



برابر شهر دوم، سه برابر شهر سوم و چهار برابر شهر چهارم باشد، بنابراین نسبت شهر اول به مجموع چهار شهر نخست نظام شهری باید برابر ۰/۴۸ باشد.

$$[(1 \div (1 + 0/5 + 0/33 + 0/25)) = 0/48]$$

که این توزیع بهترین و عادی ترین شکل برتری شهری خواهد بود. بر پایه چنین معیاری، درجه تسلط و برتری شهر اول بر نظام شهری بر اساس جدول زیر پیشنهاد شده است، که در آن دامنه تسلط و برتری مطلوب شهر نخست بین شاخص ۰/۴۱ تا ۰/۵۴ فرض شده است و برای فوق برتری، شاخص بین ۰/۶۵ تا ۱ پیشنهاد شده است (عظیمی، ۱۳۸۱: ۶۷-۵).

جدول شماره (19): درجه نخست شهری در نظام شهری بر پایه شاخص چهار شهر

| شاخص چهار شهر | نوع برتری شهری |
|---------------|----------------|
| ۱ تا ۰/۶۵ | فوق برتری |
| ۰/۶۵ تا ۰/۵۴ | برتری |
| ۰/۵۴ تا ۰/۴۱ | برتری مطلوب |
| کمتر از ۰/۴۱ | حداقل برتری |

منبع: عظیمی، ۱۳۸۱: ۶۷.

مرورمختصری بر روش های ارزیابی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای

برای تبیین مفهوم ارزیابی لازم است ابتدا بر فرایند برنامه ریزی مروری مختصر داشته باشیم. فرایند برنامه ریزی تلاش می کند تا چارچوبی مناسب را فراهم آورد که طی آن برنامه ریز بتواند برای رسیدن به راه حل بهینه اقدام کند (Lee, 1973: 2). این فرایند ابتدا به وسیله پتريک گدس در ۳ مرحله برداشت، تحلیل و طرح (برنامه) تبیین گردید. در سال ۱۹۴۷ با تصویب قانون برنامه ریزی شهر و روستا در انگلستان مورد تأیید و تأکید قرار گرفت. در دهه ۱۹۶۰، با پیدایش نگرش سیستمی، کوشش هایی برای تعریف مجدد فرایند برنامه ریزی صورت گرفت. برخی از محققین این فرایند را در ۷ مرحله و برخی دیگر در ۱۱ مرحله قابل انجام دانسته اند. در کلیه این فرایندها ارزیابی "به عنوان یکی از ارکان مهم فرایند برنامه ریزی مورد تأکید بوده است. به ترتیب که بعد از تعیین اهداف کلی و مقاصد برنامه ریزی و تهیه گزینه های مختلف، ارزیابی صورت می پذیرد تا با مقایسه گزینه های مختلف، بر اساس شایستگی نسبی



آنها گزینه یا آلترناتیو مطلوب انتخاب شود. در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، روش های ارزیابی متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. لیچفیلد و دیگران روش های ارزیابی مهمی که بیشتر مورد توجه و کاربرد بوده است را عنوان کرده اند که ما بیشتر آنچه در این پژوهش به آن خواهیم پرداخت را اشاره می کنیم :

- روش فهرست معیارها؛
- روش ماتریس دستیابی به اهداف ؛
- روش های ارزیابی بهینه یابی.

رابرتز روش های ارزیابی به کاربرده شده در زمینه برنامه ریزی را به دو گروه روش های ارزیابی جزئی و روش های ارزیابی جامع طبقه بندی می کند. معرفی روش های ارزیابی چند معیاری در سال های اخیر طبقه بندی های جدیدی را مطرح کرده اند. فالودی و وگد روش های ارزیابی به کار گرفته شده در برنامه ریزی شهری و منطقه ای را در ۳ گروه زیر طبقه بندی می کند:

الف) روش های ارزیابی پولی که در آنها چارچوب ارزیابی بر منبای مقادیر پولی صورت می پذیرد، مثل روش تحلیل تأثیر هزینه، روش هزینه - فایده و روش تحلیل آستانه ای.

ب) روش های ارزیابی جامع (کلی) که تنها پیامدهای مالی و پولی بلکه اثرات و پیامدهای غیر پولی گزینه ها نیز مورد تحلیل قرار می گیرند، مثل جدول ترانزنامه برنامه ریزی و تحلیل تأثیر بر جامعه.

ج) روش های ارزیابی چند معیاری که در آنها امکان تحلیل و ارائه کلیه اطلاعات موجود در مورد گزینه ها بر اساس معیارهای متفاوت و چند بُعدی وجود دارد. این روش های ارزیابی ممکن است کاملاً کمی باشند (مثل روش ماتریس دستیابی به اهداف)، یا کلاً کیفی باشند

(مثل روش تحلیل نظام) و یا ترکیبی از اطلاعات کیفی و کمی (مثل روش های تحلیل اثرات

زیست محیطی)

روش ارزیابی فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جزو روش های ارزیابی چند معیاری است که در این مقاله به بررسی قابلیت کاربرد آن در برنامه ریزی شهری و منطقه ای خواهیم پرداخت .

