



## ارائه روش نوین محاسبه‌ی میزان پیشرفت پروژه‌ها بر اساس تصمیم‌گیری چند معیاره

هیرش گل‌پیرا

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج (نویسنده مسئول) H\_golpira@iausdj.ac.ir

واحد مرادی

باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱ \* تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

### چکیده

این مقاله روش نوینی را برای محاسبه‌ی میزان پیشرفت دقیق پروژه‌ها جهت کنترل دقیق‌تر و منعطف‌تر به گونه‌ای ارائه می‌نماید که علاوه بر مورد پذیرش قرار گرفتن آن توسط همگی ارکان پروژه، یکپارچگی پروژه و برنامه‌ریزی یکدست آن را امکان‌پذیر می‌نماید و از این لحاظ از مدل‌های ارائه‌شده‌ی فعلی مناسب‌تر می‌باشد. در این راه، فعالیت‌های پروژه با استفاده از روش‌های ای‌اچ‌پی گروهی و تاپسیس که از زیرمجموعه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به شمار می‌روند ارزش‌گذاری شده و پس از نرمال کردن، از آنها درجهت دست‌یابی به درصد پیشرفت واقعی‌تر و صحیح‌تر استفاده می‌شود. درنهایت برای اثبات صحت و بهبودی که به نسبت روش‌های دیگر ایجاد شده است، مدل در یک پروژه‌ی عملی به صورت موردی، پیاده‌سازی شده است. نتایج حاصله نه تنها با استفاده از نمودار اِس، به صورت گرافیکی، بلکه با استفاده از روش تحلیل واریانس، به صورت آماری نیز به اثبات رسیده است.

### واژه‌های کلیدی :

موفقیت پروژه، تصمیم‌گیری چند معیاره، نمودار پیشرفت پروژه.

## ۱- مقدمه

مهمترین مسؤلیت و هدف هر مدیر پروژه، اجرای بموقع، برطبق بودجه و عملکرد برنامه‌ریزی شده است. (Simpson, 1987) در بین سه معیار اثرگذار در موفقیت پروژه‌ها که عبارتند از هزینه، زمانبندی دقیق و کیفیت، دو معیار اول کمی و معیار سوم کیفی می‌باشد (Barber and Miley, 2002; Levine, and Harvey 2002; Shenhar et al., 1997). به عبارت دیگر موفقیت پروژه‌ها به زمان‌بندی صحیح اهداف، دستیابی به برنامه‌های مالی و کنترل درست برای رسیدن به کیفیت مناسب بستگی دارد. اما دلیل اینکه پروژه‌ها به صرف نزدیک به زمان‌بندی و بودجه‌بندی بودنشان، موفق ارزیابی می‌شوند سادگی این دیدگاه است و نه الزاماً دقیق بودن آن (Barber and Miley, 2002; Pinto and Slevin, 1988; Shenhar et al., 1997). این دیدگاه و این نوع از اندازه‌گیری موفقیت پروژه، بسیار سطحی و در عین حال گمراه‌کننده است (Shenhar et al., 1997). در میان سه معیار پیش‌گفته، معیارهای هزینه و زمانبندی خیلی به هم نزدیک بوده و با هم ارتباطات زیادی دارند (Rasdorf and Abudayyeh, 1991). بنابراین منفک کردن آنها، نه تنها مسبب نارسایی‌هایی در هرکدام از آنهاست، بلکه بروز محاسبات تکراری، روی داده‌های یکسان را نیز در پی خواهد داشت (Jung and Gibson, 1999). از این رو مدلهایی برای تأثیر دادن توأم این دو معیار پیشنهاد شده‌اند که معروف‌ترین آنها عبارتند از: مدل درصد پیشرفت وزنی (Clark and Lorenzoni, 1978)، مدل منحنی استیونس (Stevens, 1986)، مدل تیچولز (Teicholz, 1987)، تحقیقات راسدورف و آبودایه (Rasdorf and Abudayyeh, 1991)، مدل ارزش کسب شده<sup>۱</sup> (Eldin, 1989) و ....

علاوه بر این عوامل، محققین نشان داده‌اند که فاکتور نیروی کاری نیز یک معیار بسیار مهم در موفقیت پروژه است و عدم توجه به آن را از این رو به عنوان یکی از نارسائی‌های مدل‌های معرفی شده مطرح کرده‌اند که موفقیت پروژه، بدون داشتن یک تیم خوب و درنظر گرفتن خواست سرمایه‌گذاران و دیدگاه صاحب‌نظران امر، حتی اگر هم محقق شود، در حد انتظار نخواهد بود. لذا بیلوت<sup>۲</sup> با استفاده از نتایج حاصل از دوازده تحقیق جداگانه، نشان داد که علاوه بر هزینه، فاکتور "نیروی کاری" نیز در موفقیت پروژه، یکی از فاکتورهای بحرانی است (Barber and Miley, 2002) و در ادامه، مطالعات بری و پاولسون (Barrie and Paulson, 1992) به‌جای ارزش وزنی حاصل از هزینه، مقدار ارزش وزنی حاصل از نیروی کار را برای تصحیح درصد پیشرفت پروژه تعریف کردند تا پس از ضرب در درصد پیشرفت پروژه، نمایی صحیح و واقعی‌تر از پروژه و درصد پیشرفت آن را در اختیار قرار داده‌باشند.

علاوه بر این فاکتورها، فریمین و بیل (Freeman and Beale, 1992) عامل نوع پروژه را نیز به‌عنوان عامل دیگری در موفقیت پروژه معرفی کرده‌اند. آنان موفقیت پروژه را تنها متأثر از هزینه و نیروی کار نمی‌دانند، بلکه با توجه به دیدگاه‌های متفاوت افراد، آن را دارای رویکرد و شخصیتی چندمعیاره و چندبعدی می‌دانند که با گذشت زمان همواره درحال تغییر است (Shenhar et al, 1997; Freeman and Beale 1992) بعلاوه، آنها نشان داده‌اند که اهمیت و تأثیرگذاری هریک از این فاکتورها به نسبت زمینه، عمومیت و میزان اهمیت مدیریت پروژه نیز متغیر می‌باشد (Wazed, and Ahmad, 2009). گلاسر و پائولینی (Paolini and Glaser, 1977) و دکوتی و دیر (DeCotti and Dyer, 1979) در نتیجه تحقیقات خود، عامل رضایت مشتری را به عنوان فاکتور مهم دیگری در موفقیت پروژه به خصوص در پروژه‌های تحقیق و توسعه، معرفی کرده‌اند.

