



ارائه یک روش ترکیبی از ANP خاکستری و شش سیگما و TRIZ جهت اولویت بندی پروژه های شهرداری تهران

علیرضا علی نژاد (نویسنده مسؤل)

دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

Email: alalinezhad@gmail.com

جواد خلیلی

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۹ * تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۸

چکیده

امروزه با توجه به مشکلات روز افزون مسائل کیفی که در سازمان ها بوجود آمده است، در این پژوهش برخی از این مسائل و مشکلات در شهرداری تهران در بوطه آزمایش قرار داده می شود. ابتدا تعداد زیادی پروژه که نیاز به بهبود دارند، تعریف می شوند. با یکی از روش های تصمیم گیری چندگانه MCDM بنام ANP اولویت بندی می شوند، سپس مهمترین پروژه انتخاب می شود. برای انجام این پروژه مشکلاتی بوجود می آید که بخشی از اطلاعات آنها شناخته شده و برخی ناشناخته است. برای شناسایی و انتخاب مشکلات از سیستم های خاکستری استفاده می شود و مهمترین مشکل با استفاده از «درجه امکان خاکستری» که از روش های نوین تصمیم گیری و ارزیابی ریاضیاتی داده های مبهم و غیر قطعی است، پیدا می شود. مشکل شناسایی شده، با استفاده از متدولوژی شش سیگما و چرخه DMAIC تجزیه و تحلیل و آنالیز می شود. با استفاده از نمودار پارتو و نرم افزار Minitab علل اصلی موضوع مشخص شده و سپس حل می شود. در انتها با استفاده از تکنیک های خلاقانه و ابداعی حل مسائل TRIZ را بهبود داده می شود.

کلمات کلیدی: ANP، TRIZ، تئوری سیستم های خاکستری، شش سیگما.

۱- مقدمه

امروزه سازمان ها، با بهینه نمودن راهکارها، استفاده صحیح و بجا از منابع مالی، زمان و نیروی انسانی می توانند در عرصه رقابت پیروز باشند. با تنگاتنگ شدن محیط رقابتی در عصر جدید، باید با متدلوژی ها و رویکردهای پیشرو در علوم مهندسی آشنا شد. پروژه ها پر هزینه و زمان بر هستند و برای انجام آنها به زمان، منابع و برنامه ریزی دقیق تری نیاز است. اگر بدون اولویت بندی و برنامه ریزی انجام شوند، با کسری بودجه و زمان مواجه خواهند شد. بنابراین انتخاب و اولویت بندی پروژه ها در سازمان ها از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. برای انجام پروژه ها در سازمان بایستی سعی شود که کیفیت در سازمان ها بالا رود. شش سیگما^۱ یک متدلوژی است که به کمک آن خطای کمتری در کار ایجاد می شود و میزان انحراف از حالت ایده آل را کاهش می دهد، زمان ارائه محصول جدید به بازار و هزینه ها را کاهش می دهد، بازده و ظرفیت را بالا می برد و باعث افزایش رضایتمندی مشتری می شود.

انتخاب درست پروژه های شش سیگما در سازمان ها از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. حدود ۵۰٪ از پروژه های شش سیگما به دلیل انتخاب نادرست، باشکست مواجه شده و از بین رفته اند. این خرابی ها در فرایندهای سازمان باعث ایجاد دوباره کاری، اتلاف انرژی، هزینه و نیروی انسانی اضافی می شود. تمرکز بر روی خرابی ها، باعث کاهش این اتلاف ها می شود. با نگرش جدید عرصه کنونی کسب و کار، سازمان مجموعه ای از فرایندهایی است که هدف آن ها ایجاد ارزش برای مشتری است و مستلزم ایجاد ارزش برای مشتری، آفرینش آن در خود سازمان است (Dabbaghi and Malek, 2010). چنانچه سازمانی بخواهد این رویکرد را دنبال کند، برنامه آن در وهله اول ورود به حوزه سیگما است و در مرحله بعد، پیچیدن مراحل بهبود تا رسیدن به سطح سیگما یعنی ۳/۴ خطا در یک میلیون فرصت بروز خطا است (Amiran, 2002). شش سیگما فرایندی است که از مجموعه ای از ابزارهای آماری تشکیل شده است که با توجه به اهداف تعیین شده، به جمع آوری داده ها می پردازد و سپس آنها را تجزیه و تحلیل کرده و بهبود می دهد (Stelian, 2012). ضمن آنکه این رویکرد آماری مقدار ضایعات را از سطح ۳ سیگما به سطح ۶ سیگما می رساند (Su et al., 2010) و هدف آن کاهش تعداد ضایعات و معیوبات به میزان ۳/۴ عدد در یک میلیون فرصت بروز خطا (Schroeder et al., 2008) و بدست آوردن فرایند و محصول بی نقص و کامل است (Kermani, 2003). متدلوژی شش سیگما اولین بار در شرکت موتورولا^۲ در سال ۱۹۸۵ پایه ریزی شد و به این نتیجه رسیدند که بهبود کیفیت موجب افزایش سرعت عملیات و کاهش هزینه ها می شود. بکارگیری این رویکرد در شرکت موتورولا، جایزه ملی کیفیت امریکا (بالدریج)^۳ را در سال ۱۹۸۷ نصیب این شرکت نمود (Buyukozkan and Ozturkean, 2010). در روش شش سیگما، دلایل شکست و خطاهایی را که در هر بخش از مدیریت رخ می دهد، بر اساس اندازه گیری های آماری مشخص گردیده و در نهایت با آنالیز علت ها، حذف می شوند (Kwak and Anbari, 2001) و در حقیقت، تلفیقی هوشمندانه از دانش و آگاهی سازمان با تکنیک های آماری برای بهبود کارایی و اثربخشی سازمان و همچنین برآورده سازی الزامات حقیقی مشتری است (Xie and Li, 2009). از اهداف شش سیگما می توان به بهبود کیفیت، کاهش هزینه ها، افزایش سهم بازار و رشد سود نهایی اشاره کرد (Averboukh, 2003). گرنیش آلتشولر^۴ (۱۹۴۶)، دانش TRIZ را تحت عنوان تئوری خلاقانه حل مسائل پایه ریزی نمود. با این دیدگاه می توان TRIZ را یکی از شاخه های اصلی و بسیار مهم علم خلاقیت شناسی دانست و همچنین می توان گفت که TRIZ نوعی رویکرد و یک الگوریتمی برای حل ابداعانه مسائل فنی است (Karimi, 2010). در این نظریه، بر حسب اینکه خلاقیت و نوآوری با رویکرد چه رشته ای مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد، انواع زیررشته ها یا شاخه های درونی خلاقیت شناسی شکل می گیرد (Gadd and Creativity, 2002). ساعتی^۵ (۱۹۹۶)، روش ANP^۶ را برای

¹ Six Sigma

² Motorola

³ Baldrige

⁴ Altshuller

⁵ Saaty

⁶ Analytical Network Process

اولین بار مطرح نمود، که بر مبنای مقایسات زوجی استوار است. ANP از یک شبکه تشکیل شده است که درون آن تعدادی خوشه به همراه عناصر درون آنها ساخته شده است. خوشه ها با هم ارتباط و وابستگی درونی و بیرونی دارند (Mohammadi, Lord, 2009). دنگ^۷ (۱۹۸۲)، تئوری سیستم های خاکستری را برای اولین بار تحت عنوان (GRA)^۸ معرفی کرد. اگر اطلاعات واضح و شفاف یک سیستم را با رنگ سفید و اطلاعات کاملاً ناشناخته یک سیستم با رنگ سیاه تجسم شود، در این صورت برخی اطلاعات وجود دارد که به رنگ سیاه و یا سفید نیستند یعنی بخشی از اطلاعات آن شناخته شده و یا بخشی ناشناخته است که آنها را سیستم های خاکستری می نامیم (Malek & Dabbaghi, 20013).

