر روش‌های تصمیم‌گیری بر فرض استقلال معیارها استوار هستند و غلبه بر مشکل وابستگی معیارها در دنیای واقعی بسیار مشکل است. بنابراین یک مدل جدید، با استفاده از روش VIKOR بر اساس مدل ترکیبی ANP و DEMATEL به منظور بهبود راه حل سازشی و غلبه بر مشکل وابستگی متقابل و بازخورد در میان معیارها، ارایه شد (Yang, Shieh & Tzeng, 2009). ساختار روش پیشنهادی جهت گزینش پروژه‌های شش‌سیگما به استناد نیازهای استراتژیک و اولویت‌های سازمان در روند نمای ارایه شده در شکل 2 به تصویر کشیده شده است که دقت در جزئیات نشان می‌دهد که مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم‌گیری وجود دارد که معیارهای بعضاً متضاد موجود سبب پیچیده بودن ابعاد مساله تصمیم است. برای حل این مشکل دنبال کردن مراحل زیر توصیه می‌شود.

1. تیمی از مدیران سازمان متشکل از مدیریت ارشد و یا نماینده تام‌الاختیار وی و همچنین متخصصان شش‌سیگما مأموریت یابد تا بر اساس استراتژی‌های سازمانی، استراتژی‌های توسعه کیفی را مشخص کرده و معیارها و زیرمعیارهای انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما را تعیین کنند. آن‌ها همچنین موظف شوند تا گزینه‌های مختلف اجرای پروژه‌های شش‌سیگما را نیز نهائی کنند.

2. جهت تحلیل روابط پیچیده بین استراتژی‌ها و طراحی نگاشت روابط شبکه‌ای از روش DEMATEL استفاده شود.

3. اوزان هر یک از معیارهای چندگانه در انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما، توسط فرایند تحلیل شبکه‌ای بر مبنای نگاشت روابط شبکه‌ای به دست آمده در گام 1 محاسبه شود.

4. با استفاده از روش VIKOR تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب مناسب‌ترین پروژه شش‌سیگما انجام شود.



شکل 2. چهارچوب پیشنهادی انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما

4 مثال عددی

در این بخش با به‌کارگیری روش پیشنهادی یک مطالعه موردی تحلیل خواهد شد تا نحوه پیاده‌سازی روش پیشنهادی با مثال عددی تشریح شود. مساله انتخاب شده در مورد انتخاب سه پروژه شش‌سیگما در یک شرکت لجستیک در ترکیه می‌باشد که عبارتند از: پروژه A (بهبود فرایندهای سازمان)، پروژه B (بهبود روابط با مشتری) و پروژه C (بهبودسازی موجودی کالا). این مساله قبلاً با استفاده از دو روش DEMATEL و ANP حل شده است [14]. در مقاله حاضر، ضمن تشریح مراحل حل این مساله با دو روش ذکر شده، از اوزان به دست آمده توسط ANP در روش VIKOR استفاده شده است تا بتوان به مناسب‌ترین گزینه اجرای پروژه‌های شش‌سیگما دست یافت.

سه استراتژی مورد استفاده نیز از همان مقاله انتخاب شده است تا مقایسه در شرایط یکسان انجام شود که عبارتند از: تعالی کسب و کار (BE)، رشد سود (RG) و ارتقاء بهره‌وری (PR). همچنین چهار معیار سود، فرصت‌ها، ریسک و هزینه، همراه با چهارده زیر معیار مانند شکل شماره 3 در نظر گرفته شده‌اند.



شکل 3. مدل عمومی ارزیابی پروژه‌های شش‌سیگما

جهت اندازه‌گیری وابستگی میان معیارهای تصمیم‌گیری از DEMATEL استفاده می‌شود. بنابر مقایسه‌های زوجی به دست آمده توسط DEMATEL، وابستگی‌های داخلی موجود بین معیارها توسط کمان‌های برگشتی نمایش داده می‌شوند. همچنین بر اساس ماتریس روابط کلی، نقشه دیاگراف تاثیر ساخته می‌شود.

تیم متخصصان شش‌سیگما پس از تعریف استراتژیها، معیارها و زیرمعیارها به انجام مقایسه‌های زوجی با مقیاس 4 لایه DEMATEL خواهند پرداخت. وابستگی داخلی بین استراتژی‌ها در ابتدا محاسبه خواهند شد. سپس طبق مراحل ذکر شده DEMATEL، ماتریس اولیه روابط مستقیم بین استراتژی‌ها در جدول شماره 1 آورده شده است و براساس آن ماتریس، ماتریس روابط مستقیم نرمال شده با استفاده از روابط 2 و 3 محاسبه شده است که نتایج در جدول شماره 2 آورده شده است.