در عمل، خصوصاً در پروژه‌های عمرانی، علاوه بر موارد فوق‌الذکر، پرداخت‌های انجام شده به پیمانکار، پارامتر بحرانی دیگری برای موفقیت پروژه است. پرداخت نیز به مانند فاکتورهای دیگر دخیل در پروژه و موفقیت آن، بر اساس پیشرفت واقعی پروژه در طول دوره عمر پروژه انجام می‌شود (Clough and Sears, 1994). پرداخت مناسب و متناسب، همیشه موضوع مهمی در روابط بین کارفرما و پیمانکار بوده و هست. علت بروز اختلاف در این رابطه، این است که این دو رکن اساسی در پروژه‌ها عموماً

<sup>1</sup>- Earned value model

<sup>2</sup>- Belout

برسر مقدار کاری که انجام شده است اختلاف دارند. در واقع پیمانکار به طور دوره‌ای (اکثراً به طور ماهیانه) هزینه‌های صرف شده را به وسیله‌ی اسناد معین و روشن (صورتوضعیت‌ها)، به اثبات رسانیده و به کارفرما تسلیم می‌کند تا در ادامه، کارفرمای پروژه آن را بررسی کرده و پس از تصویب، مقدار مورد تأیید آن را پرداخت کند (Fleming and Koppelman, 1995). برای اندازه‌گیری پیشرفت پروژه که اساس جریان نقدینگی و پرداخت‌ها به شمار می‌رود، دو روش اساسی وجود دارد. (۱) روش مایلستون<sup>۱</sup> (۱۰۰/۰): تا زمانی که فعالیت کاملاً تکمیل نشود هیچ پرداختی برای آن انجام نمی‌شود و (۲) روش بی‌اکیو<sup>۲</sup>: طیف ۰ تا ۱۰۰ را برای پرداخت فعالیت‌ها به نسبت میزان تکمیلشان مبنا قرار می‌دهد. واضح است که کارفرمایان، روش مایلستون و پیمانکاران روش بی‌اکیو را ترجیح می‌دهند. وجود تفاوت معنی‌دار اثبات شده بین این دو روش چالش کمی نیست (Clough and Sears, 1994).

روند فوق‌الذکر نشان می‌دهد که موفقیت پروژه رویکردی چند معیاره و فراتر از مفهوم‌های مرسوم است. از طرف دیگر سنجش مناسب و کامل پروژه بگونه‌ای که همه‌ی معیارهای اثرگذار را با هم تلفیق کرده باشد، می‌تواند ضامن مدیریت خوب پروژه برای رسیدن به موفقیت باشد. از این رو لازم است روشی تعریف شود که همه‌ی این معیارهای بحرانی یا گروهی از آنها، به تناسب پروژه‌های مختلف را در بر گرفته و در سنجش موفقیت پروژه مورد استفاده قرار دهد. بنابراین در این مقاله روشی برای بدست آوردن فاکتورهای وزنی جدید، ارائه می‌شود که می‌تواند همه‌ی فاکتورهای مهم هر نوع پروژه‌ای را جهت دستیابی به ضریبی مطمئن برای فعالیت‌ها، به منظور محاسبه‌ی یک درصد پیشرفت قابل اعتماد و دقیق در موفقیت پروژه، در برگیرد. به این منظور، از روش ای‌اچ‌پی گروهی و سپس مدل تاپسیس برای ترکیب همه‌ی معیارهای اصلی، اعم از کمی یا غیر کمی استفاده شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### - روش ای‌اچ‌پی

روش ای‌اچ‌پی که توسط ساعتی (Saaty, 1980) معرفی شد، یکی از تواناترین مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای رده‌بندی گزینه‌ها به وسیله‌ی معیارهای مختلف کاربرد دارد. این روش به منظور رده‌بندی نسبی مجموعه‌ای از اهداف، از الگوریتم معینی، استفاده می‌کند (Saaty and Vargas, 1984). محققین نشان داده‌اند که تصمیم‌گیری می‌تواند بر پایه‌ی نظر چندین تصمیم‌گیرنده باشد (Bezdek et al. 1979). از این رو و به دلیل ماهیت گروهی کار مدیریت پروژه، در این مقاله از روش ای‌اچ‌پی گروهی برای محاسبه وزن هر فاکتور تأثیرگذار که در اهمیت هر فعالیت تأثیر می‌گذارد، استفاده شده است. این روش بر اساس فرآیند زیر پیاده سازی می‌شود:

(۱) ای‌اچ‌پی گروهی مانند ای‌اچ‌پی از چندین زیر مسأله استفاده می‌کند. بنابراین اولین قدم از الگوریتم، تبدیل مسأله تصمیم‌گیری به یک زنجیره شامل یک هدف اصلی در بالای آن و معیار و زیر معیارها در سطوح میانی است و آلترناتیوهای تصمیم‌گیری در پایین‌ترین رده سلسله مراتبی (Torfi et al., 2010).

(۲) ایجاد ماتریس مقایسات زوجی برای دستیابی به رده‌بندی مقایسه‌ای با پرسش از همه‌ی تصمیم‌گیرندگان. هر تصمیم‌گیرنده بر اساس قضاوت خود نسبت به میزان اولویت  $\lambda_{ij}$  معیار نسبت به  $\lambda_{ji}$  معیار و در ارتباط با هدف تعیین شده، نظر می‌دهد. این ماتریس به شکل زیر است ( $k$  شمارنده تصمیم‌گیرندگان است) (Sun, 2010; Torfi et al., 2010)

$$D^k = \begin{bmatrix} X_{11}^k & \dots & X_{1n}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1}^k & \dots & X_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (1)$$

(۳) محاسبه‌ی بردار ویژه و  $\lambda_{\max}$  به وسیله‌ی رابطه (۲).

$$|D - \lambda.I| = 0 \quad (2)$$

<sup>1</sup> - Milestones

<sup>2</sup> - Bill of Quantities (BOQ) Method

بردار ویژه همچنین یک درجه‌ی سازگاری از ماتریس  $D$  را نشان می‌دهد که ساعتی آن را به عنوان شاخص ثبات معرفی کرد و به وسیله‌ی رابطه (۳) آن را محاسبه کرد (Asgarpour, 2010) از این رو این شاخص ثبات<sup>۱</sup> برای هر ماتریس تعریف می‌شود که هرچه نزدیکتر به صفر باشد ثبات بیشتری را نشان می‌دهد. عموماً شاخص ثبات باید کمتر از ۰/۸ باشد و اگر از ۰/۸ کمتر نباشد تصمیم‌گیرنده باید در مورد قضاوتش بازنگری کند (Sun, 2010).

