

## ارزیابی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

مهندسیدادات مکی، مرضیه احمدی

شرکت پرشین پادنا

ایران

واژه های کلیدی: مهندسی ارزش، تحلیل سلسله مراتبی، ارزیابی سیستمی، پل

### چکیده:

سلسله مراتبی، یک نمایش گرافیکی از مسأله پیچیده واقعی است که در رأس آن هدف کلی و در سطوح بعدی معیارها و گزینه ها قرار دارند.

هدف از این فرآیند، ارزیابی گزینه ها و در نهایت دسترسی به گزینه بهتر از میان سایر گزینه ها است. با توجه به این که انتخاب گزینه مناسب می تواند صرفه جویی های مالی، زمانی یا بهبود کیفیت را به همراه داشته باشد، طرح این مسأله از اهمیت بالایی برخوردار است.

در این مقاله با استفاده از نرم افزار Expert Choice و با روش تحلیل سلسله مراتبی، دو گزینه (پل بتنی و پل خاکی - فولادی) را مقایسه و در نهایت، گزینه بهتر و میزان برتری آن را در معیارهای مختلف مشاهده کردیم.

استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در یک مسأله، مستلزم انجام گام های زیر است:

- ۱- تعریف دقیق و شفاف مسأله و اهداف مورد نظر آن
- ۲- ایجاد سلسله مراتب از دیدگاه کلی مدیریت
- ۳- ایجاد ماتریس مقایسه زوجی با توجه به نقش یا تأثیر هر مؤلفه و با در نظر گرفتن تمامی معیارهای سطح بالاتر. در این ماتریس، هر زوج مؤلفه با توجه به معیار موجود در سطح بالاتر مقایسه می شوند.
- ۴- پس از آنکه اطلاعات حاصل از مقایسه ها، گردآوری و عکس اعداد در پایین قطر اصلی ماتریس ( در تمام خانه های این قطر عدد ۱ قرار می گیرد) وارد گردید، اولویت ها محاسبه و سازگاری تصمیم ارزیابی می شود.

یکی از مراحل مهندسی ارزش، ارزیابی گزینه های پیشنهادی بر مبنای معیارهای مختلف کمی و کیفی توسط گروه مهندسی ارزش است. از همین رو ضروری است از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاری در این مرحله از مطالعات مهندسی ارزش استفاده شود. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارآمدترین شیوه های ارزیابی و تصمیم گیری است که برای اولین بار توسط توماس ال. ساعتی در دهه ۱۹۸۰ میلادی مطرح شد. اساس این فرآیند مقایسه های زوجی است و امکان بررسی گزینه های مختلف را به تصمیم گیران می دهد. [۱]

## ۱- تعاریف

### ۱-۱ ساختار سلسله مراتبی:

نرخ سازگاری بدست آمده برای سلسله مراتبی باید ۱۰ درصد یا کمتر باشد، در غیر این صورت اطلاعات باید از نظر کیفی اصلاح شوند ( به عنوان نمونه با تجدید نظر بر روی پرسش هایی که برای انجام مقایسه های زوجی طرح می شوند).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اجزای یک سیستم را به صورت سلسله مراتبی سازماندهی می کند که این نوع سازماندهی با تفکر انسان تطابق داشته و اجزاء را در سطوح مختلف طبقه بندی می کند.

**سازگاری:** در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نرخ ناسازگاری منطقی قضاوت ها در تعیین اولویت ها محاسبه می شود.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اجازه می دهد که هر یک از تصمیم سازان مقدار دلخواه خود را برای هر مقایسه، پیشنهاد کنند. سپس قضاوت های فرد با استفاده از میانگین هندسی به قضاوت گروهی برای هر مقایسه زوجی تبدیل می شود (با توجه به شرط معکوس در اصول بنیادی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، میانگین هندسی بهترین روش برای تلفیق قضاوت ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است). [۲]