در این پژوهش، بر پایه تئوری سیستم های خاکستری و استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)، الگوی جدیدی در حل مسئله انتخاب پروژه های شش سیگما ارائه می گردد و اهدافی نظیر تعیین مدلی جهت بهبود فرایندها و افزایش کیفیت و کاهش هزینه ها با استفاده از ترکیب نظریه حل ابداعانه مساله (TRIZ) و شش سیگما و نیز اولویت بندی پروژه های شش سیگما در شهرداری تهران را دنبال می نماید.

۲- روش شناسی

الف) روش ANP

ابتدا هدف، معیارها و گزینه ها تعیین می شوند و سپس پنج مرحله زیر طی می گردد:

- ترسیم مدل و شبکه تصمیم
- مقایسات زوجی و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی
- تشکیل سوپرماتریس^۹ (ماتریس مجموع حاصل از همه مقایسات زوجی)
- تعیین وزن گزینه ها

ب) سیستم های خاکستری

عدد خاکستری عددی است که مقدار دقیق آن معلوم نیست اما محدوده ای که در آن قرار می گیرد، مشخص است. در واقع عدد خاکستری عددی غیر قطعی است که مقدار ممکن خود را از یک بازه یا مجموعه ای از اعداد اتخاذ می کند. مراحل رتبه بندی پروژه ها با سیستم خاکستری به صورت زیر می باشد:

- شناسایی معیارهای موجود
 - محاسبه وزن معیارهای موجود
 - شناسایی گزینه ها (پروژه ها) و ارزیابی آنها نسبت به معیارها و تشکیل ماتریس خاکستری
 - تشکیل ماتریس خاکستری بی مقیاس شده
 - محاسبه ماتریس خاکستری بی مقیاس شده موزون
 - تعیین گزینه ایده آل
 - محاسبه درجه امکان خاکستری
 - رتبه بندی پروژه ها با استفاده از درجه امکان خاکستری
- معیارها و وزن معیارها به صورت روابط (۱) و (۲) مشخص می شوند.

$$\otimes W = \{\otimes W_1, \otimes W_2, \dots, \otimes W_n\} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\otimes W_j = \{\otimes W_j^k, \otimes W_j^k, \dots, \otimes W_j^k\} \quad ; j = 1, \dots, n \quad \text{رابطه (۲)}$$

K برابر با تعداد تصمیم گیرندگان می باشد.

⁷ Deng

⁸ Grey Relational Analysis

⁹ Supermatrix

مقدار وزن ارزیابی k امین تصمیم گیرنده برای j مین معیار به صورت $\otimes W_j^k$ می باشد، که بوسیله عدد خاکستری $\otimes W_j^k = [\underline{W}_j^k, \bar{W}_j^k]$ نشان داده می شود. محاسبات حد بالا و پایین نیز به صورت رابطه (۳) محاسبه می شود.

$$\otimes W_j = \frac{1}{k} [\otimes w_j^1 + \otimes w_j^2 + \dots + \otimes w_j^k] \quad ; j = 1, \dots, n \quad \text{رابطه (۳)}$$

برای انجام ارزیابی گزینه ها، از رابطه (۴) استفاده می شود.

$$\otimes G_{ij} = \frac{1}{k} [\otimes G_{ij}^1 + \otimes G_{ij}^2 + \dots + \otimes G_{ij}^k] \quad \text{رابطه (۴)}$$

$\otimes G_{ij}^k$ مقدار ارزیابی k امین تصمیم گیرنده برای i مین گزینه نسبت به j مین معیار است و آنرا می توان به صورت اعداد خاکستری $\otimes G_{ij}^k = [a_{ij}^k, b_{ij}^k]$ نشان داد.

در این حالت ماتریس خاکستری ارزیابی گزینه ها (پروژه ها) را نسبت به معیارها تشکیل می دهیم که به صورت زیر خواهد بود:

$$D = \begin{bmatrix} \otimes G_{11} & \otimes G_{12} & \dots & \otimes G_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \otimes G_{m1} & \otimes G_{m2} & \dots & \otimes G_{mn} \end{bmatrix}$$

ماتریس تصمیم گیری را می توان به صورت $\otimes G_{ij}^*$ برای دو نوع معیار مثبت و منفی، به ترتیب از روابط (۵) و (۶) محاسبه و بی مقیاس نمود.

$$\otimes G_{ij}^* = \left[\frac{G_{ij}^k}{G_i^{\max}}, \frac{\bar{G}_{ij}^k}{\bar{G}_i^{\max}} \right] G_i^{\max} = \text{Max}_{1 \leq j \leq 4} \{ \underline{G}_{ij} \} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$\otimes G_{ij}^* = \left[\frac{G_i^{\max}}{G_{ij}^k}, \frac{G_i^{\max}}{\bar{G}_{ij}^k} \right] G_i^{\min} = \text{Min}_{1 \leq j \leq 4} \{ \underline{G}_{ij} \} \quad \text{رابطه (۶)}$$

ماتریس تصمیم گیری خاکستری بی مقیاس شده موزون $D^* = [\otimes V_{ij}]$ با در نظر داشتن $\otimes WQ_i = [\underline{WQ}_i, \bar{WQ}_i]$ و $\otimes G_{ij}^* = [\underline{G}_{ij}, \bar{G}_{ij}]$ برای تمام درایه ها از رابطه (۷) محاسبه می شود.

$$\otimes V_{ij} = \otimes WQ_i \times G_{ij}^* = \{ \min[(\underline{WQ}_i \times \underline{G}_{ij}), (\underline{WQ}_i \times \bar{G}_{ij}), (\bar{WQ}_i \times \underline{G}_{ij}), (\bar{WQ}_i \times \bar{G}_{ij})], \text{Max}(\underline{WQ}_i \times \underline{G}_{ij}), (\underline{WQ}_i \times \bar{G}_{ij}), (\bar{WQ}_i \times \underline{G}_{ij}), (\bar{WQ}_i \times \bar{G}_{ij}) \} \quad \text{رابطه (۷)}$$

ماتریس بی مقیاس شده وزنی خاکستری به صورت زیر می باشد:

$$D^* = \begin{bmatrix} \otimes V_{11} & \dots & \otimes V_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes V_{m1} & \dots & \otimes V_{mn} \end{bmatrix}$$

گزینه ایده آل نیز از رابطه (۸) تعیین می شود.

$$\begin{cases} S_{\max} = \{ \otimes V_1^{\max}, \otimes V_2^{\max}, \dots, \otimes V_i^{\max} \} \\ \otimes V_i^{\max} = [\max V_{ij}, \max \bar{V}_{ij}] \end{cases} \quad \text{رابطه (۸)}$$

درجه امکان خاکستری هر گزینه یا احتمال نزدیکی هر گزینه از گزینه ایده آل، به صورت رابطه (۹) محاسبه می شود و سپس مقادیر بدست آمده به صورت صعودی مرتب می شوند و رتبه بندی نهایی صورت می گیرد.

$$\begin{cases} P \{ P_j < P_{\max} \} = \frac{1}{m} \sum P (\otimes V_{ij} < V_i^{\max}) \\ P (\otimes V_{ij} < \otimes V_i^{\max}) = \frac{\max(0, L^* - \max(0, \bar{V}_{ij} - V_i^{\max}))}{L^*} \\ L^* = L (\otimes V_{ij}) + L \otimes V_i^{\max} \end{cases} \quad \text{رابطه (۹)}$$

ج) شش سیگما

بهترین و قویترین ابزار حل مسئله، متدلوژی شش سیگما است. برای حل مسئله پروژه کاهش مدت زمان عقد قراردادها، وارد شش سیگما می شود. شش سیگما از ۵ مرحله اصلی و نیز فرآیندهای مختلف و مرتبط با یکدیگر در هر مرحله تشکیل می شود. ۵ فاز اصلی شش سیگما، تعریف، اندازه گیری، تحلیل، بهبود و کنترل می باشد.