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

(۴) استخراج وزن نسبی مناسب هر معیار با استفاده از تکنیک بردار ویژه. این تکنیک برای محاسبه وزن معیارها از  $\lambda_{\max}$  استفاده می‌کند. اگر معیارها را با  $C_i$  و وزن آنها را با  $W_i$  مشخص کنیم، آنگاه ماتریس  $D$  که به صورت رابطه (۴) است می‌تواند مقایسات زوجی را نشان دهد.

$$(D - \lambda_{\max} I)W = 0 \quad (4)$$

اگر  $\xi = [1 \ 1 \ \dots \ 1]^T$  برقرار باشد، یک روش برای محاسبه  $W$  استفاده از توان افزایشی  $\eta$  برای ماتریس  $D$  و نرمالیزه کردن آن به وسیله رابطه (۵) است، تا جایی که  $W$  به ثبات برسد (Asgarpour, 2010; Golpîra, 2011).

$$W = \lim_{\xi \rightarrow \infty} \left( \frac{D^\eta \cdot \xi}{\xi^t \cdot D^\eta} \right) \quad (5)$$

$$\xi \rightarrow \infty$$

(۵) در این مرحله با استفاده از روش میانگین‌گیری هندسی به جمع‌بندی نظرات تصمیم‌گیرندگان از طریق رابطه (۶) اقدام می‌کنیم.

$$w_i = \prod_{k=1}^n (w_{ik})^{1/n}, k = 1, 2, \dots, K \quad (6)$$

#### - مدل تاپسیس

این مدل یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که گزینه‌های تصمیم‌گیری را رده‌بندی و بدترین و آرمانی‌ترین گزینه‌ها را مشخص می‌کند. در این روش پس از مشخص کردن دو ماتریس ورودی باید گام‌های ۱ تا ۵ را انجام داد. یکی از این ماتریس‌ها، ماتریس تصمیم نام دارد در رابطه (۷) به آن اشاره شده و در گام اول بی‌مقیاس می‌شود و دیگری ماتریس اوزان است که با  $W$  نشان داده شده و با در این مقاله، با استفاده از روش ای‌اچ‌پی و در مرحله قبل بدست آمده است (Asgarpour, 2010; Golpîra, 2008).

$$D = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mm} \end{bmatrix} \quad (7)$$

گام اول: بدست آوردن ماتریس بی‌مقیاس شده ( $N$ ) از ماتریس تصمیم به وسیله رابطه (۸):

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}} \quad (8)$$

گام دوم: بدست آوردن ماتریس بی‌مقیاس وزین به وسیله رابطه (۹):

$$V = N \cdot W_{n \times n} = \begin{bmatrix} V_{11} & \dots & V_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{m1} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

<sup>1</sup> - Consistency Index (CI)

گام سوم: معین کردن راه حل ایده آل  $(A^+)$  و ایده آل منفی  $(A^-)$  به وسیله روابط زیر:

$$A^+ = \{(\max_i V_{ij} | j \in J), (\min_i V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\} \quad (10)$$

$$A^- = \{(\min_i V_{ij} | j \in J), (\max_i V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\}$$

گام چهارم: محاسبه‌ی اندازه‌ی جدائی گزینه‌ی  $i$  از گزینه ایده‌آل به کمک روش اقلیدسی با استفاده از روابط زیر:

$$d_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_i^+)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

$$d_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_i^-)^2}; i = 1, 2, \dots, m$$

گام پنجم: محاسبه‌ی نزدیکی نسبی  $A_i$  به راه حل ایده‌آل با استفاده از رابطه‌ی (۱۲) و مرتب کردن گزینه‌ها به صورت نزولی بر اساس درجه  $cl_i^+$  (Asgarpour, 2010; Golpîra, 2008, 2011).

$$cl_i^+ = C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ - d_i^-}; i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

(۶) نرمال کردن  $cl_i^+$  در بازه  $[0, 1]$  با استفاده از رابطه (۱۳). این گامی جزء گام‌های اجرای تاپسیس نیست، اما از آنجا که در این مقاله، از نتایج حاصله به عنوان ورودی برنامه زمان بندی پروژه استفاده می‌شود، لذا لازم است این گام هم به مدل اضافه شود.

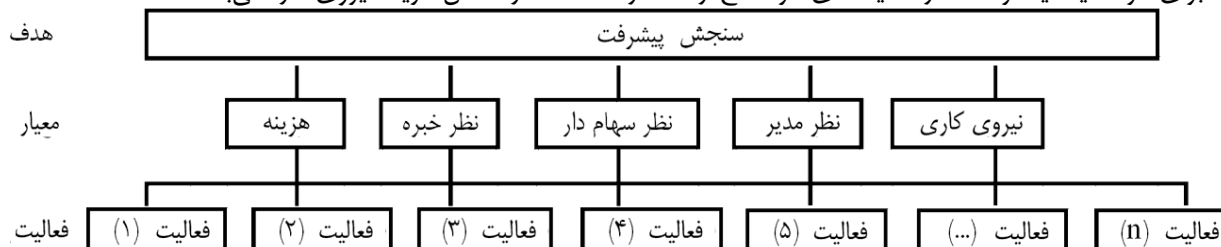
$$wf_i = \frac{c_i}{\sum_{i=1}^n c_i} \quad (13)$$

### ۳- نتایج و بحث

برای نمایش صحت مدل معرفی شده، بررسی عملی روی یک استادیوم به عنوان یک پروژه عمرانی انجام می‌شود تا کاربردی بودن روش ارائه شده آزمون شود. اطلاعات این تحقیق در زمستان سال ۱۳۸۸ در کردستان جمع‌آوری شده است. پروژه شامل ۱۲۱ فعالیت در چهار سطح ساختار شکست کار و برنامه زمانبندی در نرم افزار ایم‌اس پی<sup>۱</sup> است. سه تصمیم‌گیرنده در مورد ساختار شکست کار که به عنوان تصمیم‌گیرنده برای وزن دهی معیارها و فعالیتها نیز مورد استفاده قرار گرفتند، مورد سوال واقع شدند. مراحل محاسبات به شرح زیر است:

#### ۱- ای‌اچ‌پی گروهی در عمل

(۱) ساختار زنجیره‌ای مثال مورد نظر، در شکل (۱) نشان داده شده است. نکته قابل توجه در مورد این شکل این است که معیار هزینه برای هر فعالیت یا هر دسته از فعالیت‌های هر سطح از ساختار شکست کار، شامل هزینه نیروی کار نمی‌باشد.



شکل (۱): ساختار زنجیره‌ای استادیوم مورد نظر

(۲) برای جمع‌آوری نظر تصمیم‌گیرندگان و تبدیل آن به ماتریس تصمیم، فرمی طراحی و برای پرکردن آن نظر تصمیم‌گیرندگان پرسیده می‌شود. قضاوت آنها در جدول (۱) نشان داده شده است.