جدول 1: ماتریس اولیه روابط مستقیم استراتژی ها

	BE	RG	PR
BE	0	2	4
RG	3	0	3
PR	2	4	0

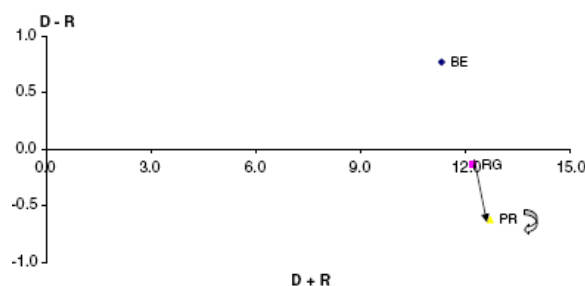
جدول 2: ماتریس نرمال شده روابط مستقیم استراتژی ها

	BE	RG	PR
BE	0	0/286	0/572
RG	0/429	0	0/429
PR	0/286	0/572	0

ماتریس روابط کلی استراتژی ها با استفاده از رابطه شماره 4 به دست آمده و مقادیر آن در جدول شماره 3 ارائه شده است. با به کارگیری روابط شماره 5 و 6 نقشه تاثیر برای استراتژی ها بر اساس پارامترهای $(D+R, D-R)$ به دست خواهد آمد که در شکل شماره 4 مقادیر آن ها به تصویر کشیده شده است. مقدار آستانه برای استراتژی ها 1/85 در نظر گرفته شده است. همانطور که در شکل نیز دیده می شود، تعالی کسب و کار تاثیر بسیار زیادی نسبت به رشد سود و بهره وری در استراتژی های شش سیگما دارد. از مقادیر $D+R$ عوامل استراتژی، میزان ارتباط و وابستگی قوی بین آن ها مشخص است.

جدول 3: ماتریس کلی روابط استراتژی ها

	BE	RG	PR	D	D+R	D-R
BE	1/577	2/094	2/372	6/0482	11/317	0/768
RG	1/884	1/856	2/303	6/042	12/224	-0/140
PR	1/814	2/232	1/996	6/042	12/712	-0/628
R	5/275	6/182	6/670			



شکل 4: نقشه چگونگی تاثیر روابط کلی استراتژی ها

در مرحله بعدی به اندازه گیری وابستگی بین معیارها پرداخته خواهد شد. بر اساس مقایسه زوجی انجام شده بین زیرمعیارهای تعالی فرایند، رضایت مشتری، کارایی مالی و رشد و آموزش، ماتریس اولیه روابط مستقیم معیار سود تولید شده است (جدول 4). بر اساس ماتریس روابط مستقیم، ماتریس نرمال شده روابط مستقیم با استفاده از روابط (1) و (2) به دست می آیند (جدول 5). ماتریس روابط کلی معیار سود با استفاده از رابطه (3) محاسبه

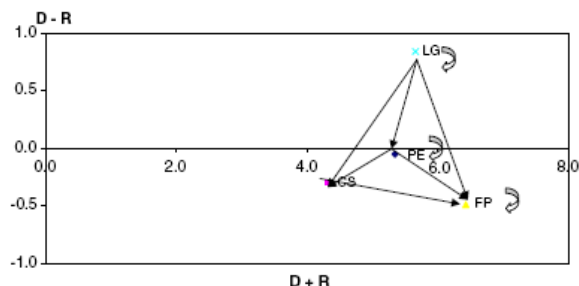
رئیی و همکاران، طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما

می شود (جدول 6). سپس با به‌کارگیری روابط (4) تا (6) نقشه دیاگراف تاثیر برای معیار سود بر اساس پارامترهای (D+R, D-R) به دست خواهد آمد (شکل 5). مقدار آستانه برای معیار سود 0.5 در نظر گرفته شده است. با تحلیل روابط بین زیرمعیارهای معیار سود می‌توان فهمید که رشد و آموزش تاثیر بسیار زیادی نسبت به رضایت مشتری و تعالی فرایند دارند. همچنین بر اساس مقادیر D+R زیرمعیارهای سود، وجود وابستگی قوی بین آن‌ها واضح است.

جدول 4. ماتریس اولیه روابط مستقیم معیار سود					جدول 5. ماتریس نرمال شده روابط مستقیم معیار سود				
	PE	CS	FP	LG		PE	CS	FP	LG
PE	0	0/2	0/3	0/2	PE	0	0/2	0/3	0/2
CS	0	0	0/4	0/1	CS	0	0	0/4	0/1
FP	0/3	0/2	0	0/3	FP	0/3	0/2	0	0/3
LG	0/4	0/2	0/3	0	LG	0/4	0/2	0/3	0

جدول 6. ماتریس کلی روابط معیار سود							
	PE	CS	FP	LG	D	D+R	D-R
PE	0/519	0/607	0/888	0/631	2/645	5/346	-0/056
CS	0/423	0/336	0/798	0/458	2/014	4/328	-0/300
FP	0/822	0/662	0/737	0/752	2/972	6/431	-0/486
LG	0/938	1/036	0/569	3/252	5/252	5/662	0/843
R	2/701	2/314	3/459	2/409			