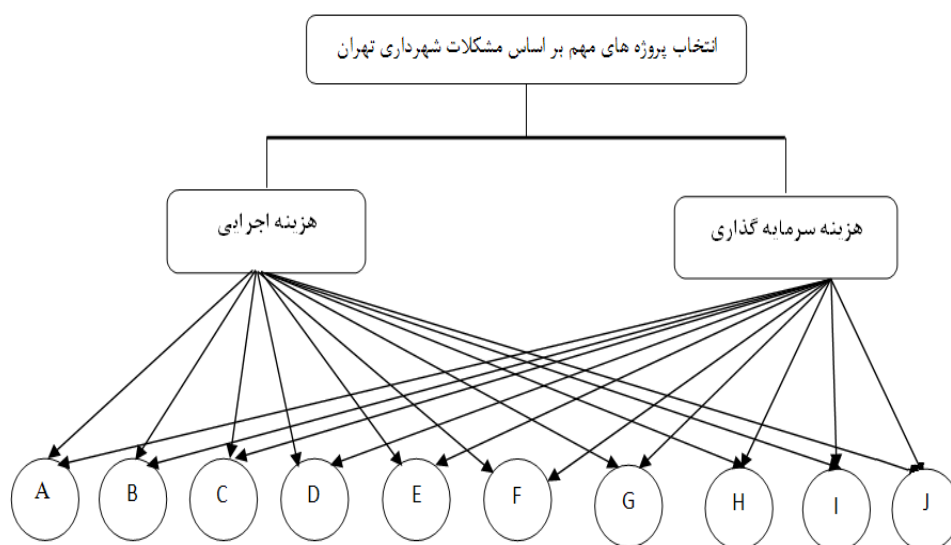
۳- نتایج و بحث

در این پژوهش، ده پروژه مهم در شهرداری تهران که نیاز به بهبود دارند، به همراه هزینه های اجرایی، سرمایه گذاری و هزینه کل مطابق جدول (۱) تعریف می شوند.

جدول شماره (۱): پروژه ها و هزینه های مربوطه

پروژه ها	هزینه سرمایه گذاری	هزینه اجرایی	هزینه کل
ضرورت واگذاری برخی از امور شهرداری به بخش خصوصی و پیمانکاران خارجی (A)	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۳۰۰۰۰
توسعه سرمایه گذاری در مدیریت شهری (B)	۵۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۷۰۰۰۰
مدیریت پسماند شهری (C)	۷۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰
آسفالت معابر و خیابان ها (D)	۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰
واگذاری ماشین آلات به شهرداری (E)	۲۵۰۰۰	۲۵۰۰۰	۴۰۰۰۰
درآمد پایدار (F)	۲۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
ضعف در عملیات حسابداری (G)	۴۰۰۰۰	۵۵۰۰۰	۹۰۰۰۰
وجود گروه مطالعات اقتصادی در زمینه توسعه و پژوهش شهری (I)	۵۵۰۰۰	۴۵۰۰۰	۸۰۰۰۰
رعایت استانداردهای پژوهشی (J)	۳۵۰۰۰	۳۵۰۰۰	۷۰۰۰۰
نظارت شوراهای و وزارت کشور بر امور مالی و اموال شهرداری (J)	۲۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۴۰۰۰۰

با استفاده از روش ANP، پروژه های تعیین شده اولویت بندی می گردد و یکی از مهمترین آنها که نیاز به بهبود دارد انتخاب می شود. به کارگیری این پروژه با مسائل و مشکلاتی همراه است که قسمتی از آنها شناخته شده و قسمتی ناشناخته است. با در نظر داشتن هزینه های سرمایه گذاری و هزینه اجرایی به عنوان دو معیار اصلی، شبکه تصمیم گیری پروژه ها به صورت شکل (۱) می باشد.



شکل شماره (۱): مدل و شبکه تصمیم گیری ANP

با انجام مقایسات زوجی گزینه ها (پروژه ها)، یک سوپرماتریس از ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها با در نظر گرفتن هزینه های اجرایی (C₁) و هزینه های سرمایه گذاری (C₂)، مطابق جدول (۲) تشکیل می شود.

جدول شماره (۲): سوپرماتریس مقایسات زوجی

	C _۲	C _۱	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
C _۲	۰	۰	۰/۵۰	۱/۶۶	۱/۴۰	۱	۱	۰/۵۰	۰/۷۲	۱/۲۲	۱	۰/۸۰
C _۱	۰	۰	۲	۰/۶۰	۰/۷۱	۱	۱	۲	۱/۳۸	۰/۸۲	۱	۱/۲۵
A	۰/۰۲	۰/۰۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
B	۰/۱۱	۰/۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C	۰/۱۵	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
D	۰/۳۱	۰/۰۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
E	۰/۰۵	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F	۰/۰۴	۰/۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
G	۰/۰۸	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
H	۰/۱۱	۰/۰۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
I	۰/۰۷	۰/۰۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
J	۰/۰۴	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

تا زمانی که درایه های هر سطر با هم برابر شوند، مقادیر سوپرماتریس به توان می رسد تا مقدار وزن گزینه ها بدست آید. مقدار وزن نهایی گزینه ها مطابق جدول (۳) می باشد.

جدول شماره (۳): وزن گزینه ها

گزینه	وزن	گزینه	وزن
A	۰/۸۴	F	۰/۳۶
B	۰/۳۷	G	۰/۵۲
C	۰/۲۱	H	۰/۴۷
D	۰/۶۳	I	۰/۴۷
E	۰/۵۰	J	۰/۴۸

با توجه به مقادیر وزن گزینه ها، گزینه A که مربوط به پروژه ضرورت واگذاری برخی از امور شهرداری به بخش خصوصی و پیمانکاران خارجی است، دارای بیشترین مقدار و بالاترین رتبه می باشد.

بدست آمده وارد سیستم های خاکستری می شود. برای انجام این پروژه برخی مسائل و مشکلات بوجود می آید که قسمتی از اطلاعات آنها شناخته شده و برخی ناشناخته است. برای این کار از تحلیل سیستم های خاکستری استفاده می شود. این مشکلات در قالب چهار پروژه کاهش زمان پرداخت پول به پیمانکاران، جلوگیری از مراجعه حضوری پیمانکاران به شهرداری، تکریم پیمانکاران و کاهش مدت زمان عقد قراردادها شناسایی می شوند.

برای تعیین میزان اهمیت معیارها، از نظرات ۱۰ نفر تصمیم گیرنده و با بهره گیری از طیف لیکرت استفاده شده است، که مطابق جدول (۴) می باشد و وزن معیارها نیز مطابق جدول (۵) است.