<sup>۱</sup> - MSP

جدول (۱): ماتریس نظر تصمیم‌گیرندگان برای مقایسه زوجی معیارها

تصمیم‌گیرنده ۱,۲,۳	هزینه			نظر خبره			نظر سهام‌دار			نظر مدیر			نیروی کاری		
	تصمیم‌گیرنده			تصمیم‌گیرنده			تصمیم‌گیرنده			تصمیم‌گیرنده			تصمیم‌گیرنده		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
هزینه	۱	۱	۱	۵	۲	۰/۵	۳	۲	۰/۵	۳	۵	۰/۶	۷	۷	۰/۲
نظر خبره	۰/۲	۰/۵	۲	۱	۱	۱	۱/۳	۰/۵	۳	۰/۵	۳	۵	۲	۲	۱
نظر سهام‌دار	۱/۳	۰/۵	۲	۳	۲	۱/۳	۱	۱	۱	۲	۳	۱	۳	۵	۰/۵
نظر مدیر	۱/۳	۰/۲	۱/۶	۲	۰/۵	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۰/۵
نیروی کاری	۱/۷	۱/۷	۵	۰/۵	۰/۵	۱	۱/۳	۰/۲	۲	۰/۵	۰/۵	۲	۱	۱	۱
	تصمیم‌گیرنده ۱						$\lambda_{\max} : 5/09$			CI: ۰/۰۲۲					
	تصمیم‌گیرنده ۲						$\lambda_{\max} : 5/10$			CI: ۰/۰۲۵					
	تصمیم‌گیرنده ۳						$\lambda_{\max} : 5/23$			CI: ۰/۰۵۸					

(۳)  $\lambda_{\max}$  و شاخص ثبات برای اطلاعات جدول (۱) محاسبه می‌شود. با توجه به داده‌های جدول (۱)، نظر همه‌ی تصمیم‌گیرندگان از ثبات برخوردار است. در ادامه، با توجه به  $\lambda_{\max}$ ، که از رابطه (۲) محاسبه می‌شود، وزن هر معیار طبق جدول (۲) بدست می‌آید.

جدول (۲): وزن مقایسه‌ای معیارها

تصمیم‌گیرنده ۱	$\eta=6$	$W^1 = (0/4843, 0/0899, 0/2211, 0/1415, 0/0632)$
تصمیم‌گیرنده ۲	$\eta=4$	$W^2 = (0/4170, 0/1731, 0/2679, 0/0832, 0/0588)$
تصمیم‌گیرنده ۳	$\eta=3$	$W^3 = (0/4051, 0/1323, 0/1060, 0/1607, 0/1959)$
$W = (0/4341, 0/1272, 0/1844, 0/1236, 0/0884)$		

### - تاپسیس در عمل

(۱) در مطالعه‌ی موردی صورت گرفته، برای اینکه بتوان اطلاعات مربوط به ارکان مختلف پروژه را جمع‌آوری و جمع‌بندی کرد، فرمی طراحی می‌شود که در آن اطلاعات مربوط به هزینه و نیروی کاری، جنبه کمی داشته و سایر اطلاعات کیفی می‌باشند. نکته قابل توجه دیگر در این رابطه این است که برای حفظ صحت مدل، اطلاعات هزینه‌ای، عاری از هزینه‌های نیروی انسانی بوده تا اطمینان داشته باشیم که این هزینه‌ها به صورت مضاعف مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

(۲) پس از بکار بردن روش پنج رده‌ای لیکرت برای تبدیل داده‌های کیفی به کمی ماتریس تصمیم نرمال شده به صورت نشان داده شده در جدول (۳) بدست می‌آید.

(۳) در نهایت با محاسبه‌ی فاصله‌ی موجود بین هر یک از فعالیت‌ها و فعالیت‌های ایده‌آل منفی و مثبت و استفاده از آنها در محاسبه‌ی ضریب نزدیکی<sup>۱</sup> هر یک از فعالیت‌ها و نرمال کردن این ضرایب، وزن هر فعالیت در کل پروژه به صورت نشان داده شده در جدول (۴) برداشت می‌شود.

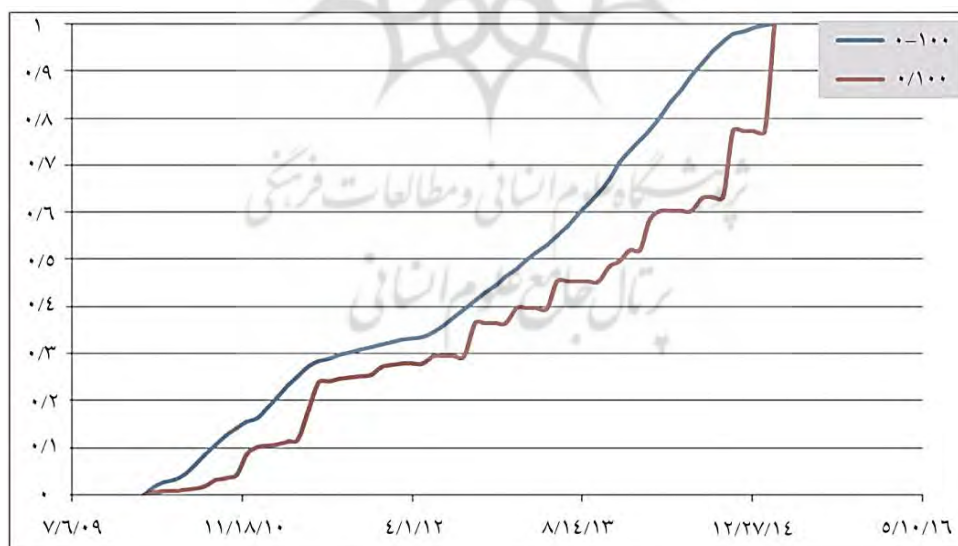
<sup>1</sup> - Closeness Coefficients

جدول (۳): خلاصه ماتریس تصمیم نرمال شده

	هزینه	نظر خیره	نظر سهامدار	نظر مدیر	نیروی کاری
۱	۰/۰۱۷۷۷۸	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۱۳۴۸	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۵۹۷
۲	۰/۰۰۴۱۲۸	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۱۳۴۸	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۷۹۶
۳	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۰۴	۰/۰۰۰۸۰۹	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۸۶۲
۴	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱۵۱۲	۰/۰۰۰۸۰۹	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۸۶۲
۵	۰/۰۰۳۰۰۳	۰/۰۰۰۱۵۱۲	۰/۰۰۱۳۴۸	۰/۰۰۲۳۷۷	۰/۰۰۰۸۶۲
...	...	...	...	...	...
۱۱۷	۰/۰۰۰۶۳۴	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۱۸۸۷	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۸۶۲
۱۱۸	۰/۰۰۰۰۷۲	۰/۰۰۱۱۷۶	۰/۰۰۱۸۸۷	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۵۹۷
۱۱۹	۰/۰۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۵۰۴	۰/۰۰۲۴۲۶	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۳۳۲
۱۲۰	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۱۸۸۷	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۴۶۴
۱۲۱	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۶۸	۰/۰۰۱۳۴۸	۰/۰۰۰۷۹۲	۰/۰۰۰۴۶۴