چارچوب مفهومی فرایند تحلیل سلسله مراتبی

در ارزیابی هر موضوعی ما نیاز به معیار اندازه گیری با شاخص داریم، انتخاب شاخص مناسب به ما امکان میدهد که مقایسه درستی بین جایگزینیها یا آلترناتیوها به عمل آوریم. اما وقتی که چند یا



چندین شاخص برای ارزیابی در نظر گرفته میشود، کار ارزیابی پیچیده می کند و پیچیدگی کار زمانی بالا میگیرد که معیارهای چند یا چندینگانه باهم در فضا و از جنسهای مختلف باشند. در این هنگام کار ارزیابی و مقایسه از حالت ساده تحلیلی که ذهن قادر به انجام آن است خارج میشود و به یک ابزار تحلیل عملی قوی نیاز خواهد بود. یکی از ابزارهای توانمند برای چنین وضعیت هایی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. (اسماعیلیان، ۱۳۸۹: ۱۲۴) این فرآیند یک سنتز ریاضی و یک شیوه جبری تصمیمگیری با مقیاس نسبی است. این روش با استفاده از یک شبکه سیستمی، شاخص های مختلف و ضوابط و معیارهای چندگانه با ساختارهای چند سطحی اولویتدار برای رتبهبندی یا تعیین اهمیت گزینههای مختلف یک فرآیند تصمیم گیری پیچیده مورد استفاده قرار میگیرد (معصومزاده و تراب زاده، ۱۳۸۳: ۷۰). روش AHP یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چندمنظوره است که در سال ۱۹۷۰ ابداع گردید. این روش هنگامی که عمل تصمیمگیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبروست میتواند مورد استفاده قرار گیرد. فرآیند AHP ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به طور همزمان امکا نپذیر میسازد. اساس روش AHP مقایسههای زوجی یا دوبه دویی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم گیری است (قدسی پور، ۱۳۷۹: ۶۷). برای چنین مقایسههای نیاز به جمع آوری اطلاعات از تصمیم گیرندگان است. این امر به تصمیم گیرنده این امکان را میدهد که فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی تنها روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند. علاوه بر این مقایسه دو به دویی، به دلیل این که پاسخ دهنده فقط دو عامل را نسبت به هم میسنجد و به عوامل دیگر توجه ندارد، اطلاعات ارزشمندی را برای مسئله مورد بررسی فراهم میآورد و فرآیند تصمیم گیری را منطقی میسازد علاوه بر این، بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده است که قضاوت و محاسبات را تسهیل میکند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان میدهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیمگیری چندمعیاره است (باکویی، زنده روح؛ ۱۳۸۶: ۲۷).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روشی است منعطف، قوی و ساده برای تصمیمگیری در شرایطی که معیارهای تصمیمگیری متضاد؛ انتخاب بین گزینهها را با مشکل مواجه میسازد (زبردست، ۱۳۸۰: ۱) و باید تصمیمگیری در یک فضای چند بعدی صورت پذیرد. در چنین شرایطی روشهای ارزیابی چند



معیاری؛ با توجه به این که در این روشها فرض بر این است که هر یک از معیارها محور یا "بعد" جداگانهای هستند (توفیق، ۱۳۷۲: ۴۰). مورد استفاده قرار میگیرند.

این روش اکثراً برای تصمیمگیری در آنالیزهای عملیاتی و با ریسک بالا، جهت ارزیابی طرحهای جایگزین و در سطح کوچکتر جهت ارزیابی اثرات محیطی به کار برده میشود (Solnes، ۲۰۰۳: ۲۹۵). در این روش جدولی به نام جدول مقایسه دوبهدویی وجود دارد که امتیاز دهی براساس آن انجام میشود.

جدول شماره (20): مقایسه زوجی یا دوبه دویی ال ساعتی

| درجه اهمیت | امتیاز |
|----------------------------|--------|
| به شدت مرجح | 9 |
| بسیار مرجح تا به شدت مرجح | 8 |
| بسیار مرجح | 7 |
| با ارجحیت قوی تا بسیار قوی | 6 |
| با ارجحیت قوی | 5 |
| با ارجحیت متوسط تا قوی | 4 |
| با ارجحیت متوسط | 3 |
| با ارجحیت متوسط تا مساوی | 2 |
| با ارجحیت مساوی | 1 |