جدول شماره (۴): مقیاس برای تعیین وزن معیارها

مقیاس	خیلی زیاد	زیاد	تقریباً زیاد	متوسط	تقریباً کم	کم	خیلی کم
	VH	H	MH	M	ML	L	VL
⊗W	[۰/۹, ۱]	[۰/۷, ۰/۹]	[۰/۶, ۰/۷]	[۰/۴, ۰/۶]	[۰/۳, ۰/۴]	[۰/۱, ۰/۳]	[۰, ۰/۱]

جدول شماره (۵): وزن معیارها

Q _۲	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴	D _۵	D _۶	D _۷	D _۸	D _۹	D _{۱۰}
Q _۱ صرفه جویی مالی	VH	H	H	MH	M	M	M	H	H	MH

افزایش درآمد زایی Q _۲	M	H	MH	VH	M	M	H	H	MH	M
استفاده از حداکثر منابع موجود Q _۳	H	H	MH	M	VH	H	VH	MH	M	M
طرح پیشرفت جامع شهری Q _۴	L	ML	M	MH	H	MH	M	VL	H	VL
تعهد زایی Q _۵	VL	ML	L	VL	MH	M	M	H	M	VL
جلوگیری از هدر رفتن زمان Q _۶	VH	H	VH	MH	H	M	H	VH	H	VH

وزن معیارها از نظر تصمیم گیرندگان با توجه به رابطه (۳)، به صورت جدول (۶) می باشد.
جدول شماره (۶): وزن معیارها از نظر تصمیم گیرندگان

Q _i	⊗W _{Q_i}
⊗W _۱	[۰/۶۴, ۰/۸۱]
⊗W _۲	[۰/۵۸, ۰/۷۵]
⊗W _۳	[۰/۶۳, ۰/۷۹]
⊗W _۴	[۰/۳۸, ۰/۵۳]
⊗W _۵	[۰/۲۹, ۰/۴۴]
⊗W _۶	[۰/۷۴, ۰/۸۹]

برای ارزیابی گزینه ها (پروژه ها) از نظر هر یک از معیارها از اعداد خاکستری در مقیاس ۱ تا ۱۰ استفاده می شود، که به صورت جدول (۷) تعیین می شود.

جدول شماره (۷): مقیاس ارزیابی گزینه ها

مقیاس	خیلی خوب	خوب	تقریباً خوب	متوسط	تقریباً ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
	VG	G	MG	M	MP	P	VP
⊗G	[۹, ۱۰]	[۷, ۹]	[۶, ۷]	[۴, ۶]	[۳, ۴]	[۱, ۳]	[۱, ۲]

جدول (۸) تا (۱۱) مقادیر ارزیابی گزینه ها را ارائه می دهد.

جدول شماره (۸): ارزیابی پروژه پرداخت پول به پیمانکار نسبت به معیارها

Q _j	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴	D _۵	D _۶	D _۷	D _۸	D _۹	D _{۱۰}
صرفه جویی مالی Q _۱	P	MP	F	F	MG	MG	G	P	MP	F
افزایش درآمد زایی Q _۲	VP	P	MP	MP	P	P	P	MP	F	F
استفاده از حداکثر منابع موجود Q _۳	MG	G	F	MP	F	MG	G	MP	F	F
طرح پیشرفت جامع شهری Q _۴	VP	P	MP	MP	P	VP	P	F	VP	MP
تعهد زایی Q _۵	MG	F	MP	P	MP	F	MG	G	P	VP
جلوگیری از هدر رفتن زمان Q _۶	VG	G	MG	VG	G	MG	M	G	VG	G

جدول شماره (۹): ارزیابی پروژه جلوگیری از مراجعه حضوری پیمانکاران نسبت به معیارها

Q _j	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴	D _۵	D _۶	D _۷	D _۸	D _۹	D _{۱۰}
صرفه جویی مالی Q _۱	MG	G	F	MP	MP	F	G	MG	G	MG
افزایش درآمد زایی Q _۲	VP	P	MP	MP	P	F	VP	P	MP	P
استفاده از حداکثر منابع موجود Q _۳	MG	G	MP	P	F	MP	G	MG	F	F
طرح پیشرفت جامع شهری Q _۴	VP	VP	P	VP	MP	P	P	VP	MP	F
تعهد زایی Q _۵	VP	P	MP	MP	P	VP	F	P	F	VP
جلوگیری از هدر رفتن زمان Q _۶	P	MG	G	F	P	F	MP	P	MG	G

جدول شماره (۱۰): ارزیابی پروژه تکریم پیمانکاران و ارباب رجوع نسبت به معیار ها

Q_j	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}
صرفه جویی مالی Q_1	MG	G	F	VP	P	MP	P	F	F	P
افزایش درآمد زایی Q_2	VP	MG	P	F	MP	P	MG	G	F	F
استفاده از حداکثر منابع موجود Q_3	MG	G	F	F	MP	P	MP	F	F	P
طرح پیشرفت جامع شهری Q_4	VP	P	MP	F	MG	G	MG	F	MP	P
تعهد زایی Q_5	MP	P	F	MG	G	F	P	VP	MP	G
جلوگیری از هدر رفتن زمان Q_6	VP	P	MP	MP	F	MG	G	MP	F	P

جدول شماره (۱۱): ارزیابی پروژه کاهش مدت زمان عقد قراردادها نسبت به معیار ها

Q_j	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}
صرفه جویی مالی Q_1	VG	G	MG	F	G	VG	G	VG	MP	P
افزایش درآمد زایی Q_2	VG	G	MG	G	G	MG	G	F	G	MG
استفاده از حداکثر منابع موجود Q_3	VG	G	MG	G	G	VG	G	F	F	G
طرح پیشرفت جامع شهری Q_4	F	F	MP	G	VG	G	MG	VG	G	MG
تعهد زایی Q_5	VG	G	MG	MG	G	VG	MP	F	F	G
جلوگیری از هدر رفتن زمان Q_6	VG	MP	P	F	MG	G	VG	F	VG	G

با توجه به رابطه (۴)، مقدار ارزیابی هر گزینه تعیین می شود و در نهایت ماتریس تصمیم گیری خاکستری زیر تشکیل می شود:

$$D = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 \\ \begin{matrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \end{matrix} & \left(\begin{matrix} [3/90, 5/50] & [5/30, 6/80] & [3/10, 4/80] & [6/30, 7/70] \\ [2/10, 3/70] & [3/50, 5] & [3/30, 4/90] & [6/60, 8/20] \\ [4/80, 6/40] & [4/50, 6/10] & [4, 5/80] & [6/70, 8/40] \\ [1/60, 3] & [4/90, 6/30] & [3/80, 4/80] & [6/20, 7/90] \\ [3/50, 5] & [4/40, 5/90] & [3/40, 5/20] & [5/90, 7/70] \\ [7/30, 8/70] & [4, 5/70] & [3/20, 4/70] & [5/90, 7/40] \end{matrix} \right) \end{matrix}$$

با توجه به مثبت بودن معیارها، با استفاده از رابطه (۵) ماتریس تصمیم گیری بی مقیاس به صورت زیر خواهد بود:

$$D^* = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 \\ \begin{matrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \end{matrix} & \left(\begin{matrix} [-0.51, 0.71] & [-0.69, 0.88] & [-0.40, 0.62] & [-0.82, 1] \\ [-0.26, 0.45] & [-0.43, 0.61] & [-0.40, 0.60] & [-0.80, 1] \\ [-0.57, 0.76] & [-0.54, 0.73] & [-0.48, 0.69] & [-0.80, 1] \\ [-0.20, 0.38] & [-0.62, 0.80] & [-0.48, 0.61] & [-0.78, 1] \\ [-0.45, 0.65] & [-0.57, 0.77] & [-0.44, 0.67] & [-0.77, 1] \\ [-0.84, 1] & [-0.46, 0.66] & [-0.37, 0.54] & [-0.68, 0.85] \end{matrix} \right) \end{matrix}$$