### مقایسه بین دو روش پیشین و روش پیشنهادی

برای مقایسه‌ی روش‌ها، ابتدا نمودار  $S$  مربوط به دو روش قبلی را که داده‌های آن مستقیماً و بدون دخالت دادن اوزان فعالیت‌ها، با استفاده از نرم‌افزار  $IM$   $S$  پی قابل برداشت می‌باشد، به صورت نشان داده شده در شکل (۲) برداشت می‌شود. در ادامه با توجه به اینکه در جدول (۴) اوزان فعالیت‌ها محاسبه شده است، این اوزان به نرم‌افزار  $IM$   $S$  پی و برنامه‌ی موردی مد نظر ما انتقال داده می‌شود و با تأثیر آنها در درصد پیشرفت فیزیکی فعالیت‌ها، نمودار  $S$  مربوط به روش پیشنهادی نیز برداشت می‌شود که برای سهولت مقایسه، این نمودار، توأم با دو نمودار ناشی از روش‌های قبلی، به صورت نشان داده شده در شکل (۳) به تصویر کشیده شده است.

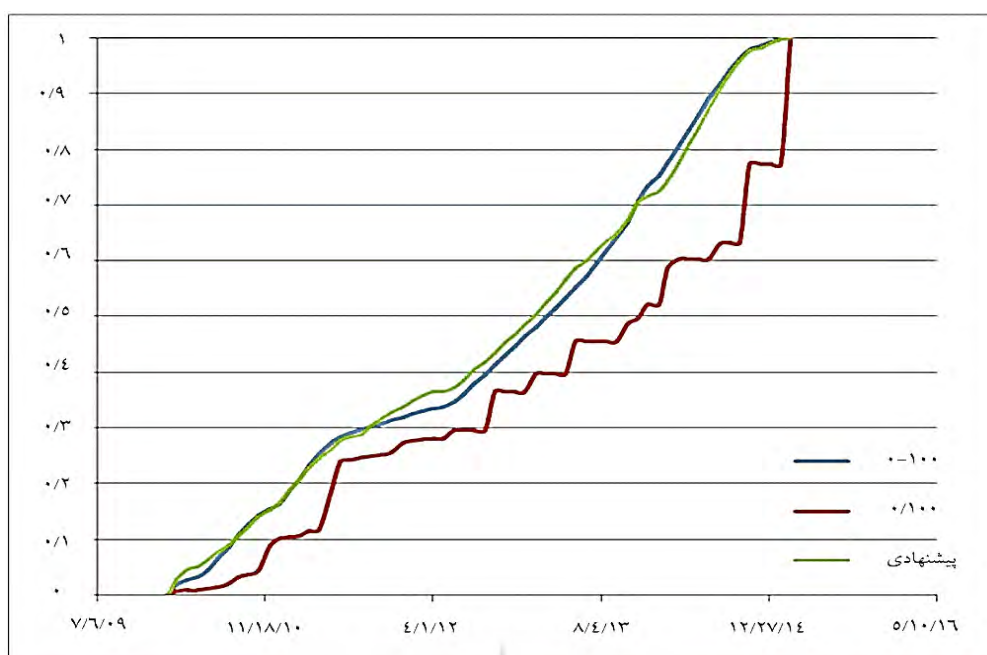


شکل (۲): نمودار "S" مربوط به دو روش پیشین

جدول (۴): خروجی تاپسیس و وزن نرمال شده‌ی هر یک از فعالیت‌ها

کد	وزن	Cl+	کد	وزن	Cl+	کد	وزن	Cl+	کد	وزن	Cl+
۱	۳/۱۳۳	۰/۱۳۱	۳۱	۳/۹۱۲	۰/۱۶۴	۶۱	۰/۳۰۷	۰/۰۱۳	۹۱	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸
۲	۰/۷۴۸	۰/۰۳۱	۳۲	۰/۳۷۷	۰/۰۱۶	۶۲	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۹۲	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸
۳	۰/۱۲	۰/۰۰۵	۳۳	۰/۲۶۶	۰/۰۱۱	۶۳	۰/۴۱۷	۰/۰۱۷	۹۳	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸
۴	۰/۲۵۶	۰/۰۱۱	۳۴	۰/۳۰۸	۰/۰۱۳	۶۴	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۹۴	۰/۱۴۳	۰/۰۰۶
۵	۵/۲۹۹	۰/۲۲۲	۳۵	۰/۲۷۲	۰/۰۱۱	۶۵	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۹۵	۰/۱۴۳	۰/۰۰۶
۶	۰/۳۵۱	۰/۰۱۵	۳۶	۰/۴۷۴	۰/۰۲	۶۶	۰/۳۰۷	۰/۰۱۳	۹۶	۰/۱۹۴	۰/۰۰۸
۷	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸	۳۷	۰/۲	۰/۰۰۸	۶۷	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۹۷	۰/۱۹۴	۰/۰۰۸
۸	۰/۲۵۲	۰/۰۱۱	۳۸	۰/۴۰۴	۰/۰۱۷	۶۸	۰/۴۱۷	۰/۰۱۷	۹۸	۰/۲۸	۰/۰۱۶
۹	۵/۶۸۸	۰/۲۳۸	۳۹	۰/۵۵۳	۰/۰۲۳	۶۹	۰/۲۷۳	۰/۰۱۱	۹۹	۰/۲۶۹	۰/۰۱۱
۱۰	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۴۰	۲/۱۱۴	۰/۰۸۹	۷۰	۰/۲۷۳	۰/۰۱۱	۱۰۰	۰/۳۳۶	۰/۰۱۴
۱۱	۰/۱۵	۰/۰۰۶	۴۱	۰/۳۱۵	۰/۰۱۳	۷۱	۰/۳۷۱	۰/۰۱۶	۱۰۱	۰/۲۸۸	۰/۰۱۲
۱۲	۰/۵۸۳	۰/۰۲۴	۴۲	۰/۳۱۵	۰/۰۱۳	۷۲	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۱۰۲	۰/۲۲۴	۰/۰۰۹
۱۳	۰/۱۶۶	۰/۰۰۷	۴۳	۰/۱۷۱	۰/۰۰۷	۷۳	۰/۴۵۷	۰/۰۱۹	۱۰۳	۰/۱۹۱	۰/۰۰۸
۱۴	۱۱/۳۳۳	۰/۴۷۵	۴۴	۰/۳۱۵	۰/۰۱۳	۷۴	۰/۲۱۵	۰/۰۰۹	۱۰۴	۰/۳۲۲	۰/۰۱۳
۱۵	۰/۸۲۱	۰/۰۳۴	۴۵	۰/۲۵۵	۰/۰۱۱	۷۵	۰/۱۷۱	۰/۰۰۷	۱۰۵	۰/۲۷۴	۰/۰۱۱
۱۶	۰/۳۰۷	۰/۰۱۳	۴۶	۰/۲۲۵	۰/۰۰۹	۷۶	۰/۳۱۱	۰/۰۱۳	۱۰۶	۰/۲۶۴	۰/۰۱۱
۱۷	۵/۶۷۹	۰/۲۳۸	۴۷	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۷۷	۰/۱۳۷	۰/۰۰۶	۱۰۷	۰/۲۸۷	۰/۰۱۲
۱۸	۳/۱۸۹	۰/۱۳۴	۴۸	۰/۳۳۸	۰/۰۱۴	۷۸	۰/۲۴۵	۰/۰۱	۱۰۸	۰/۲۲۴	۰/۰۰۹
۱۹	۰/۱۳۸	۰/۰۰۶	۴۹	۰/۲۶۲	۰/۰۱۱	۷۹	۰/۲۴۵	۰/۰۱	۱۰۹	۰/۱۹۱	۰/۰۰۸
۲۰	۳/۱۲۷	۰/۱۳۱	۵۰	۰/۱۸۹	۰/۰۰۸	۸۰	۰/۲۴۵	۰/۰۱	۱۱۰	۰/۳۷۱	۰/۰۱۶
۲۱	۰/۱۲۵	۰/۰۰۵	۵۱	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۸۱	۰/۲۴۵	۰/۰۱	۱۱۱	۰/۲۶۹	۰/۰۱۱
۲۲	۲۲/۷۹۳	۰/۹۵۵	۵۲	۰/۳۲۹	۰/۰۱۴	۸۲	۰/۷۴۶	۰/۰۳۱	۱۱۲	۰/۲۶۴	۰/۰۱۱
۲۳	۱/۰۸۵	۰/۰۴۵	۵۳	۰/۲۶۲	۰/۰۱۱	۸۳	۰/۲۳۶	۰/۰۱	۱۱۳	۰/۲۸۸	۰/۰۱۲