منبع: Al- Subhi Al-Harbi، 2001

مزیت این روش در این است که فاکتورهای عینی و ذهنی را در یک ساختار سیستماتیک شرکت داده و راه حلی ساده را در جهت حل مسائل تصمیمگیری جایگزین و یا ارائه می نماید (Al- Subhi Al-Harbi، ۱۹: ۲۰۰۱). روش AHP بر سه پایه شکل گرفته است، اول: ساختار مدل، دوم: مقایسه جایگزینها و سوم: نتیجه گیری از معیارها. امروزه استفاده از مدل AHP در جهت حل بسیاری از مسائل پیچیده در امر تصمیم گیری گسترش یافته است (Pakdin Amiri، ۱۹: ۲۰۱۰). به صورت دقیق تر می توان گفت که توسط AHP به مساله تصمیم گیری ساختار داده می شود و سپس گزینه های مختلف موجود بر اساس معیارهای مطرح در تصمیم گیری با هم مقایسه شده و اولویت انتخاب هر یک از آنها مشخص می شود (رهنما، ۱۳۸۸: ۴۲۳).

اساس روش AHP، نمایش سلسله مراتبی است که به حل مسائل پیچیده از طریق فرآیندهای ساده کمک می کند. این امر مستلزم این می باشد که معیارها به سطوح یکنواختی تجزیه شده باشد (Mepal



and others, ۲: ۲۰۱۰). کاربرد فضایی این مدل در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی توسط اوسوالد

مارینیوی در نرم افزار GIS Arc به کار گرفته شد (رهنما، ۱۳۸۸: ۴۲۳).

مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی در تجزیه و تحلیل داده ها

برای توضیح مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی از مثال زیر استفاده خواهد شد. فرض کنید از سه سایت A، B و C که به عنوان گزینه های مورد نظر برای مکان یابی مشخص شده اند. قرار است سایت مناسب برای اسکان براساس چهار معیار پستی و بلندی، دسترسی به آب، خطر زمین لرزه و دسترسی به شهر و راه انتخاب شود. معیار پستی و بلندی به دور زیر معیار ارتفاع از سطح دریا و شیب زمین؛ معیار خطر زمین لرزه به سه زیر معیار موقعیت سایت نسبت به گسله های بنیادی، موقعیت نسبت به رو مراکز زمین لرزه و شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی و معیار دسترسی به شهر و راه به دو زیر معیار

دسترسی به شهر و دسترسی به راه تقسیم شده اند

ساختن سلسله مراتبی برای تجزیه و تحلیل داده ها

در اولین اقدام، ساختار سلسله مراتبی مربوط به این موضوع را مشخص می کنیم (نمودار ۱). در

این نمودار، ما با یک سلسله مراتب چهار سطحی شامل: هدف ها، معیارها، زیر معیارها و گزینه ها مواجه هستیم. تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به یک "ساختار سلسله مراتبی" مهم ترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می شود. زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی آنها را به شکلی ساده، که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می کند. به عبارت دیگر، فرایند تحلیل سلسله مراتبی مسائل پیچیده را از طریق تجزیه آن به عناصر جزئی که به صورت سلسله مراتبی به هم مرتبط بوده و ارتباط هدف اصلی مسئله با پایین ترین سطح سلسله مراتبی مشخص است، به شکل ساده تری در می آورد.

پستی و بلندی = D / دسترسی به آب = E / خطر زمین لرزه = F

دسترسی به شهر و راه = G / ارتفاع از سطح دریا = H / شیب زمین = I

موقعیت نسبت به گسل های بنیادی = J / موقعیت نسبت به رو مراکز زمین لرزه = K

شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی = L / دسترسی به راه = M / دسترسی به شهر = N



تبیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها

دارای اهمیت بیشتری است یا " دسترسی به منابع آب "؟ مبنای قضاوت در این امر مقایسه ای جدول ۹ کمیتی زیر (جدول ۱) است که براساس آن و با توجه به هدف بررسی، شدت برتری معیار i نسبت به معیار j ، a_{ij} تعیین می شود. تمامی معیارها دو به دو مقایسه می شوند. مقایسه های دو به دو یک ماتریس $n \times n$ (در این حالت 4×4) ثبت می شوند و این ماتریس، " ماتریس مقایسه دو دوئی معیارها "، $A = [a_{ij}]_{n \times n}$ نامیده می شود. عناصر این ماتریس همگی مثبت بوده و با توجه به اصل " شروط معکوس " در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (اگر اهمیت i نسبت به j برابر $\frac{1}{k}$ باشد، اهمیت عنصر j نسبت به i برابر $\frac{1}{k}$ خواهد بود). در هر مقایسه دو دوئی، دو مقدار عددی a_{ij} و $\frac{1}{a_{ij}}$ را خواهیم داشت. در زیر ماتریس مقایسه دو دوئی معیارها برای مسئله مورد نظر ارائه شده است.

| | دسترسی خطر زلزله دسترسی پستی و بلندی | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| (۱) پستی و بلندی | 1 | $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{7}$ | $\frac{1}{5}$ |
| (۲) دسترسی به آب | 9 | 1 | 1 | 3 |
| (۳) خطر زلزله | 7 | 1 | 1 | 3 |
| (۴) دسترسی به شهر و راه | 5 | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ | 1 |

$$= A$$

در این ماتریس، مقدار عددی عنصر a_{21} (ردیف ۲ و ستون ۱) که ۹ می باشد، نشان می دهد که معیار دسترسی به آب در مکان یابی در مقایسه با " پستی و بلندی " دارای اهمیت مطلق بوده و با توجه به شرط معکوس، بنابراین مقدار عددی a_{12} برابر با $\frac{1}{9}$ خواهد بود. عناصر قطر این ماتریس، با توجه به اهمیت برابر هر معیار نسبت به خود در دستیابی به هدف، برابر با ۱ است.

برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها، چهار روش عمده زیر مطرح هستند:

۱. روش حداقل مربعات

۳. روش بردار ویژه

۲. روش حداقل مربعات لگاریتمی

۴. روش های تقریبی

از روش های فوق، روش بردار ویژه بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. اما اگر ماتریس A دارای

ابعاد بزرگتری باشد، محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه طولانی و وقت گیر خواهد بود، مگر این که از نرم



افزارهای کامپیوتری برای حل آن کمک گرفته شود. به همین دلیل است که ساعتی چهار روش تقریبی زیر را ارائه کرده است ۱. مجموع سطری، ۲. مجموع ستونی، میانگین حسابی، ۴. میانگین هندسی. (saaty، ۱۹۹۰) در این بررسی، روش میانگین هندسی به دلیل دقت بیشتر آن، مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها، ابتدا میانگین هندسی ردیف های هندسی ردیف ماتریس A را به دست آورده و آنها را نرمالیزه می کنیم:

$$1: \text{پستی و بلندی} \quad \left[\left(1\right)\left(\frac{1}{9}\right)\left(\frac{1}{7}\right)\left(\frac{1}{5}\right) \right]^{\frac{1}{4}} = 0.2374$$

$$2: \text{دسترسی به آب} \quad \left[(9)(1)(1)(3) \right]^{\frac{1}{4}} = 2.2795$$

$$3: \text{خطر زلزله} \quad \left[(7)(1)(1)(3) \right]^{\frac{1}{4}} = 2.1497$$

$$4: \text{دسترسی به شهر و راه} \quad \left[\left(5\right)\left(\frac{1}{3}\right)\left(\frac{1}{3}\right)\left(1\right) \right]^{\frac{1}{4}} = \frac{0.8633}{5.5209}$$

ضریب اهمیت معیارها از نرمالیزه کردن این اعداد، یعنی از تقسیم هر عدد به سر جمع آنها به دست

می آید.

$$w1 = \frac{0.2347}{5.5209} = 0.043$$

$$W2 = 0.4129$$

$$W3 = 0.3877$$

$$W4 = 0.1564$$

همانطور که مشاهده می شود، مجموع ضریب اهمیت معیارهای چهارگانه مزبور (سطح دوم سلسله

مراتبی) معادل یک است و این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است.

برای به دست آوردن ضرایب اهمیت زیر معیارها، همان مراحل که در بالا به دست آوردن ضریب

اهمیت معیارها طی شده را انجام می دهیم. معیار پستی و بلندی از دو زیر معیار، "ارتفاع از سطح دریا

" و "شیب زمین" تشکیل یافته است. بنابراین، ماتریس مقایسه دودوئی معیارها را برای این دو زیر

معیار، براساس همان جدول ۹ کمیتی ساعتی (جدول ۱) تشکیل می دهیم (ماتریس A):



$$\square \text{ ارتفاع از سطح دریا} \quad \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{5} \\ 5 & 1 \end{bmatrix} = A_1$$

ضریب اهمیت این دو زیر معیار ، با استفاده از روش میانگین هندسی به دست می آید :

$$W_H = 0.167 \text{ ضریب اهمیت ارتفاع از سطح دریا}$$

$$W_I = 0.833 \text{ ضریب اهمیت شیب زمین}$$

به همین ترتیب ، ضرایب اهمیت زیر معیارهای دو معیار دیگر یعنی زلزله و دسترسی به شهر و راه را به دست می آوریم . مقایسه دو دوئی معیارها برای زیر معیارهای موقعیت نسبت به گسله های بنیادی ، موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه و شدت زلزله های تاریخی و دستگاہی به وسیله ماتریس A_2 و همین مقایسه برای زیر معیارهای دسترسی به شه $\square \square \square$ به راه به وسیله ماتریس A_3 نشان داده شده است .