به همین ترتیب، وجود وابستگی داخلی در سایر معیارهای فرصت، ریسک و هزینه نیز بررسی خواهد شد. به طوری که براساس مقایسات زوجی صورت گرفته، ماتریس اولیه روابط مستقیم معیار فرصت به دست آمده (جدول 7) و بر اساس آن ماتریس نرمال شده روابط مستقیم آن محاسبه شده است (جدول 8) ماتریس کلی روابط معیار فرصت نیز پس از آن قابل محاسبه خواهد بود (جدول 9) مقدار آستانه برای معیار فرصت 0/45 در نظر گرفته شده است. با تشکیل نقشه دیاگراف تاثیر روابط کلی معیار فرصت (شکل 6) می‌توان به وجود وابستگی داخلی بین زیرمعیارهای آن پی برد.



شکل 5. نقشه دیاگراف تاثیر روابط کلی معیار سود

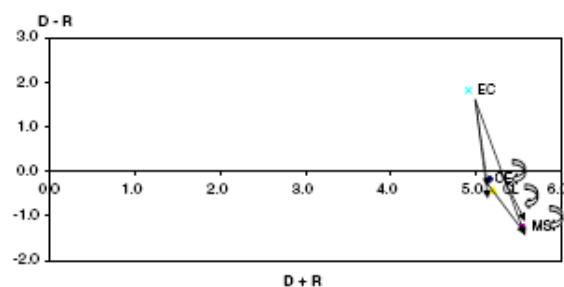
جدول 7. ماتریس اولیه روابط مستقیم معیار فرصت جدول 8. ماتریس نرمال شده روابط مستقیم معیار فرصت

	OE	MS	CL	EC
OE	0	0/3	0/2	0/2
MS	0/2	0	0/3	0/1
CL	0/2	0/4	0	0/1
EC	0/4	0/3	0/3	0

	OE	MS	CL	EC
OE	0	3	2	2
MS	2	0	3	1
CL	2	4	0	1
EC	4	3	3	0

جدول 9. ماتریس کلی روابط مستقیم معیار فرصت

	OE	MS	CL	EC	D	D+R	D-R
OE	0/492	0/861	0/693	0/454	2/500	5/163	-0/162
MS	0/583	0/550	0/684	0/340	2/157	5/548	-1/235
CL	0/628	0/900	0/505	0/366	2/399	5/215	-0/417
EC	0/960	1/080	0/934	0/393	3/367	4/920	1/814
R	2/663	3/391	2/816	1/553			



شکل 6. نقشه دیاگرام تاثیر روابط کلی معیار فرصت

مراحل بررسی وابستگی داخلی برای معیار ریسک نیز همانند معیارهای دیگر به ترتیب در جداول (10) تا (12) صورت گرفته است. با قراردادن مقادیر عددی بر روی نقشه دیاگرام تاثیر برای معیار ریسک می توان میزان وابستگی داخلی بین زیرمعیارهای آن را مشاهده کرد (شکل 7). مقدار آستانه برای معیار ریسک 2/8 در نظر گرفته شده است. همانطور که مشاهده می شود زیرمعیار ریسک های پروژه تاثیر بسیار زیادی نسبت به زیرمعیارهای کسری بودجه و تاخیر زمانی دارد. همچنین بر اساس مقادیر $D+R$ زیرمعیارهای ریسک، وجود وابستگی قوی بین آن ها بدیهی است.

جدول 11. ماتریس نرمال شده روابط مستقیم معیار ریسک

	BO	TD	PJ
BO	0	0/572	0/429
TD	0/572	0	0/286
PJ	0/429	0/429	0

جدول 10. ماتریس اولیه روابط مستقیم معیار ریسک

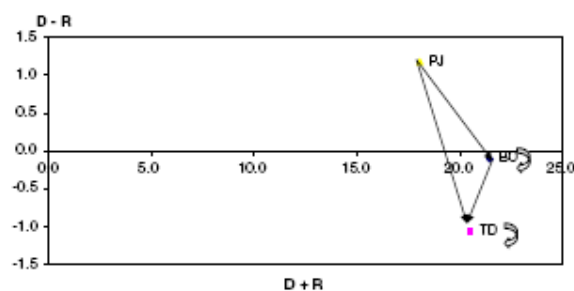
	BO	TD	PJ
BO	0	4	3
TD	4	0	2
PJ	3	3	0

جدول 12. ماتریس کلی معیار ریسک

	CI	CT	HR
CI	0	0	0

رئیی و همکاران، طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما

CT	1	0	0
HR	0	0	0



شکل 7. نقشه چگونگی تاثیر روابط کلی معیار ریسک

جداول (13) تا (15) نیز با اجرای روابط (1) تا (6) جهت پیاده‌سازی مراحل DEMATEL برای معیار هزینه به دست آمده‌اند. با در نظر گرفتن عدد 1 برای مقدار آستانه معیار هزینه و مشاهده مقادیر گسسته $D+R$ زیرمعیارهای هزینه از روی نقشه دیاگراف تاثیر (شکل 8) می‌یابیم که وابستگی داخلی بین آن‌ها وجود نداشته و زیرمعیار هزینه آموزش نسبت به سایر زیرمعیارها اولویت دارد.