۲۴	۰/۸۷۲	۰/۰۳۷	۵۴	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸	۸۴	۰/۳۰۲	۰/۰۱۳	۱۱۴	۰/۲۲۴	۰/۰۰۹
۲۵	۰/۳۲۱	۰/۰۰۹	۵۵	۰/۲۲	۰/۰۰۹	۸۵	۱/۱۱۷	۰/۰۴۷	۱۱۵	۰/۱۰۱	۰/۰۰۴
۲۶	۰/۱۵	۰/۰۰۶	۵۶	۰/۲۴۴	۰/۰۱	۸۶	۰/۳۱۸	۰/۰۱۳	۱۱۶	۰/۳۷۱	۰/۰۱۶
۲۷	۰/۷۹۳	۰/۰۳۳	۵۷	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸	۸۷	۰/۳۱۸	۰/۰۱۳	۱۱۷	۰/۲۶۹	۰/۰۱۱
۲۸	۰/۳۹۵	۰/۰۱۲	۵۸	۰/۴۲۷	۰/۰۱۸	۸۸	۰/۳۱۸	۰/۰۱۳	۱۱۸	۰/۲۶۴	۰/۰۱۱
۲۹	۰/۵۳۷	۰/۰۲۳	۵۹	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸	۸۹	۰/۳۱۸	۰/۰۱۳	۱۱۹	۰/۲۸۸	۰/۰۱۲
۳۰	۰/۲۲۳	۰/۰۰۹	۶۰	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸	۹۰	۰/۱۹۹	۰/۰۰۸	۱۲۰	۰/۲۲۴	۰/۰۰۹
									۱۲۱	۰/۱۰۱	۰/۰۰۴





شکل (۳): نمودار اِس مربوط به دو روش پیشین در مقایسه با روش پیشنهادی

همانگونه که از نمودارهای اِس نمایش داده شده در شکل (۳) برمی‌آید، نمودار اِس روش پیشنهادی از لحاظ جایگاه در مکانی قرار گرفته است که خیلی نزدیک به نمودار پیشرفت روش بی‌اُ کیو می‌باشد و در برخی جاها نیز از آنجا که در بین دو نمودار روش‌های بی‌اُ کیو و مایلستون واقع شده است، توانسته است تفاوت معنی‌دار موجود بین دو روش پیشین را تا حدودی تعدیل نماید. از این رو به نظر می‌رسد که این روش روش مناسبتری را ارائه نموده است. اما برای اینکه این موضوع اثبات گردد، از آزمون فرض آماری به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

اولین گام، یافتن حجم نمونه از تعداد کل ۶۱ ماهی است که برای اتمام این پروژه برنامه‌ریزی شده است. بودجه‌ی برنامه‌ریزی شده برای این پروژه عبارت است از ۱۸۷۴۲۰۲۸۷۱۳ واحد پولی. لذا میانگین پرداختی برای هر ماه، عبارت خواهد بود از ۳۰۷۲۴۶۳۷۲ واحد پولی. از این رو اگر خطای قابل قبول را حتی در حالت خیلی بدبینانه، برابر با یک هزارم مبلغ پرداخت میانگین ماهیانه، یعنی مبلغی بالغ بر ۳۰۷۲۴۶ نیز در نظر بگیریم، با در نظر گرفتن  $\alpha = 0.05$  و استفاده از رابطه (۱۴)، حجم نمونه برابر با ۳۲ خواهد شد.

$$\varepsilon = K \bar{X} = Z_{\alpha/2} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad \text{when } \sigma_x = S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}, N = 61 \quad (14)$$

در ادامه برای حفظ قابلیت اطمینان و صحت روش، ۳۲ ماه (۳۲ مشاهده) را با استفاده از تولید اعداد تصادفی، به صورت کاملاً تصادفی انتخاب می‌کنیم تا مبنای لازم را برای انجام آزمون فرض فراهم آورده باشیم. حال با داشتن اعداد تصادفی نشانگر شماره ردیف ماه‌های انتخابی، داده‌ها را با شروع از رابطه‌ی (۱۵) تحت آزمون فرض آماری قرار می‌دهیم:

$$\begin{cases} H_0 : (\mu_1 - \mu_2) = D \\ H_1 : (\mu_1 - \mu_2) \neq D \end{cases}, \text{ Where } D = 0 \quad (15)$$

حال آزمون نرمال را با توجه به اینکه حجم نمونه بیشتر از ۳۰ محاسبه گردید، از رابطه (۱۶) اعمال می‌کنیم.

$$Z = \frac{\bar{d} - D}{\sigma_{\bar{d}}}, \text{ Where } \bar{d} = \frac{\sum d}{n} \ \& \ \sigma_{\bar{d}} = S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n} + \frac{S_2^2}{n}}, n = 32 \quad (16)$$

در نهایت، اگر  $|Z| < Z_{\alpha/2}$  برقرار شد، فرض صفر را رد و در غیر این صورت آن را می‌پذیریم. پارامترهای مورد استفاده در روابط ذکر شده عبارتند از:

$n$ : حجم نمونه.