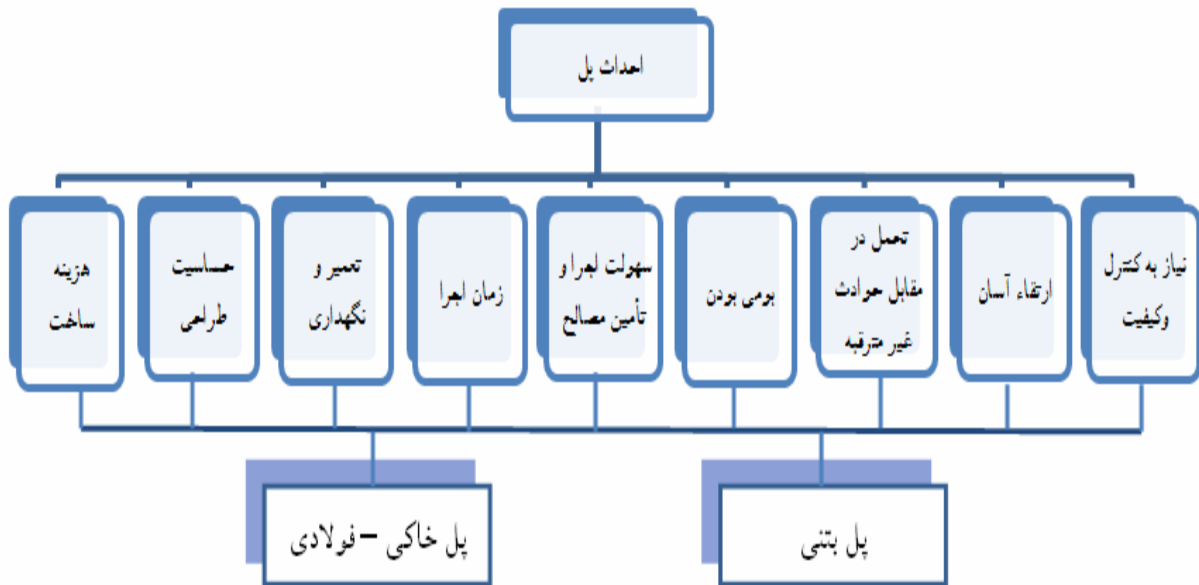
**سنجش:** فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مقیاسی برای اندازه گیری معیارهای کیفی دارد و روشی برای تخمین و بر آورد اولویت ها فراهم می کند.

### ۱-۲ گامهای اساسی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

۲- نمونه انجام شده:

ابتدا معیارهای ارزیابی توسط گروه انتخاب شد: هزینه ساخت، سهولت اجرا و تأمین مصالح، زمان اجرا، تعمیر و نگهداری، نیاز به کنترل و کیفیت، تحمل در مقابل حوادث غیر مترقبه، ارتفاع آسان، بومی بودن، حساسیت طراحی.

در فاز ارزیابی پروژه مهندسی ارزش احداث پل، به منظور مقایسه دو گزینه (پل بتنی و پل خاکی - فولادی موج دار) از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده نمودیم.



نرم افزار نرخ ناسازگاری را محاسبه کرده و نتیجه را اعلام می کند که در نمونه ارائه شده این عدد ۰/۰۴ است .

اولویت معیارها به صورت زیر می باشد: ۱- زمان اجرا ، ۲- هزینه ساخت، ۳- تحمل در مقابل حوادث غیر مترقبه، ۴- ارتقاء آسان، ۵- تعمیر و نگهداری، ۶- سهولت اجرا و تأمین مصالح ، ۷- بومی بودن، ۸- حساسیت طراحی، ۹- نیاز به کنترل و کیفیت.

در زیر نتیجه اجرای این نرم افزار آورده شده است. [۳]، [۴]