جدول 13. ماتریس اولیه روابط مستقیم معیار هزینه

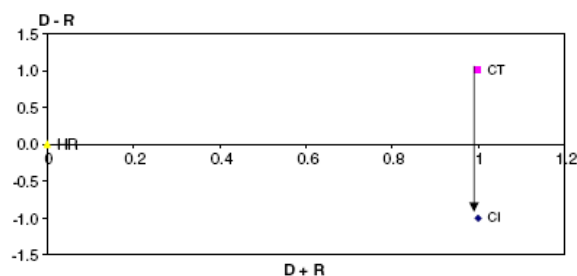
	CI	CT	HR
CI	0	0	0
CT	1	0	0
HR	0	0	0

جدول 14. ماتریس نرمال شده روابط مستقیم معیار هزینه

	CI	CT	HR
CI	0	0	0
CT	1	0	0
HR	0	0	0

جدول 15. ماتریس کلی معیار هزینه

	CI	CT	HR	D	D+R	D-R
CI	0	0	0	0	1	-1
CT	1	0	0	1	1	1
HR	0	0	0	0	0	0
R	1	0	0			



شکل 8. نقشه چگونگی تاثیر روابط کلی معیار هزینه

همان طور که مشاهده شد وجود وابستگی داخلی تنها در استراتژی و معیارهای سود، فرصت و ریسک اثبات شد (شکل 3). پس از تحلیل روابط بین معیارها و زیرمعیارها با استفاده از DEMATEL، جهت استفاده نتایج به دست آمده در ANP، به نرمال کردن ماتریس کلی روابط مربوط به (جدول 16) و معیارهای سود (جدول 17)، فرصت (جدول 18) و ریسک (جدول 19) که نشان‌دهنده وجود وابستگی هستند پرداخته شده و این جداول به طور مستقیم در ابرماتریس بدون وزن ANP به کار برده شده‌اند.

جدول 16. ماتریس وابستگی داخلی استراتژی‌ها					جدول 17. ماتریس وابستگی داخلی سود				
	BE	RG	PR		PE	CS	FP	LG	
BE	0/299	0/339	0/356	PE	0/192	0/263	0/257	0/262	
RG	0/357	0/300	0/345	CS	0/156	0/145	0/231	0/190	
PR	0/344	0/361	0/299	FP	0/304	0/286	0/213	0/312	
				LG	0/347	0/306	0/299	0/236	

جدول 18. ماتریس وابستگی داخلی فرصت					جدول 19. ماتریس وابستگی داخلی ریسک			
	OE	MS	CL	EC	BO	TD	PJ	
OE	0/185	0/254	0/246	0/292	BO	0/334	0/368	0/369
MS	0/219	0/162	0/243	0/219	TD	0/338	0/304	0/331
CL	0/236	0/265	0/179	0/236	PJ	0/328	0/328	0/300
EC	0/361	0/318	0/332	0/253				

روش ANP، پس از تشکیل ساختار روابط به وسیله DEMATEL، جهت محاسبه اوزان هر معیار به کار گرفته می‌شود. در این مرحله تیم خبرگان شش سیگما مجدداً به مقایسات زوجی بر اساس مقیاس 1 تا 9 ساعتی می‌پردازند به طوری که عدد 1 نمایانگر اهمیت مساوی و عدد 9 نمایانگر اهمیت بسیار مهم نسبت به عناصر دیگر می‌باشد. جهت حل این مدل ANP از نرم افزار Super Decision استفاده شده است. تمام مقادیر نرخ ثبات⁷ به دست آمده قابل قبول بوده و بردارهای ویژه آماده ورود به ابرماتریس می‌باشند. به طور مثال مقایسه زوجی استراتژی‌ها با در نظر گرفتن هدف در جدول 20 و مقایسه زوجی استراتژی‌ها با در نظر گرفتن رشد سود در جدول 21 آورده شده است. همه ماتریس‌های مقایسات زوجی محاسبه شده و به شکل ابرماتریس وزن‌دهی نشده در جدول 25 آورده شده‌اند. ابرماتریس وزن‌دهی شده نیز به صورت جدول 26 محاسبه شده است. ماتریس حدی محاسبه شده نیز در جدول 27 آورده شده است. این سه جدول در پیوست آورده شده‌اند. در ستون‌های ماتریس حدی وزن عناصر ساختار شبکه‌ای تشکیل شده، مشاهده خواهد شد. همان طور که از نتایج پیداست؛ پروژه C (بهینه‌سازی موجودی کالا) موثرترین گزینه برای انتخاب و اجرا در شرکت مورد نظر می‌باشد. گزینه بعدی پروژه A (بهبود فرایندهای سازمان) می‌باشد.