$d$ : تفاضل پرداخت‌ها در هر ماه با استفاده از دو روش مورد آزمون.

$D$ : میانگین تفاضل پرداخت‌ها با استفاده از دو روش مورد آزمون.

$\bar{d}$ : میانگین نمونه‌ای تفاضل پرداخت‌ها با استفاده از دو روش مورد آزمون.

$S_{\bar{d}}$ : انحراف معیار داده‌های حاصل از تفاضل پرداخت‌ها با استفاده از دو روش مورد آزمون (Montgomery, and Runger, 2003).

باتوجه به نتایج خلاصه شده در جدول (۵)، آزمون فرض انجام شده، وجود تفاوت بین دو روش ابتدایی را به اثبات می‌رساند. اما همانگونه که دیده می‌شود، تفاوت بین روش پیشنهادی و هر یک از دو روش پیشین، معنی دار نیست. لذا می‌توان از این روش، به عنوان جایگزینی مناسب برای دو روش پیشین استفاده نمود.

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله کاربرد روش‌های تاپسیس و ای‌اچ‌پی گروهی برای وزن‌دهی به فعالیت‌های پروژه جهت دست‌یابی به درصد پیشرفت صحیح‌تر و قابل اعتمادتر مورد ارزیابی قرار گرفت. مدل ارائه شده، همگی پارامترهای اثرگذار روی پیشرفت پروژه برای دست‌یابی به موفقیت در انجام آن، اعم از پارامترهای کیفی و کمی را در بر گرفته و با تأثیر توأم آنها، وزن‌دهی فعالیت‌های پروژه را به صورت جامع و یکپارچه به انجام می‌رساند. نتایج بدست آمده از اجرای عملی آن نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی، به نسبت سایر روش‌های مرسوم، دارای قابلیت انعطاف بالاتر، چارچوبی مطمئن و قابل اعتمادتر و ساختاری یکپارچه‌تر و مقبول برای همگی ارکان پروژه می‌باشد.

جدول (۵): نتایج آزمون فرض

شمارنده	ماه‌های تصادفی	پرداخت‌های ماهیانه		آنالیز آماری
		۰-۱۰۰	روش پیشنهادی	
۱	۴۲	۴۴۹۲۸۶۰۹۲/۲	۳۲۵۱۱۷۹۷۲/۱	میانگین ۳۴۵۵۰۴۶۷۸/۹
۲	۵۳	۵۷۲۳۳۶۳۵/۵	۶۵۰۰۲۹۷۸۱/۹	واریانس +۱۶E۲/۱۳۱۵۱
۳	۳۶	۳۱۷۳۶۸۰۰۵/۹	۳۲۳۸۲۴۷۷۲/۱	میانگین ۳۲۰۴۳۷۷۳۶/۱
۴	۹	۳۲۰۰۲۵۴۸۴/۳	۳۲۱۲۱۹۶۳۰/۱	واریانس +۱۶E۱/۷۵۹۷
۵	۱۹	۱۳۰۱۴۰۹۶۴/۲	۹۸۰۰۲۰۶۸/۱۴	میانگین ۲۰۲۳۲۶۲۳۱/۵
۶	۱۴	۴۵۹۵۷۶۲۸۱/۷	۳۹۷۰۸۷۳۶۲/۳	واریانس +۱۷E۱/۳۶۹۲۸
۷	۲۴	۱۰۱۱۰۲۴۳۴/۲	۱۹۶۹۰۳۷۵۳/۷	۰-۱۰۰ در مقایسه با
۸	۳۹	۳۲۴۱۹۷۶۶۷	۳۹۲۴۰۱۸۵۵/۲	روش پیشنهادی
۹	۴۶	۶۶۵۵۰۴۱۴۶/۹	۵۲۱۵۵۳۱۷۵	۰/۱۰۰ در مقایسه با
۱۰	۵۸	۱۰۳۶۸۴۳۶۹/۳	۱۲۷۷۷۷۵۴/۷	روش پیشنهادی
۱۱	۴۳	۴۳۲۸۷۶۴۸۲/۴	۳۰۷۵۷۵۴۳۳/۲	۰-۱۰۰ در مقایسه با
۱۲	۴۷	۵۱۳۱۷۲۴۲۶/۳	۲۵۳۹۱۷۰۰۵	۰/۱۰۰
۱۳	۱۲	۴۲۱۱۷۵۴۸۴/۶	۴۰۲۲۲۲۶۷۸/۲	میانگین ۵۸۳۷۱۶۶۵/۶
۱۴	۱۶	۳۷۹۹۰۰۸۱۵۲/۷	۲۹۹۷۴۱۲۶۵/۲	واریانس ۱۲۳۳۸۰۸۶۴۸
۱۵	۵۹	۱۳۸۲۴۵۸۲۵/۸	۱۶۷۷۰۳۶۷۲/۹	میانگین ۱۳۸۲۴۵۸۲۵/۸
۱۶	۳۸	۳۱۰۴۶۴۱۸۷/۱	۳۷۱۴۸۵۷۵/۱	جمع‌بندی