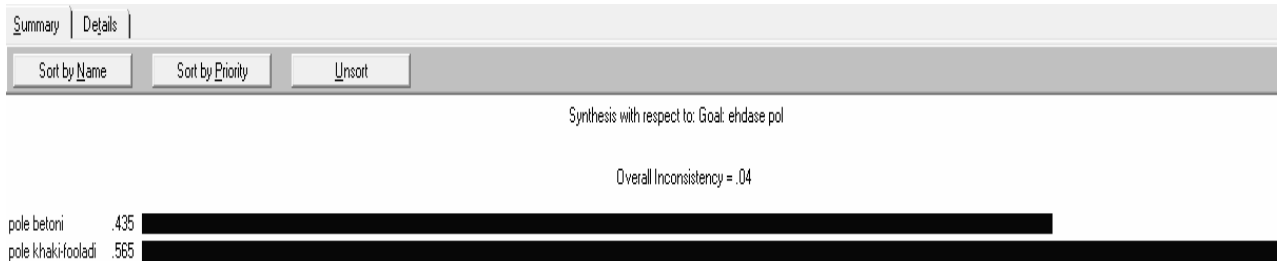
سپس ماتریس وزن دهی توسط اعضای گروه تکمیل و میانگین هندسی آن محاسبه و وارد نرم افزار Expert Choice گردید. در این نرم افزار فقط نیمه بالای ماتریس تکمیل می شود، به این صورت که اگر معیار سمت چپ نسبت به معیار بالای ماتریس برتری داشته باشد، امتیازی بین ۲ تا ۹ و اگر معیار بالا نسبت به معیار سمت چپ ماتریس برتری داشته باشد امتیازی بین  $\frac{1}{9}$  تا  $\frac{1}{2}$  و اگر معیارها نسبت به هم برتری نداشته باشند، امتیاز ۱ دریافت می کند. پس از آن

The screenshot shows the Expert Choice software interface. The main window displays a pairwise comparison matrix for the goal "ehdase pol". The matrix compares ten criteria: hazine sakt, sohoolat ejra va tamin masaleh, zaman ejra, tamir va negahdari, niaz be control va keiffiat, tahamol dar moghabel havadese gheir moteraghebe, ertegha asan, boomi boodan, and hasasiat tarahi. The values in the matrix are: hazine sakt (2.0), zaman ejra (1.0), tamir va negahdari (2.5), niaz be control va keiffiat (1.5), tahamol dar moghabel havadese gheir moteraghebe (1.0), ertegha asan (2.0), boomi boodan (2.0), and hasasiat tarahi (1.5). The diagonal elements are all 1.0. The bottom right corner of the matrix shows "Incon: 0.04".

	hazine sak	sohoolat ej	zaman ejra	tamir va ne	niaz be coi	tahamol da	ertegha as	boomi boo	hasasiat ta
hazine sakt		2.0	1.0	2.5	1.5	1.0	2.0	1.5	1.4
sohoolat ejra va tamin masaleh			1.2	1.5	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0
zaman ejra				3.0	4.0	2.0	2.0	2.2	2.3
tamir va negahdari					1.0	1.0	1.5	2.0	1.3
niaz be control va keiffiat						2.0	2.0	2.0	1.0
tahamol dar moghabel havadese gheir moteraghebe							2.0	1.0	1.5
ertegha asan								1.5	2.0
boomi boodan									1.2
hasasiat tarahi									