حال با استفاده از اوزان به دست آمده با روش ANP، مساله را با روش VIKOR حل می‌شود.

⁷ - Consistency Ratio (CR)

رئیی و همکاران، طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما

جدول 21: مقایسه زوجی استراتژی‌ها با در نظر گرفتن رشد سود

وزن	PR	BE	RG
0/667	2	1	BE
0/333	1	1/2	PR
0			CR

جدول 20: مقایسه زوجی استراتژی‌ها با در نظر گرفتن هدف

وزن	PR	RG	BE	Goal
0/300	3	1/2	1	BE
0/600	6	1	2	RG
0/100	1	1/6	1/3	PR
0/00013				CR

روش VIKOR جهت رتبه‌بندی سازشی گزینه‌ها پس از اینکه وزن عوامل تعیین‌کننده در مرحله 2.4 محاسبه شده، به کار گرفته شده است. با توجه به مراحل روش VIKOR که در مرحله 3.2 شرح داده شد، حل این مساله به این صورت می‌باشد:

به دست آوردن درجه مورد انتظار و قابل قبول بر اساس مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به زیرمعیارها، درجه مورد انتظار (f_j^*) و درجه قابل قبول (f_j^-) تعیین شده‌اند که وزن آن‌ها از مرحله قبل با استفاده از روش ANP محاسبه شده است (جدول 22).

جدول 22: وزن معیارها و تعیین تابع بهترین و بدترین مقدار

معیارها	زیرمعیارها	A	B	C	f_j^*	f_j^-	W_j (از ANP)
سود	تعالی فرایند (Process Excellence)	0/400	0/200	0/400	0/200	0/400	0/122
	رضایت مشتری (Customer Satisfaction)	0/250	0/500	0/250	0/250	0/500	0/092
	کارایی مالی (Financial Performance)	0/297	0/163	0/540	0/163	0/540	0/139
	آموزش و رشد (Learning and Growth)	0/400	0/200	0/400	0/200	0/400	0/147
فرصت‌ها	تعالی عملیات (Operational Excellence)	0/500	0/250	0/250	0/250	0/500	0/123
	سهم بازار (Market Share)	0/297	0/163	0/540	0/163	0/540	0/106
	وفاداری مشتری (Customer Loyalty)	0/250	0/500	0/250	0/250	0/500	0/115
	رقابت کارکنان (Employees' Competencies)	0/400	0/200	0/400	0/200	0/400	0/156
ریسک	کسری بودجه (Budget Overrun)	0/216	0/102	0/682	0/682	0/102	0/178
	تاخیر زمانی (Time Delay)	0/286	0/143	0/572	0/572	0/143	0/162
	ریسک‌های پروژه (Project related risks)	0/400	0/200	0/400	0/400	0/200	0/160

محاسبه اکثریت مطلوبیت گروهی و حداقل اثر فردی مخالف

طبق روابط بیان شده در بخش (R_i) و حداقل اثر فردی مخالف (S_j) اکثریت مطلوبیت گروهی

2-3 چگونگی استفاده از VIKOR برای رتبه‌بندی و بهبود گزینه‌ها محاسبه شده‌اند که مقادیر آن در جدول شماره 23 ارایه شده است.

مقدار شاخص (R_i) برای این مساله به این صورت محاسبه شده است و مقدار وزن حداکثر مطلوبیت گروهی $v = 0.5$ در نظر گرفته شده است: $S^* = \min S_j = 0.207$ ، $S = \max S_j = 1.17$ و $R^* = \min$

$R_j=0.115$; $R=\max R_j=0/178$ در نهایت مقدار Q_j برای سه گزینه A, B, و C به ترتیب 0/5, 0/58561 و 0 به دست آمد.

جدول 23. محاسبه اکثریت مطلوبیت گروهی و حداقل اثر فردی مخالف

	A	B	C
PE	0/122	0	0/122
CS	0	0/092	0
FP	0/0494	0	0/139
LG	0/147	0	0/147
OE	0/123	0	0
MS	0/0376	0	0/106
CL	0	0/115	0
BO	0/156	0	0/156
TD	0/143	0/178	0
PJ	0/108	0/162	0
Sj	0/886	0/707	0/67
Rj	0/156	0/178	0/156

پس از مرتب کردن نزولی گزینه‌ها بر اساس مقادیر جدول 24 و در نظر گرفتن دو شرط حل سازشی، گزینه C بهترین گزینه به عنوان حل سازشی انتخاب شد و پس از آن گزینه A در رتبه بعدی قرار دارد.