با توجه به رابطه (۷)، ماتریس تصمیم گیری خاکستری نرمالایز شده موزون به صورت زیر می باشد:

$$D^* = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{matrix} & \begin{bmatrix} [-.32, -.58] \\ [-.15, -.34] \\ [-.36, -.60] \\ [-.11, -.20] \\ [-.13, -.29] \\ [-.62, -.89] \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} [-.44, -.72] \\ [-.25, -.46] \\ [-.34, -.57] \\ [-.30, -.42] \\ [-.17, -.34] \\ [-.34, -.58] \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} [-.26, -.50] \\ [-.23, -.45] \\ [-.30, -.55] \\ [-.18, -.32] \\ [-.13, -.30] \\ [-.27, -.48] \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} [-.52, -.81] \\ [-.47, -.75] \\ [-.50, -.79] \\ [-.30, -.53] \\ [-.22, -.44] \\ [-.50, -.76] \end{bmatrix} \end{matrix}$$

جهت تعیین گزینه ها ایده آل از رابطه (۸) استفاده می شود و نتایج به صورت زیر می باشد:

$$V_1^{max} = [-.52, -.81] \quad , \quad V_2^{max} = [-.47, -.75] \quad , \quad V_3^{max} = [-.50, -.79]$$

$$V_4^{max} = [-.30, -.53] \quad , \quad V_5^{max} = [-.22, -.44] \quad , \quad V_6^{max} = [-.50, -.76]$$

درجه امکان خاکستری هر گزینه با توجه به رابطه (۹) محاسبه می شود که در نهایت به صورت جدول (۱۲) می باشد.

جدول شماره (۱۲): درجه امکان خاکستری گزینه ها

گزینه	درجه امکان خاکستری						میانگین
P ₁	۱	۱	۰/۸۱	۱	۰/۸۳	۰/۵۰	۰/۸۶
P ₂	۰/۶۶	۱	۰/۸۶	۰/۶۶	۰/۷۰	۱	۰/۸۱
P ₃	۱	۱	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۷۱	۱	۰/۹۳
P ₄	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۷۴	۰/۵۴

همانطور که مشاهده می شود، پروژه کاهش زمان عقد قرارداد (P_۴) دارای بالاترین رتبه می باشد و رتبه بندی نهایی به صورت خواهد بود:

$$P_4 > P_2 > P_1 > P_3$$

با توجه به اینکه بهترین و قویترین ابزار حل مسئله، متدلوژی شش سیگما است؛ برای حل مسئله پروژه کاهش مدت زمان عقد قراردادها، وارد شش سیگما می شود. شش سیگما دارای ۵ فاز و مرحله است که به ترتیب بررسی می شوند.

الف) فاز تعریف

در این مرحله اقدامات زیر صورت می گیرد:

- تعیین فرم عنوان پروژه و پرکردن فرم توسط کارشناسان خبره
- انتخاب عنوان پروژه (که قبلا از روش ANP خاکستری عنوان پروژه را انتخاب شده است)
- تکمیل فرم منشور پروژه
- محاسبه سود حاصل از پروژه و تأیید مالی
- تهیه فلوچارت و نقشه فرایند
- تهیه SIPOC
- تهیه CTQ TREE و شنیدن صدای مشتری
- تهیه جدول CTQ

ب) فاز اندازه گیری

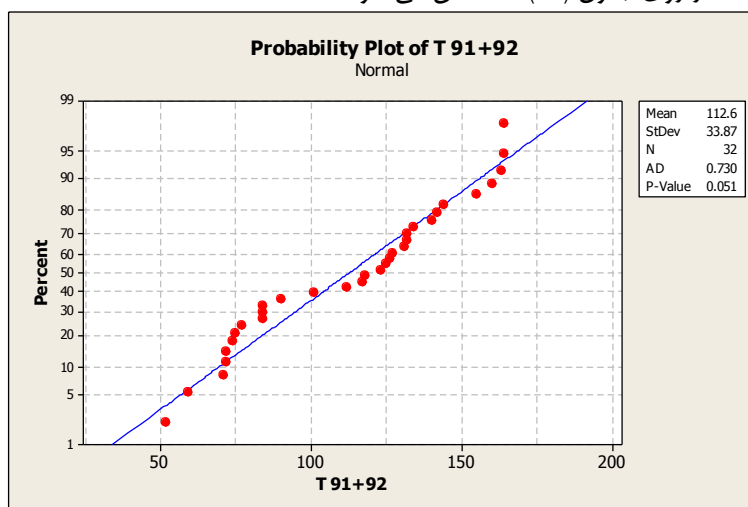
در این فاز ابتدا داده ها از آمار مناقصات سال ۹۱ و ۹۲ و ۹۳ جمع آوری می شود، که به عنوان نمونه به صورت جدول (۱۳) می باشد.

جدول شماره (۱۳): نمونه ای از داده های جمع آوری شده

مجموع	سال	ثبت	امضای	تکمیل	برگزاری	چاپ	درخواست	دستور	دستور	نام قرارداد
۹۲+۹۱	پایان	۱	قرارداد	مدارک	مناقصه	آگهی	آگهی	معاون	شهردار	
۱۶۴	۹۱	۱	۸	۷۴	۱۶	۷	۱۵	۱	۴۵	تعمیر و نگهداری ترافیک

خرید مخزن	۲۱	۰	۲	۷	۲۰	۶۸	۵	۰	۹۱	۱۳۲
خرید تجهیزات	۲۰	۵	۱۶	۷	۹	۴۱	۱۵	۰	۹۱	۱۱۷
تهیه موانع و نرده	۲۴	۱	۱۶	۷	۱۹	۱۱	۲	۰	۹۱	۸۴
تهیه پل هوایی	۲۳	۱	۱۹	۷	۱۹	۱۱	۳	۰	۹۱	۸۴
رنگ آمیزی میلمان	۱۱	۰	۱۶	۱۲	۲۶	۲۸	۶۲	۱	۹۱	۱۳۱
حفر چاه جذبی	۱	۱	۰	۶	۲۶	۵۶	۱۰	۰	۹۱	۱۰۱
پاکسازی نما	۱۱	۱	۱۶	۱۲	۲۶	۵۳	۱۳	۰	۹۱	۱۳۴
خرید تابلو	۲۲	۱	۲	۲۵	۲۰	۸۳	۱۱	۰	۹۱	۱۶۴
تهیه مصالح خط کشی	۲۲	۱	۰	۱۴	۱۹	۶	۵۷	۰	۹۱	۱۳۲
تخریب و احداث	۴	۰	۰	۱۳	۲۴	۷	۲۳	۰	۹۱	۷۲
نگهداری فضای سبز	۴	۰	۵	۷	۶	۰	۲۹	۰	۹۱	۵۲
خرید درپچه	۴	۱	۱	۷	۱۸	۶۲	۲۷	۲	۹۱	۱۲۳
لاپروبی	۱	۰	۰	۷	۱۸	۶۲	۲۷	۲	۹۱	۱۱۸
تامین درخت	۱	۱	۰	۱۳	۲۳	۸۳	۲	۰	۹۱	۱۲۶
مبارزه با جانوران موذی	۱۷	۰	۰	۰	۱۴	۸۰	۳	۰	۹۱	۱۱۲
نگهداری فضای سبز	۲	۰	۰	۱۹	۱۰	۴۸	۱۳	۰	۹۲	۹۰
خرید گل و گیاه	۱۱	۰	۳۵	۱۴	۶۱	۲۸	۷	۰	۹۲	۱۵۵
رنگ آمیزی نیمکت ها	۱۱	۳	۳۹	۱۰	۲۰	۲۸	۴۵	۰	۹۲	۱۶۳
شستشوی نما	۱	۰	۵۰	۱۱	۱۰	۲۸	۳۴	۰	۹۲	۱۶۰
مشاوره	۸	۰	۰	۱۵	۱۶	۱۱	۵۱	۰	۹۲	۱۲۷
نصب داریست	۵	۱	۰	۲۱	۹	۱۰۰	۸	۰	۹۲	۱۴۴