$$\begin{array}{l} \square \text{ موقعیت نسبت به گسله های بنیادی} \\ \square \text{ موقعیت نسبن به رو مراکز زمین لرزه} \\ \square \text{ شدت زلزله های تاریخی و دستگاہی} \end{array} \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} = A_2$$

$$w_J = 0.327 \text{ ضریب اهمیت موقعیت نسبت به گسله های بنیادی}$$

$$w_k = 0.413 \text{ ضریب اهمیت موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه}$$

$$w_l = 0.260 \text{ ضریب اهمیت شدت زلزله های تاریخی و دستگاہی}$$

$$\begin{array}{l} \square \text{ دسترسی به راه} \\ \square \text{ دسترسی به شهر} \end{array} \quad \begin{array}{c} M \quad N \\ \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{7} \\ 7 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$w_M = 0.125 \text{ ضریب اهمیت دسترسی به راه}$$

$$w_N = 0.875 \text{ ضریب اهمیت دسترسی به شهر}$$

تعیین ضریب اهمیت گزینه ها

بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیر معیارها ، ضریب اهمیت گزینه ها را باید تعیین کرد . در

این مرحله ، ارجحیت هر یک از گزینه ها در ارتباط با هر یک از زیر معیارها و اگر معیاری زیر معیار



نداشته باشد (مثل دسترسی به آب) مستقیماً با خود آن معیار ، مورد قضاوت و داوری قرار می گیرد .
 مبنای این قضاوت همان مقیاس ۹ کمیتهی ساعتی است با این تفاوت که در مقیاس گزینه ها در ارتباط با
 هر یک از زیر معیارها (یا معیار ، حسب مورد) ، بحث کدام گزینه مهم تر است ؟ مطرح نیست، بلکه "
 کدام گزینه ارجح است ؟ و چقدر ؟ مطرح است . بنابراین ، مقیاس ۹ کمیتهی ساعتی به شرح جدول ۲ ،
 مبنای قضاوت گزینه ها قرار خواهد گرفت :

جدول مقیاس ۹ کمیتهی ساعتی برای مقایسه دو دوئی گزینه ها

| تعریف | امتیاز (شدت ارجحیت) |
|---|-----------------------|
| ترجیح یکسان (Equally preferred) | ۱ |
| کمی مرجح (Moderately preferred) | ۳ |
| ترجیح بیشتر (Strongly preferred) | ۵ |
| ترجیح خیلی بیشتر (very Strongly preferred) | ۷ |
| کاملاً مرجح (Extremely preferred) | ۹ |
| ترجیحات بینابین (وقتی حالت های میانه وجود دارد) | ۲, ۴, ۶, ۸ |

فرایند به دست آوردن وزن (ضریب اهمیت) گزینه ها نسبت به هر یک از زیر معیارها شبیه تعیین
 ضریب اهمیت معیارها نسبت به هدف است . در هر دو حالت ، قضاوت ها بر مبنای مقایسه دو دوئی
 معیارها یا گزینه ها و براساس مقیاس ۹ کمیتهی ساعتی صورت پذیرفته و نتیجه در ماتریس مقایسه دو
 دوئی معیارها یا گزینه ها ثبت شده و از طریق نرمالیزه کردن میانگین هندسی ردیف های این ماتریس ها
 ، ضرایب اهمیت مورد نظر به دست می آید . با این حال ، باید به یک تفاوت عمده در این مقایسه ها
 اشاره شود . مقایسه گزینه های مختلف نسبت به زیر معیارها و یا معیارها (اگر معیاری زیر معیار
 نداشته باشد) صورت می پذیرد . در صورتی که مقایسه با یکدیگر نسبت به " هدف " مطالعه صورت می
 پذیرفت . بنابراین ، به جای این که سؤال شود " معیار A ، در دستیابی به هدف چقدر از معیار B مهم تر



است؟" در مقایسه گزینه ها سؤال به این ترتیب مطرح می شود که "گزینه A در ارتباط با زیر معیار X چقدر برگزینه Z ارجحیت دارد؟"

در جدول ۳ که بیشتر به ماتریس ارزیابی معروف است، ارزش هر یک از گزینه ها در ارتباط با زیر معیارها و معیار دسترسی به آب (که زیر معیار ندارد) ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می شود، زیر معیارها هم کمی هستند و هم کیفی، و این، نشان دهنده مزیت دیگر فرایند تحلیل سلسله مراتبی است که با ترکیبی از معیارهای کمی و کیفی سرو کار دارد.

جدول شماره (21). ماتریس ارزیابی برای مکانیابی مورد نظر

| گزینه | ارتفاع از سطح دریا (متر) | شیب زمین (درصد) | دسترسی به آب | موقعیت نسبت به گسل های بنیادی | موقعیت نسبت به رو مراکز زمین لرزه | شدت زلزله های تفریحی و دستگاہی | دسترسی به راه | دسترسی به شهر |
|-------|--------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| A | ۵۶۹ | ۵ | دسترسی خوب | مناسب | نامناسب | کم | دسترسی خوب | دسترسی نسبتاً خوب |
| B | ۹۲۰ | ۱۰ | دسترسی نسبتاً خوب | نامناسب | نسبتاً مناسب | متوسط | دسترسی نسبتاً خوب | دسترسی کم |
| C | ۲۱۰۰ | ۳ | دسترسی بسیار کم | نامناسب | مناسب | متوسط | دسترسی نسبتاً خوب | دسترسی نسبتاً کم |