جدول 24. رتبه بندی گزینه‌ها و راه حل های توافقی

رتبه	Rj	گزینه‌ها	Sj	گزینه‌ها	Qj	گزینه‌ها
0/156	C	0/67	C	0	C	
0/156	A	0/707	B	0/5	A	
0/178	B	0/886	A	0/5856	B	

5 نتیجه گیری

شش سیگما روشی است مبتنی بر پروژه، که به منظور کاهش هزینه، حذف اتلاف فرایندها، افزایش سود و رضایت مشتری در سازمان‌ها به کار برده می‌شود. در این روش، انتخاب مناسب ترین پروژه‌های شش سیگما که دارای بیشترین رضایتمندی مشتریان یا منفعت مالی را ایجاد کند، اهمیت بسزایی دارد. از طرفی وجود معیارهای مختلف و متضاد در بین مدیران و خبرگان، انتخاب پروژه‌های شش سیگما را در زمره تصمیم گیری‌های پیچیده قرار داده است. در روش پیشنهادی بر خلاف سایر روش های موجود فرض استقلال معیارها به طور مستقیم و ضمنی استفاده نشده است. در روش پیشنهادی جهت تحلیل روابط غیر ملموس و توصیفی بین عوامل پیچیده

درگیر در پروژه‌های شش سیگما از تهیه نگاشت روابط شبکه‌ای توسط روش DEMATEL استفاده شده است سپس اوزان هر یک از عوامل توسط ANP بر مبنای نگاشت روابط شبکه توصیه شده است. در آخر نیز با استفاده از روش VIKOR نحوه شناسایی مناسب‌ترین پروژه شش‌سیگما معرفی شده است. نوآوری اصلی تحقیق حاضر در معرفی روش VIKOR در انتخاب پروژه‌های شش سیگما محسوب می‌شود که تاکنون تحقیقی در این مورد ارائه نشده است. دلیل این امر آن است که این روش برای بهینه‌سازی سیستم‌های پیچیده چندمعیاره نظیر پروژه‌های شش سیگمایی قابل استفاده موثر است زیرا تمرکز این روش روی رتبه‌بندی و انتخاب مجموعه‌ای از گزینه‌ها با وجود تضاد معیارها که در اجرای پروژه‌های شش سیگما زیاد به چشم می‌خورد، می‌باشد. این روش متکی بر ارائه نزدیک‌ترین جواب به جواب ایده‌آل است.

منابع

- [1] Banuelas. C. R., Jiju, A.,(2002) *Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations*, The TQM Magazine, Vol. 14, pp. 92 - 99.
- [2] Sanjit, R., Prasun,D., (2010). *Six Sigma project selection methodology*, International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 1, pp. 293-309. 4.
- [3] Pyzdek, Thomas, A. Keller, Paul. (2010). *The Six Sigma handbook: A complete guide for green belts black belts and managers at all levels*. New York : McGraw-Hill, 2001.
- [4] Ching-Chow, Yang,., Bai-Sheng, Chen,., (2003). *A MCDM approach for Six Sigma project selection*. The Conference of Knowledge and Value Management.
- [5] Banuelas, Ricardo, et al., (2006). *Selection of six sigma projects in the UK*. 5, The TQM Magazine, Vol. 18, pp. 514-527.
- [6] Kumar, U. Dinesh, et al., (2008). *On the optimal selection of process alternatives in a Six Sigma implementation*, Int. J. Production Economics, Vol. 111, pp. 456–467.
- [7] Kumar, U. Dinesh, et al.,(2007) *Six sigma project selection using data envelopment analysis*. 5, The TQM Magazine, Vol. 19, pp. 419-441.
- [8] Su, Chao-Ton, Chou, Chia-Jen.,(2008). *A systematic methodology for the creation of Six Sigma projects:A case study of semiconductor foundry*, Expert Systems with Applications, Vol. 34, pp. 2693–2703.
- [9] Yang, Taho, Hsieh, Chiung-His.,(2009). *Six-Sigma project selection using national quality award criteria and Delphi fuzzy multiple criteria decision-making method*, Expert Systems with Applications, Vol. 36, pp. 7594–7603.
- [10] Anand, Gopesh, Ward, Peter T, Tatikonda, Mohan V., (2009). *Role of explicit and tacit knowledge in Six Sigma projects: An empirical examination of differential project success.*, Journal of Operations Management.
- [11] Kumar, Maneesh, Antony, Jiju and Rae Cho, Byung, (2009). *Project selection and its impact on the successful deployment of Six Sigma*. 5, Business Process Management Journal, Vol. 15, pp. 669-686.
- [12] Tkáč, M. and Lyócsa, Š. (2009). *On the Evaluation of Six Sigma Projects*, Qual. Reliab. Engng. Int., Vol. 26, pp. 115--124.
- [13] Ray, Sanjit and Das, Prasun,(2010). *Six Sigma project selection methodology*, 4, , International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 1, pp. 293-309.
- [14] Büyüközkan, Gülçin and Öztürkcan, Demet, (2010). *An integrated analytic approach for Six Sigma project selection*, Expert Systems with Applications, Vol. 37, pp. 5835–5847.
- [15] Saghaei, Abbas and Didekhani, Hosein, (2011). *Developing an integrated model for the evaluation and selection of six sigma projects based on ANFIS and fuzzy goal programming*, Expert Systems with Applications, Vol. 38, pp. 721–728.
- [16] Yang, Yu-Ping Ou, Shieh, How-Ming and Tzeng, Gwo-Hshiung, (2009). *A VIKOR Technique with Applications Based on DEMATEL and ANP*. [ed.] Yong Shi, et al. Chengdu / Jiuzhaigou : Springer, MCDM, Springer. pp. 780–788.
- [17] Lin, Chia-Li, Hsieh, Meng-Shu and Tzeng, Gwo-Hshiung, (2009). *A Novel Evaluation Model for the Vehicle Navigation Device Market Using Hybrid MCDM Techniques*. Berlin : Springer, Springer. pp. 769–779.