از آنجایی که نمونه ها به صورت تکی هستند، از هیستوگرام استفاده می شود. بدین منظور داده ها نباید کمتر از ۳۰ عدد باشند. پارامترها کمی و پیوسته هستند و از I-MR استفاده می شود. داده های جمع آوری شده، به سطح سیگمای فعلی فرایند تبدیل می شوند. در متدلوژی شش سیگما از اصطلاح سطح سیگما برای تعیین وضعیت فرایند با زبان مشترک استفاده می شود. سطح سیگمای بالاتر یعنی کیفیت بهتر است و در نتیجه نقص کمتر می شود و بالعکس. در این پروژه محاسبه سطح سیگما از طریق منحنی نرمال شکل محاسبه می شود. در این فاز بعد از جمع آوری داده ها، تست نرمال انجام می شود و نتایج آن مطابق شکل (۲) است. سپس هیستوگرام و نمودار I-MR آن مطابق شکل های (۳) و (۴) رسم می شود. پس از آن مقدار (ppm)^{۱۰} بدست می آید و سطح سیگما از روی جدول (۱۴)، مشخص می شود.

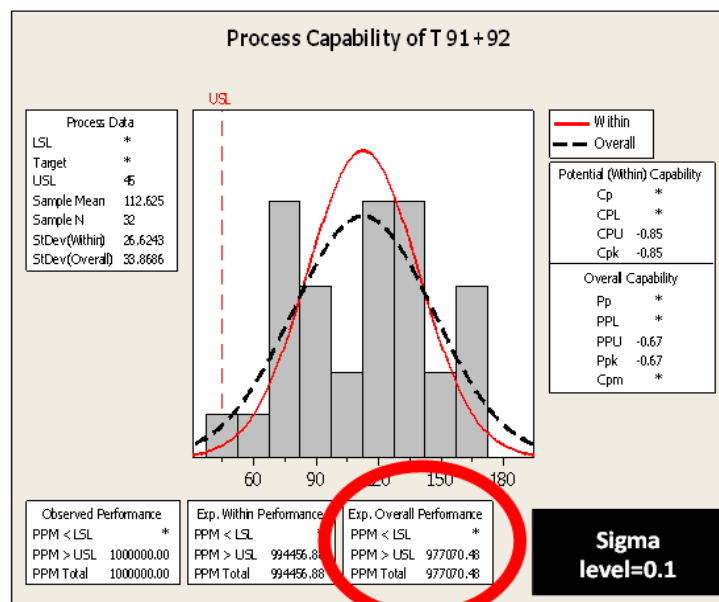


شکل شماره (۲): نمودار تست نرمال

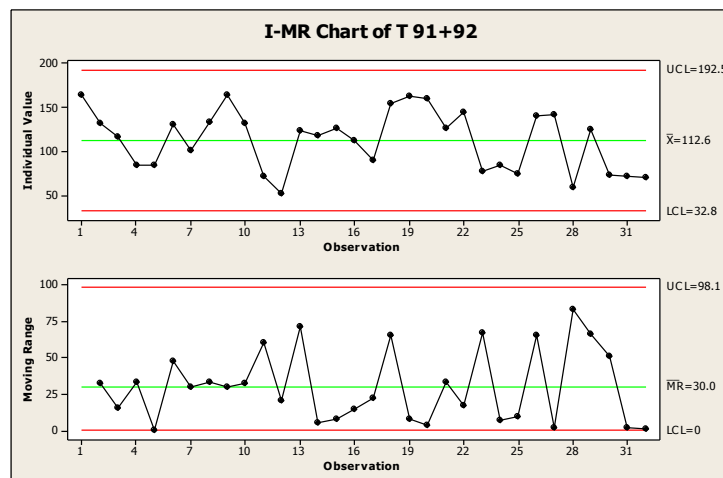
¹⁰ part per million

جدول شماره (۱۴): مقدار سطح سیگما

سیگما	تعداد نقص در میلیون فرصت خرابی	بازدهی (%)	سیگما	تعداد نقص در میلیون فرصت خرابی	بازدهی (%)	سیگما	تعداد نقص در میلیون فرصت خرابی	بازدهی (%)
۶	۳/۴	۹۹/۹۹۹۶۶	۴	۶۲۰۰	۹۹/۳۸	۲	۳۱۰۰۰۰	۶۹/۰
۵/۹	۵/۴	۹۹/۹۹۹۴۶	۳/۹	۸۲۰۰	۹۹/۱۸	۱/۹	۳۴۰۰۰۰	۶۶/۰
۵/۸	۸/۵	۹۹/۹۹۹۱۵	۳/۸	۱۱۰۰۰	۹۸/۹	۱/۸	۳۸۰۰۰۰	۶۲/۰
۵/۷	۱۳	۹۹/۹۹۸۶۶	۳/۷	۱۴۰۰۰	۹۸/۶	۱/۷	۴۲۰۰۰۰	۵۸/۰
۵/۶	۲۱	۹۹/۹۹۷۹	۳/۶	۱۸۰۰۰	۹۸/۲	۱/۶	۴۶۰۰۰۰	۵۴/۰
۵/۵	۳۲	۹۹/۹۹۶۸	۳/۵	۲۳۰۰۰	۹۷/۷	۱/۵	۵۰۰۰۰۰	۵۰/۰
۵/۴	۴۸	۹۹/۹۹۵۲	۳/۴	۲۹۰۰۰	۹۷/۱	۱/۴	۵۴۰۰۰۰	۴۶/۰
۵/۳	۷۲	۹۹/۹۹۳۸	۳/۳	۳۶۰۰۰	۹۶/۴	۱/۳	۵۸۰۰۰۰	۴۲/۰
۵/۲	۱۰۸	۹۹/۹۸۹۲	۳/۲	۴۵۰۰۰	۹۵/۵	۱/۲	۶۲۰۰۰۰	۳۸/۰
۵/۱	۱۵۹	۹۹/۹۸۴	۳/۱	۵۵۰۰۰	۹۴/۵	۱/۱	۶۶۰۰۰۰	۳۴/۰
۵	۲۳۳	۹۹/۹۷۷	۳	۶۷۰۰۰	۹۳/۳	۱	۶۹۰۰۰۰	۳۱/۰
۴/۹	۳۳۷	۹۹/۹۶۶	۲/۹	۸۱۰۰۰	۹۱/۹	۰/۹	۷۳۰۰۰۰	۲۷/۰
۴/۸	۴۸۳	۹۹/۹۵۲	۲/۸	۹۷۰۰۰	۹۰/۳	۰/۸	۷۶۰۰۰۰	۲۴/۰
۴/۷	۶۸۷	۹۹/۹۳۱	۲/۷	۱۲۰۰۰۰	۸۸/۰	۰/۷	۷۹۰۰۰۰	۲۱/۰
۴/۶	۹۶۸	۹۹/۹۰	۲/۶	۱۴۰۰۰۰	۸۶/۰	۰/۶	۸۲۰۰۰۰	۱۸/۰
۴/۵	۱۳۰۰	۹۹/۸۷	۲/۵	۱۶۰۰۰۰	۸۴/۰	۰/۵	۸۴۰۰۰۰	۱۶/۰
۴/۴	۱۹۰۰	۹۹/۸۱	۲/۴	۱۸۰۰۰۰	۸۲/۰	۰/۴	۸۶۰۰۰۰	۱۴/۰
۳/۴	۲۶۰۰	۹۹/۷۴	۲/۳	۲۱۰۰۰۰	۷۹/۰	۰/۳	۸۸۰۰۰۰	۱۲/۰
۴/۲	۳۵۰۰	۹۹/۶۵	۲/۲	۲۴۰۰۰۰	۷۶/۰	۰/۲	۹۰۰۰۰۰	۱۰/۰
۴/۱	۴۷۰۰	۹۹/۵۳	۲/۱	۲۷۰۰۰۰	۷۳/۰	۰/۱	۹۲۰۰۰۰	۸/۰