در زیر ماتریس های مقایسه دو دوئی گزینه ها در ارتباط با هر یک از زیر معیارها و نیز معیار دسترسی به آب ارائه شده است:

□ □ □

$$\square \begin{bmatrix} 1 & 3 & 8 \\ 1/3 & 1 & 4 \\ 1/8 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

ارتفاع از سطح دریا

□ □ □

$$\square \begin{bmatrix} 1 & 6 & 1/4 \\ 1/6 & 1 & 1/7 \\ 4 & 7 & 1 \end{bmatrix}$$

شیب زمین

□ □ □

□ □ □



$$\square \begin{bmatrix} 1 & 8 & 8 \\ 1/8 & 1 & 1 \\ 1/8 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

دسترسی به آب

$$\square \begin{bmatrix} 1 & 5 & 8 \\ 1/5 & 1 & 4 \\ 1/8 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

موقعیت نسبت به گسل های بنیادی

□ □ □

$$\square \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/7 \\ 5 & 1 & 1/5 \\ 7 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

موقعیت نسبت به رو مراکز زمین لرزه

□ □ □

$$\square \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5 \\ 1/5 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

شدت زمین لرزه های تاریخی و دستگامی

□ □ □

$$\square \begin{bmatrix} 1 & 6 & 4 \\ 1/6 & 1 & 1/3 \\ 1/4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

دسترسی به راه

□ □ □

$$\square \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5 \\ 1/5 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

دسترسی به شهر

ضریب اهمیت گزینه ها در ارتباط با زیر معیارها، از طریق نرمالیزه کردن میانگین هندسی ردیف های

ماتریس مقایسه دو دوئی و به شرح زیر تعیین می شود :

$$\text{ارتفاع از سطح دریا} \quad \begin{cases} A: \sqrt[3]{24} = 2.885 \\ B: \sqrt[3]{4/3} = 1.101 \\ C: \sqrt[3]{1/32} = \frac{0.315}{4021} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_A = 0.685 \\ W_B = 0.240 \\ W_C = 0.075 \end{cases}$$

$$\text{شیب زمین} \quad \begin{cases} A: \sqrt[3]{6/4} = 1.145 \\ B: \sqrt[3]{1/42} = 0.288 \\ C: \sqrt[3]{28} = \frac{3.037}{4.47} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_A = 0.256 \\ W_B = 0.064 \\ W_C = 0.0680 \end{cases}$$

$$\text{دسترسی به آب} \quad \left\{ \begin{array}{l} A: \sqrt[3]{40} = 3.420 \\ B: \sqrt[3]{4/5} = 0.928 \\ C: \sqrt[3]{1/32} = \frac{0.315}{4.663} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} W_A = 0.733 \\ W_B = 0.064 \\ W_C = 0.068 \end{array} \right.$$

$$\text{موقعیت نسبت به گسل های بنیادی} \quad \left\{ \begin{array}{l} A: \sqrt[3]{64} = 4.000 \\ B: \sqrt[3]{1/8} = 0.500 \\ C: \sqrt[3]{1/8} = \frac{0.500}{5} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} W_A = 0.800 \\ W_B = 0.10 \\ W_C = 0.10 \end{array} \right.$$

$$\text{موقعیت نسبت به رو مراکز زمین لرزه} \quad \left\{ \begin{array}{l} A: \sqrt[3]{1/35} = 0.306 \\ B: \sqrt[3]{1} = 1.000 \\ C: \sqrt[3]{35} = \frac{3.271}{43577} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} W_A = 0.067 \\ W_B = 0.218 \\ W_C = 0.715 \end{array} \right.$$

$$\text{ت زمین لرزه های تاریخی و دستگامی} \quad \left\{ \begin{array}{l} A: \sqrt[3]{25} = 2.924 \\ B: \sqrt[3]{1/5} = 0.585 \\ C: \sqrt[3]{1/5} = \frac{0.585}{4.054} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} W_A = 0.714 \\ W_B = 0.143 \\ W_C = 0.143 \end{array} \right.$$

$$\text{دسترسی به راه} \quad \left\{ \begin{array}{l} A: \sqrt[3]{25} = 2.924 \\ B: \sqrt[3]{1/5} = 0.585 \\ C: \sqrt[3]{1/5} = \frac{0.585}{4.054} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} W_A = 0.714 \\ W_B = 0.143 \\ W_C = 0.143 \end{array} \right.$$

$$\text{دسترسی به شهر} \quad \left\{ \begin{array}{l} A: \sqrt[3]{24} = 2.884 \\ B: \sqrt[3]{1/18} = 0.382 \\ C: \sqrt[3]{1/12} = \frac{0.437}{3.703} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} W_A = 0.779 \\ W_B = 0.103 \\ W_C = 0.118 \end{array} \right.$$