- [18] Chen, Cheng-Hsiung and Tzeng, Gwo-Hshiung, (2009). *Combined DEMATEL Technique with a Novel MCDM Method for Creating the Aspired Intelligent Assessment Systems for Mandarin Chinese Teaching Materials*. Kitakyushu : s.n., APIEMS, pp. 2050-2061.
- [19] J. H. Liou, James, et al., (2009). *DEVELOPING A HYBRID MULTI-CRITERIA MODEL FOR SELECTION OF OUTSOURCING PROVIDERS*.
- [20] Huang, Chi-Yo, et al., (2010). *Defining Pricing Strategies for Silicon Intellectual Properties of Late Coming Providers by a Hybrid MCDM Framework*, International Journal of Information Systems for Logistics and Management, Vol. 5, pp. 47-63.
- [21] Chen, I-Shuo and Chen, Jui-Kuei., (2010). *How to manage knowledge well? Evidence from the life insurance industry*. 17, African Journal of Business Management, Vol. 4, pp. 3605-3617.
- [22] Hung, Y.H and Tzeng, G.H., (2010). *Using ANP, VIKOR, and dematel for holistic knowledge management of SMEs*. Singapore : IEEE. pp. 898-903.
- [23] Lee, Wen-Shiung and Tu, Wei-Shan., (2011). *Combined MCDM techniques for exploring company value based on Modigliani–Miller theorem...*, Expert Systems with Applications, Vol. 38, pp. 8037-8044.
- [24] Jerry Ho, Wen-Rong, et al., (2011). *Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM*, Expert Systems with Applications, Vol. 38, pp. 16–25.
- [25] Tzeng, G.H., Chiang, C.H. and Li, C.W., (2007). *Evaluating intertwined effects in elearning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL*, Expert Systems with Applications, Vol. 32, pp. 1028–1044.
- [26] Fontela, E and Gabus, A., (1979). *The DEMATEL observer, DEMATEL 1976 Report*. s.l. : Switzerland Geneva: Battelle Geneva Research Center.
- [27] Saaty, Thomas L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process*. Pittsburgh : RWS Publications,.
- [28] Lee, W. S., et al., (2009). *Combined MCDM techniques for exploring stock selection based on Gordon model*, Expert Systems with Applications, Vol. 36, pp. 6421–6430.
- [29] Opricovic, Serafim and Tzeng, Gwo-Hshiung, (2007). *Extended VIKOR method in comparison with outranking methods*, European Journal of Operational Research, Vol. 178.
- [30] Opricovic, Serafim and Tzeng, Gwo-Hshiung., (2004). *Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS*, European Journal of Operational Research, Vol. 156, pp. 445–455.
- [31] Opricovic, Serafim., (1998). *Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems*. Belgrade : s.n., Faculty of Civil Engineering.

مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن ، سال هشتم، شماره 4 (پیاپی 31)، زمستان 90، ص ص 71-92
شاپا 2251-7286

جدول 25. ابرماتریس بدون وزن

	Goal	BE	RG	PR	B	O	R	C	PE	CS	FP	LG	OE	MS	CL	EC	BO	TD	PJ	CI	CT	HR	PA	PB	PC
Goal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BE	0/300	0/299	0/339	0/356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RG	0/600	0/357	0/300	0/345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	0/100	0/344	0/361	0/299	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PE	0	0	0	0	0/195	0	0	0	0/192	0/263	0/257	0/262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS	0	0	0	0	0/231	0	0	0	0/156	0/145	0/231	0/190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FP	0	0	0	0	0/426	0	0	0	0/304	0/286	0/213	0/312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LG	0	0	0	0	0/148	0	0	0	0/347	0/306	0/299	0/236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OE	0	0	0	0	0	0/185	0	0	0	0	0	0	0/158	0/254	0/246	0/292	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	0	0	0	0	0	0/370	0	0	0	0	0	0	0/219	0/162	0/243	0/219	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CL	0	0	0	0	0	0/345	0	0	0	0	0	0	0/236	0/265	0/179	0/236	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EC	0	0	0	0	0	0/100	0	0	0	0	0	0	0/361	0/318	0/332	0/253	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO	0	0	0	0	0	0	0/500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/334	0/368	0/369	0	0	0	0	0	0
TD	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/338	0/304	0/331	0	0	0	0	0	0
PJ	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/328	0/328	0/300	0	0	0	0	0	0
CI	0	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CT	0	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HR	0	0	0	0	0	0	0	0/500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0/400	0/250	0/297	0/400	0/500	0/297	0/250	0/400	0/216	0/286	0/400	0/286	0/433	0/300	0	0	0
PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0/200	0/500	0/163	0/200	0/250	0/163	0/500	0/200	0/102	0/143	0/200	0/143	0/101	0/100	0	0	0
PC	0	0	0	0	0	0	0	0	0/400	0/250	0/540	0/400	0/250	0/540	0/250	0/400	0/682	0/572	0/400	0/571	0/466	0/600	0	0	0