$$Z = 0.718842974$$

$$Z = 1.699537849$$

$$Z = 2.035914918$$

$$\alpha = 1.96 \Rightarrow Z_{\alpha/2} = 1.96$$

۱۷	۳۳	۳۴۰۶۲۱۰۲۲/۱	۳۳۵۴۲۶۰۸۷/۹	۰	۰-۱۰۰ در مقایسه با	$Z < Z_{\alpha/2}$
۱۸	۵۱	۵۴۵۹۱۴۱۵۴/۱	۵۴۵۹۱۴۱۵۴/۱	۰	روش پیشنهادی	
۱۹	۱	۵۱۰۲۸۹۲۱۵/۸	۵۱۰۲۸۹۲۱۵/۸	۱۱۱۸۳۶۶۵/۸	۰/۱۰۰ در مقایسه با	$Z < Z_{\alpha/2}$
۲۰	۵	۲۴۷۹۳۸۲۹۷/۸	۲۴۷۹۳۸۲۹۷/۸	۶۵۲۴۴۶۵/۴۴	روش پیشنهادی	
۲۱	۴۸	۳۷۱۳۹۸۲۶۰	۱۵۶۸۱۴۵۵۴/۲	۰	۰-۱۰۰ در مقایسه با	$Z > Z_{\alpha/2}$
۲۲	۴۰	۳۵۱۸۹۲۳۸۳/۵	۴۲۳۸۶۹۷۲۱/۴	۱۰۹۳۷۱۳۹۸۶	۰/۱۰۰	
۲۳	۴۹	۴۲۳۴۵۴۵۶۸/۷	۳۳۱۹۴۰۰۷۰/۵	۱۲۲۷۸۴۰۹۹۰	۰-۱۰۰ در مقایسه با	فرض صفر تایید می‌شود.
۲۴	۲۹	۲۸۶۱۳۰۸۹۷/۹	۲۶۵۱۲۴۷۳۸/۲	۰	روش پیشنهادی	
۲۵	۱۸	۱۱۹۹۳۶۹۷/۷	۱۲۳۴۷۲۴۸۵/۲	۴۹۸۷۳۹۹۹/۲	۰/۱۰۰ در مقایسه با	فرض صفر تایید می‌شود.
۲۶	۲۱	۹۵۳۴۸۲۳۴/۳۴	۲۱۷۶۱۳۶۹۵/۴	۴۱۸۳۶۹۹۸/۸۸	روش پیشنهادی	
۲۷	۵۶	۴۰۳۹۲۷۹۲۰/۵	۴۱۲۵۸۷۰۲۰/۱	۰	۰-۱۰۰ در مقایسه با	فرض صفر نمی‌تواند تایید شود.
۲۸	۳۱	۳۱۲۱۴۲۷۹۷/۷	۲۸۹۲۲۶۹۸۷/۱	۰	۰/۱۰۰	
۲۹	۱۳	۴۰۴۰۱۶۱۸۵/۷	۳۵۲۵۹۳۷۸۶/۲	۴۵۵۵۴۶۶۵/۹۲		
۳۰	۴۴	۴۱۰۳۸۵۴۳۵/۸	۲۷۷۴۳۸۲۵۱	۰		
۳۱	۱۰	۲۱۸۸۲۵۸۳۹/۴	۲۳۴۴۸۱۵۲۱/۲	۸۰۲۳۰۱۱۵۲/۸		
۳۲	۱۵	۳۷۶۳۵۸۸۱۹/۱	۲۹۵۰۱۸۲۷۴	۵۴۸۴۷۶۶۵/۶		

## منابع:

1. Asgarpour, M. J. 2010. Multiple criteria decision making. University of Tehran, 7th edition.
2. Barber E. and Miley, F. 2002. Monitoring project progress: more than a series of feedback loops. Australasian Evaluation Society International Conference: 1-9.
3. Bezdek, J. Spillman, B. and Spellman, R. 1979. Fuzzy relation spaces for group decision theory: an application. Fuzzy Sets and Systems 2: 5-14.
4. Clark, F. and Lorenzoni, A. 1978. Applied cost engineering. Marcel Dekker, New York.
5. Clough, R. and Sears, G. 1994. Construction contracting. Indianapolis, John Wiley & Sons, Inc.
6. DeCotiie, T. and Dyer, L. 1979. Defining and measuring project performance. Research Management 16: 17-22.
7. Eldin, N. 1989. Measurement of work progress: Quantitative technique. J. Constr. Eng. Manage., 115: 3.462-474.
8. Fleming, Q. and Koppelman, J. 1995. Linking contractor payments to contractor performance. Cost engineering 37: 12.43-47.
9. Freeman, M. and Beale, P. 1992. Measuring project success. Project Management Journal, 13:1.9-16.
10. Golpîra, H. 2011. Fuzzy method for project success achievement. In Proc. Iran International Project Management Conference.
11. Golpîra, H. and Noorossana, R. 2008. Improve and applying the balance scorecard for organizational improvement measurement. J. Industrial management, Faculty of humanities, Islamic Azad University of sanandaj, 5.
12. Jung, Y., and Gibson, G.E. 1999. Planning for computer integrated construction. J. Compute. Civ. Eng. 13: 4.217-225.
13. Levine, K. and Harvey, L. 2002. Practical project management tips, tactics, and tools. New York, John Wiley and Sons, Inc.
14. Montgomery, C. and Runger, G.C. 2003. Applied statistics and probability for engineers. Third ed. John Wiley & Sons Inc., 280-288.
15. Paolini, J. and Glaser, M. 1977. Product selection methods to pick winners. Research Management 20: 26-29.
16. Pinto, J. and Slevin, D. 1988. Project success: definitions and measurement

- techniques. Project management journal, 19: 3.67-73.
17. Rasdorf, W. and Abudayyeh, O. 1991. Cost-and schedule control integration: issues and needs." J. Constr. Eng. Manage. 117: 3.486-502.
  18. Saaty, L.T., 1980. The analytic hierarchy process. New York, McGraw-Hill International.
  19. Saaty, T. and Vargas, L. 1984. Comparison of eigenvalue, logarithmic least squares and least squares methods in estimating ratios", Mathematical Modeling: 5-309.
  20. Shenhar, A. and Levy, O. and Driv, D. 1997. Mapping the dimensions of project success. Project management journal, 28: 2.5-13.
  21. Simpson, D. 1987. New techniques in software project management. New York: John Wiley.
  22. Stevens, M. 1986. Cost control: Integrated cost/schedule performance. J. Manage. Eng.: 157-164.
  23. Sugeno, M. 1974. Theory of fuzzy integrals and ITS applications. Phd Dissertation, Tokyo institute of technology.
  24. Sun, C.C. 2010. A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. Expert Systems with Applications, 10.1016/j.eswa.2010.04.066.
  25. Teicholz, P. 1987. Current needs for cost control systems. Project controls: needs and solutions C.W. Ibbs and D. B. Ashley, eds., ASCE, New York: 47-57.
  26. Torfi, F. and Farahani R.Z. and Rezapour, S. 2010. Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives. Applied Soft Computing Journal 10: 520-528.
  27. Wazed, M. and Ahmad, S. 2009. Project management maturity models (PMMM) in developing on-line statistical process control software: an integrated approach. Journal of applied science research, 5: 11.1904-1914.