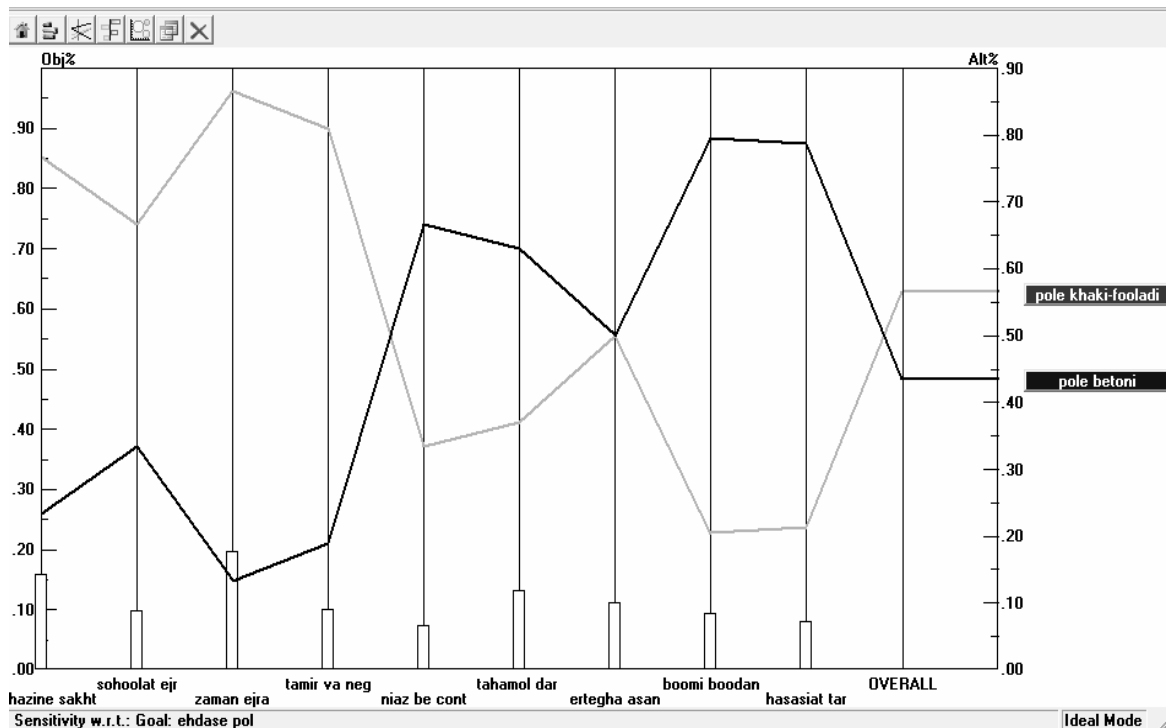
هزینه ساخت: ۳/۳، سهولت اجرا و تأمین مصالح: ۲،  
 زمان اجرا: ۶/۵، تعمیر و نگهداری: ۴/۳، نیاز به کنترل  
 و کیفیت: ۰/۵، تحمل در حوادث غیر مترقبه: ۰/۵۸،  
 ارتقاء آسان: ۱، بومی بودن: ۰/۲۵، حساسیت طراحی:  
 ۰/۲۷.

پس از این مرحله باید امتیاز گزینه ها در هر معیار مشخص  
 شود که با محاسبه میانگین هندسی بین امتیازات اعضای گروه  
 و وارد کردن آنها در نرم افزار، گزینه برتر انتخاب می شود.  
 امتیاز پل بتنی: ۴۳/۵٪، امتیاز پل خاکی- فولادی: ۵۵/۵٪.  
 شکل زیر گزینه برتر را نشان می دهد.



درصد برتری نسبی گزینه ها در معیار های فوق در گراف  
 زیر نشان داده شده است:

امتیاز پل خاکی - فولادی نسبت به پل بتنی در هر یک از  
 معیارها به شرح زیر است:



## نتیجه گیری:

گزینه	امتیاز	میزان بهبود	درصد بهبود	در صد کاهش هزینه	درصد افزایش ارزش
پل بتنی	۰/۴۳۵	۰/۱۳	٪۳۰	٪۱۰	٪۴۰
پل خاکی - فولادی	۰/۵۶۵				

4. Rechlin, Sue, Marshall, John, "Value Measuring Methodology", letter from the co-chairs, pp. 28, 29, 30, October 2002.

### جمع بندی:

با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، می توان دو سیستم متفاوت را مقایسه و میزان برتری را محاسبه کرد. با استفاده از نرم افزار Expert Choice نرخ ناسازگاری وزن دهی به معیارها به راحتی تعیین می شود و نتیجه نهایی را نیز می توان به سادگی مشخص کرد.

### منابع:

۱- جبل عاملی، محمد سعید، میرمحمد صادقی، علیرضا، "مهندسی ارزش"، انتشارات فرات، ۱۳۸۰.

۲- عبایی، مزدک، "کاربرد تکنیک های تحلیل کارکرد، خلاقیت و ارزیابی در مهندسی ارزش"، انتشارات رضوان پرتو، ۱۳۸۵.

۳- مکی، مهشید سادات، احمدی، مرضیه، "مهندسی ارزش در پروژه احداث پل"، پایان نامه کارشناسی، ۱۳۸۶.