تعیین امتیاز نهایی (اولویت) گزینه ها

تا این مرحله ، ضرایب اهمیت معیارها و زیر معیارها در ارتباط با هدف مطالعه و نیز ضرایب اهمیت (امتیاز) گزینه ها در ارتباط با هر یک از زیر معیارها و نیز معیار " دسترسی به آب " تعیین شده است . در این مرحله ، از تلفیق ضرایب اهمیت مزبور ، " امتیاز نهایی " هر یک از گزینه ها تعیین خواهد شد . برای این کار از " اصل ترکیب سلسله مراتبی " ساعتی که منجر به یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می شود ، استفاده خواهد شد

$$g_{ij} = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m W_k W_i$$

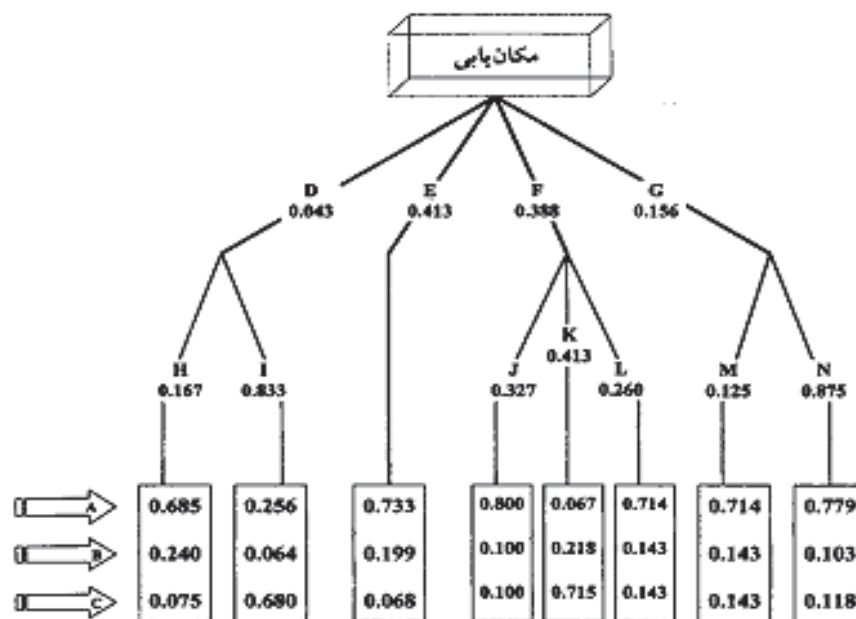
که در آن :

W_k ضریب اهمیت معیار K

W_i همضریب اهمیت زیر معیار i

g_{ij} امتیاز گزینه j در ارتباط با زیر معیار i

ضرایب اهمیت معیارها ، زیر معیارها و امتیاز گزینه ها در ارتباط با هر یک از زیر معیارها در نمودار ۲ ارائه شده است .



نمودار ۲، ضرایب اهمیت معیارها، زیر معیارها و گزینه ها در ساختار سلسله مراتبی نحوه تعیین امتیاز نهایی گزینه ها، بر اساس اصل ترکیب سلسله مراتبی و با استفاده از ضرایب اهمیت ارائه شده در نمودار ۲ در جدول ۳ ارائه شده است. امتیازات نهایی گزینه ها نشان می دهد که گزینه A (سایت A) برای اهداف مکان یابی بهترین

گزینه ها C و B به ترتیب اولویت های دوم و سوم قرار دارند.



بررسی سازگاری در قضاوت ها

یکی از مزیت های فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها است . به عبارت دیگر در تشکیل ماتریس مقایسه دو دوئی معیارها (ماتریس A) ، چقدر سازگاری در قضاوت ها رعایت شده است ؟ وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر برآورد می شود ، احتمال ناهماهنگی در قضاوت ها وجود دارد . یعنی اگر A_i از A_j مهم تر باشد و A_j از A_k مهم تر باشد . اما علیرغم همه کوشش ها ، رجحان ها و احساس های مردم غالباً ناهماهنگ و نامتعدی هستند . پس باید سنجه ای را یافت که میزان ناهماهنگی داوری ها را نمایان سازد (توفیق ، ۱۳۷۲ ، ص ۴۲).