شکل شماره (۳): نمودار Capability Analyze

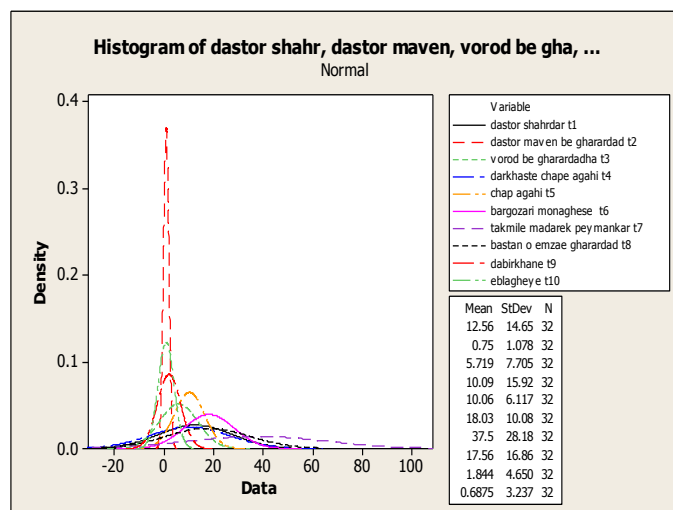


شکل شماره (۴): نمودار I-MR

ج) فاز تحلیل

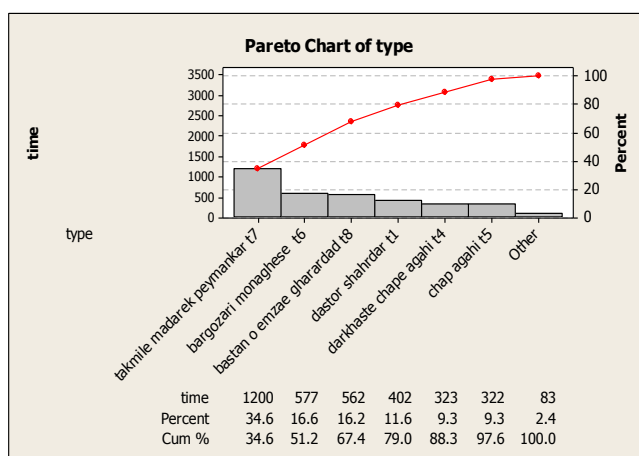
اقداماتی که در این فاز انجام می شود بدین ترتیب است:

- ابتدا در مورد هر یک از t ها، طوفان فکری انجام می شود.
 - تعیین t هایی از T کل جهت تغییر، که به هدف مورد نظر سوق می دهند.
- در این فاز داده ها به چند روش مناسب با یکدیگر مقایسه می شوند. در شکل های (۵) و (۶) و (۷) در تمامی مقایسات مشاهده می شود که عامل طولانی شدن مدت زمان عقد قراردادها t_v است که در پارتو چارت^{۱۱} شکل (۶) نیز به خوبی دیده می شود و مشاهده می شود که آوردن ضمانت نامه و اساسنامه توسط پیمانکاران بیشترین زمان را به خود اختصاص می دهد. در شکل (۷) نیز برای نمودار (counter plot) مشخص است که در محدوده ۶۰ روزه برای تکمیل مدارک، تکمیل مدارک t_v باید در کمتر از ۲۰ روز صورت گیرد.

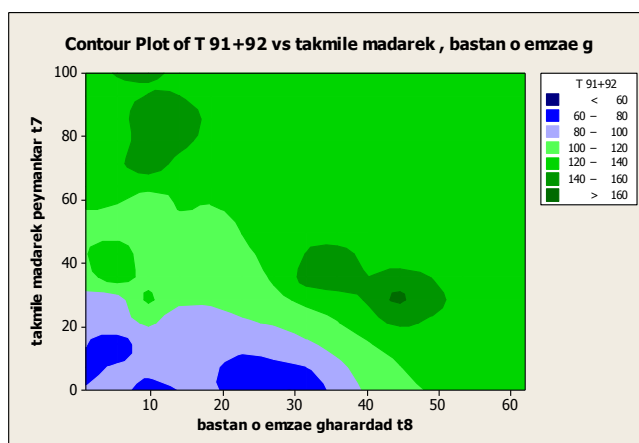


شکل شماره (۵): نمودار هیستوگرام

¹¹ Pareto Chart



شکل شماره (۶): نمودار پارتو چارت



شکل شماره (۷): نمودار Counter Plot

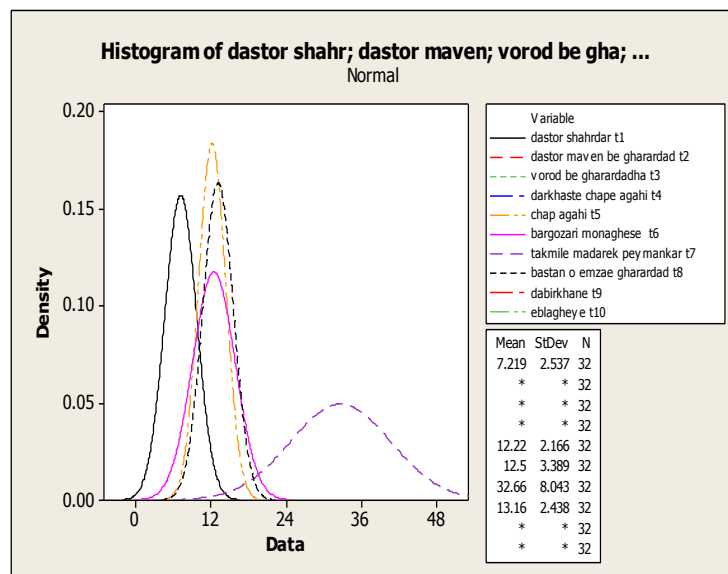
(د) فاز بهبود

داده ها وارد فاز بهبود می شوند. بنابراین برای رفع این مشکل از ماتریس تضادهای TRIZ استفاده می شود. محل تقاطع سطر و ستون ائتلاف اطلاعات و ائتلاف زمان اصول ۴ و ۲۴ و ۲۶ و ۲۸ است که نتایج زیر حاصل می شود:

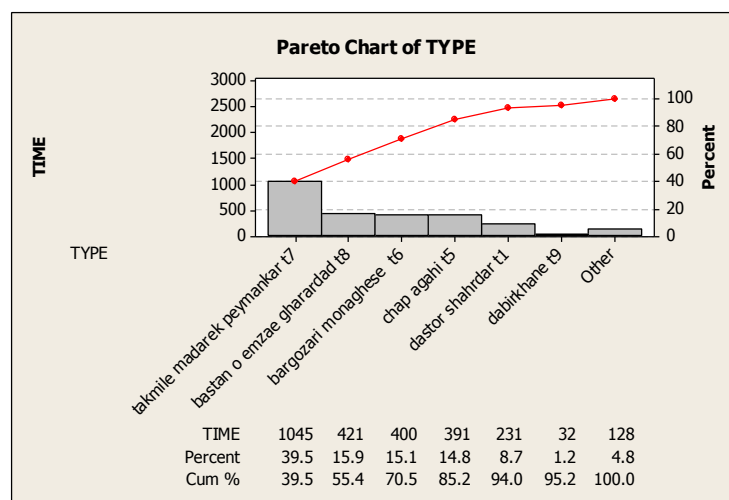
- اصل ۴ (اقدام مقدماتی): تهیه چک لیست و تکمیل مدارک توسط پیمانکار.
- اصل ۲۴ (واسطه تراشی): از یک واسطه برای انجام شدن کار استفاده شود. حوزه های مجری ابتدا مدارک را از پیمانکار دریافت نمایند و مدارک را تکمیل شده به واحد قراردادها جهت عقد قرارداد تحویل دهند.
- اصل ۲۶ (کپی کردن): برای بهبود می توان از مدارک کپی برابر اصل پیمانکاران استفاده شود. به جای اینکه اصل مدارک مانند اساسنامه شرکت و ضمانتنامه آورده شود، می توان از کپی آن استفاده کرد.
- اصل ۲۸ (تعویض سیستم مکانیکی): از این اصل در فاز بهبود می توان استفاده زیادی برد. به عنوان مثال، استفاده از اینترنت و فکس می تواند به جای مراجعه حضوری پیمانکار استفاده کرد یا اینکه سیستم را عوض کرد.

(ه) فاز کنترل

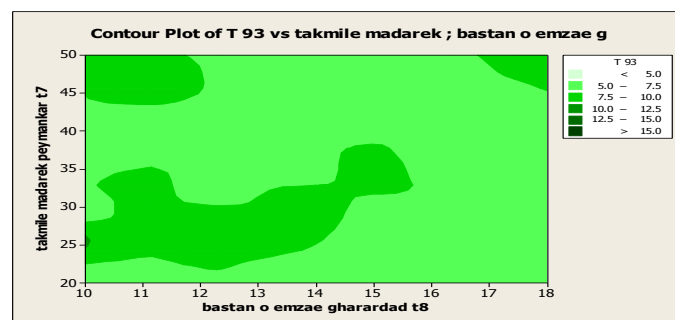
با اصلاح داده ها، نتیجه بررسی نمودارهای بدست آمده برای پروژه داده های سال ۹۳ در شکل های (۸) و (۹) و (۱۰) ارائه می شود.



شکل شماره (۸). نمودار هیستوگرام برای داده های اصلاح شده



شکل شماره (۹): نمودار I-MR برای داده های اصلاح شده



شکل شماره (۱۰): نمودار (Counter Plot) برای داده های اصلاح شده

با بررسی صورت گرفته در نتایج بدست آمده، مشاهده می شود که برای داده های سال ۹۳ سطح سیگما به یک رسیده است؛ یعنی مقدار سیگما از سطح کمتر از ۰/۱ به سطح یک رسیده است و این بهبود بسیار چشمگیر است و نیز مشکل طولانی شدن مدت زمان عقد قراردادها بهبود یافته است و سطح سیگمای آن افزایش یافته است.

پس از پیاده سازی مدل شش سیگما در پروژه واگذاری کار به پیمانکاران نتایج بسیار مهم و با ارزشی بدست آمد و تعدادی از این نتایج را به شرح زیر می باشد:

- کاهش زمان عقد قراردادها
 - انجام بعضی کارها بصورت سیستماتیک و الکترونیکی
 - کاهش دوباره کاری ها در قراردادها
 - افزایش درآمدهای مالی مورد نظر در پایان پروژه که یکی از اهداف اصلی پروژه بوده است.
- برای تحقیقات آتی موضوعاتی که می تواند مورد بررسی قرار بگیرد، به شرح زیر است:
- اولویت بندی پروژه های شش سیگما با استفاده از TRIZ و ترکیب آن با مهندسی ارزش
 - در تحقیقات آتی می توان فاکتور کاهش مدت زمان پرداخت پول به پیمانکاران را نیز علاوه بر فاکتور کاهش مدت زمان عقد قرارداد، در نظر گرفت.
 - بهبود پروژه های ساخت و ساز شهرداری تهران با استفاده از ترکیب TRIZ و شش سیگما
 - در این تحقیق مشکلات ناشی از مراجعه حضوری پیمانکاران نادیده گرفته شده است که در تحقیقات آتی می توان آن را لحاظ کرد.

۴- منابع

1. Aghadadi, A. & Karbassian, M. (2006). *Six Sigma and Quality Costs*. Isfahan, arkan danesh press. (in persian)
2. Amiran, H. (2002). *Understanding the principles, concepts and methods of implementation of Six Sigma*. Tehran, Quality assurance consultant company press. (in persian)
3. Averboukh, E. (2003). *I-TRIZ for Six Sigma Business Process Management*. The Online TRIZ journal, From <http://www.triz-journal.com/archives/2003/12/i/09.pdf>.
4. Buyukozkan, G. & Ozturkcan, D. (2010). *An integrated analytic approach for Six Sigma project selection*. Expert Systems with Applications, 37(8): 5835-5847.
5. Dabbaghi A. & Malek A. M. (2010). Evaluation and selection of facility layout using the theory of gray systems and its application in a refrigeration plant manufacturing plant, *Eighth International Management Conference*. (in persian)
6. Deng, J. L. (1982). *Control problems of grey systems*. Systems & Control Letters, 1(5): 288-294.
7. Gadd, K. & Creativity, O. (2002). *Altshuller Father of Innovation-the Contradiction of TRIZ*. The TRIZ journal, From <https://triz-journal.com/altshuller-father-innovation-contradiction-triz>.
8. Karimi, M. (2010). 40 principles, master keys TRIZ for innovation. Tehran, Rasa press. (in persian)
9. Kermani, A. H. (2003). *Empowering Six Sigma methodology via the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)*. TRIZ Journal, 12: 76-82.
10. Kwak, Y.H. & Anbari, F.T. (2006). *Benefits, obstacles, and future of six sigma approach*. Technovation, 26(5): 708-715.
11. Malek A. M. & Dabbaghi A. (2013). *Foundations of theory of gray systems and overview of uncertainty methods*. termeh press. (in persian)
12. Mohammadi Lord, A. (2009). *Network Analysis (ANP) and Hierarchical Process (AHP) with the introduction of super decision software*. Tehran, Alborz Fardash press. (in persian)
13. Saaty, T.L. (1999). *Fundamentals of the analytic network process*. The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Kobe, Japan.

14. Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C. & Choo, A. S. (2008). *Six Sigma: Definition and underlying theory*. Journal of operations Management, 26(4): 536-554.
15. Su, C. T., Chiang, T. L. and Chiao, K. (2005). *Optimizing the IC delamination quality via six-sigma approach*. IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing, 28(3): 241-248.
16. Xie, J. & Li, F. (2009). *Study on innovative method based on integrated of TRIZ and DMAIC*. In 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 1: 351-354.