جدول 26. ابرماتریس وزن دهی شده

	Goal	BE	RG	PR	B	O	R	C	PE	CS	FP	LG	OE	MS	CL	EC	BO	TD	PJ	CI	CT	HR	PA	PB	PC
Goal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BE	0/300	0/058	0/065	0/069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RG	0/100	0/069	0/058	0/066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	0/600	0/069	0/069	0/058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0/282	0/282	0/282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0/103	0/103	0/103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0/160	0/160	0/160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0/263	0/263	0/263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PE	0	0	0	0	0/195	0	0	0	0/096	0/132	0/129	0/131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS	0	0	0	0	0/231	0	0	0	0/078	0/073	0/116	0/095	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FP	0	0	0	0	0/426	0	0	0	0/152	0/143	0/106	0/0156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LG	0	0	0	0	0/148	0	0	0	0/174	0/153	0/150	0/118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OE	0	0	0	0	0	0/185	0	0	0	0	0	0	0/092	0/127	0/123	0/146	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	0	0	0	0	0	0/370	0	0	0	0	0	0	0/109	0/081	0/122	0/110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CL	0	0	0	0	0	0/345	0	0	0	0	0	0	0/118	0/133	0/090	0/118	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EC	0	0	0	0	0	0/100	0	0	0	0	0	0	0/180	0/156	0/166	0/127	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO	0	0	0	0	0	0	0/500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/167	0/184	0/185	0	0	0	0	0	0
TD	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/169	0/152	0/166	0	0	0	0	0	0
PJ	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/164	0/164	0/150	0	0	0	0	0	0
CI	0	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CT	0	0	0	0	0	0	0	0/250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HR	0	0	0	0	0	0	0	0/500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0/200	0/125	0/148	0/200	0/250	0/148	0/125	0/200	0/108	0/143	0/200	0/286	0/433	0/300	0	0	0
PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0/100	0/250	0/082	0/100	0/125	0/082	0/250	0/100	0/051	0/071	0/100	0/143	0/101	0/100	0	0	0
PC	0	0	0	0	0	0	0	0	0/200	0/125	0/270	0/200	0/124	0/270	0/125	0/200	0/341	0/286	0/200	0/571	0/466	0/600	0	0	0

رئیس و همکاران، طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش‌سیگما

جدول 27. ابرماتریس حدی

	Goal	BE	RG	PR	B	O	R	C	PE	CS	FP	LG	OE	MS	CL	EC	BO	TD	PJ	CI	CT	HR	PA	PB	PC
Goal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PE	0/063	0/063	0/063	0/063	0/122	0	0	0	0/122	0/122	0/122	0/122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS	0/048	0/048	0/048	0/048	0/092	0	0	0	0/092	0/092	0/092	0/092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FP	0/072	0/072	0/072	0/072	0/139	0	0	0	0/139	0/139	0/139	0/139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LG	0/076	0/076	0/076	0/076	0/147	0	0	0	0/147	0/147	0/147	0/147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OE	0/023	0/023	0/023	0/023	0	0/123	0	0	0	0	0	0	0/123	0/123	0/123	0/123	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	0/020	0/020	0/020	0/020	0	0/106	0	0	0	0	0	0	0/106	0/106	0/106	0/106	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CL	0/022	0/022	0/022	0/022	0	0/115	0	0	0	0	0	0	0/115	0/115	0/115	0/115	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EC	0/029	0/029	0/029	0/029	0	0/156	0	0	0	0	0	0	0/156	0/156	0/156	0/156	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO	0/052	0/052	0/052	0/052	0	0	0/178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/178	0/178	0/178	0	0	0	0	0	0
TD	0/048	0/048	0/048	0/048	0	0	0/162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/162	0/162	0/162	0	0	0	0	0	0
PJ	0/047	0/047	0/047	0/047	0	0	0/160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/160	0/160	0/160	0	0	0	0	0	0
CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PA	0/167	0/167	0/167	0/167	0/172	0/184	0/149	0	0/172	0/172	0/172	0/172	0/184	0/184	0/184	0/184	0/149	0/149	0/149	0	0	0	0	0	0
PB	0/111	0/111	0/111	0/111	0/123	0/137	0/073	0	0/123	0/123	0/123	0/123	0/137	0/137	0/137	0/137	0/073	0/073	0/073	0	0	0	0	0	0