مکانیزی که ساعتی (Saaty , ۱۹۸۸) برای بررسی ناسازگاری در قضاوت ها در نظر گرفته است ، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری $(I.R.)^{(۷۴)}$ است که از تقسیم شاخص ناسازگاری $(I.I.)^{(۸۴)}$ به شاخص تصادفی بودن $(R.I.)$ حاصل می شود . چنانچه این ضریب کوچک تر یا مساوی $0/۱$ باشد ، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است و گرنه باید در قضاوت ها تجدید نظر شود . به عبارت دیگر ماتریس مقایسه دو دوئی معیارها باید مجدداً تشکیل شود :

$$I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

شاخص ناسازگاری

شاخص تصادفی بودن با توجه به تعداد معیارها (n) از جدول زیر قابل استخراج است :

جدول شماره (22): شاخص تصادفی بودن (R.I.)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|---|------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | n |
| 1/59 | 1/57 | 1/56 | 1/48 | 1/51 | 1/49 | 1/45 | 1/41 | 1/32 | 1/24 | 1/12 | 0/9 | 0/58 | 0 | R.I. |

مأخذ: Bowen, 1993: 349



در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم

(λ_{\max}) از L به شرح زیر استفاده می شود:

$$L = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (AW_i/W_i) \right]$$

که در آن AW_i برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه دو دوتی معیارها (ماتریس A) در بردار W_i (بردار وزن یا ضریب اهمیت معیارها حاکی از آن است که سازگاری قضاوت ها در تعیین ضرایب اهمیت معیارهای چهارگانه برای مکان یابی ارائه شده است :

بررسی سازگاری در قضاوت ها برای تعیین ضرایب اهمیت معیارها :

1. محاسبه بردار AW

$$\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{9} & \frac{1}{7} & \frac{1}{5} \\ 9 & 1 & 1 & 3 \\ 7 & 1 & 1 & 3 \\ 5 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.043 \\ 0.4129 \\ 0.3877 \\ 0.1564 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1755 \\ 1.6568 \\ 1.5708 \\ 1.6383 \end{bmatrix}$$

2. محاسبه L

$$L = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (AW_i/W_i) \right]$$

$$L = \frac{1}{4} \left[\frac{0.1755}{0.043} + \frac{1.6568}{0.4129} + \frac{1.5708}{0.3877} + \frac{1.6383}{0.1564} \right]$$

$$L=4.0567$$

3. محاسبه شاخص سازگاری CI

$$CI = \frac{L-n}{n-1}$$



$$CI = \frac{4.0567 - 4}{4 - 1} = 0.0189$$

4. محاسبه ضریب سازگاری CR

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0189}{0.9}$$

$$CR = 0.021 < 0.1 \quad \text{O.K.}$$

یعنی سازگاری در قضاوت ها رعایت شده است .

ریشه و منشا و تفسیر های اولیه از توسعه

پیشینه توسعه بسیار قوی و دارای قدمتی همزمان با تغییرات طبیعی ، اجتماعی در سطح کره زمین می باشد که به تدریج جایگزین مفاهیم دیگری نظیر ترقی ، تکامل و رشد شد . (مطیعی لنگرودی حسن ، ۱۳۸۲ ، ۵۸) در ابتدا از علوم طبیعی استخراج گردیده و در مورد فرآیند تغییر در جوامع بشری به کار گرفته شد . واژه توسعه در نخستین کاربردش به زبان فرانسه و انگلیسی در سال ۱۷۵۲ به معنای رسیدن به اهداف با ایدهایی طبق یک طرح یا برنامه بود . سپس این واژه بعنوان مراحل مشخصی در برنامه خود و بعد به مثابه توالی بیولوژیکی تغییر از یک دانه و تخم گیاه به گل به کار رفت . در معنای لغوی واژه توسعه نیز همین کاربرد مستتر است . به معنی خارج شدن از پوشش و لفاف می باشد . یا بروز و ظهور نمودن همه آنچه که بطور بالقوه در چیزی وجود دارد یا رشد و تکامل یک ارگانیسم از نوع و حالتی ساده به نوع و حالتی کامل تر پیچیده تر در حد بلوغ و کامل . از آن پس تحت تاثیر قالب فکری داروینیسیم ، توسعه برای توصیف تغییرات بیولوژیکی به کار گرفته شد و با واژه رشد مترادف گردید . (موثقی احمد ، ۱۳۸۳ : ۲۲۵)

به این ترتیب توسعه به معنای فرآیندی شد که از طریق آن استعداد های نهفته و توانایی های بالقوه یک شی یا ارگانیسم شکوفا می شود تا اینکه به شکل طبیعی و کامل به بلوغ نهایی اش برسد . با این استعاره امکان نشان دادن هدف و توسعه بعد برنامه آن فراهم شد . در دوره و فاصله بین ولف تا داروین (۱۷۵۹ تا ۱۸۵۹) توسعه از مفهوم دگرگونی به سوی شکلی مناسب از وجود به مفهوم دگرگونی به سمت شکل همیشه کامل متحول شد و با واژه تکامل هم خوانی پیدا کرد . این استعاره در ریع آخر قرن هجدهم میلادی در حوزه اجتماعی به کار گرفته شد و هربرت اسپنسر به مطالعه و بررسی در اجتماع پرداخته و تکامل و پیشرفت اجتماعی را مطرح کرد و نه تنها جامعه را با یک ارگانیسم بیولوژیکی مقایسه کرد بلکه