تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

مجید حسن فینی‌زاده*

چکیده

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارهای مطرح است، چند سالی است که روش تحلیل سلسله مراتبی بیش از سایر روشها مورد استفاده قرار گرفته است. این روش از آنجا که سازگاری زیادی با نحوه تفکر و فرایندهای ذهنی انسان دارد و نیز الگوریتم آن بر اساس یک منطق ریاضی بنا شده است از کارایی فوق‌العاده بالا برخوردار است و استفاده از آن بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری را حل نموده است. در این مقاله سعی بر آن است که ابتدا تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه معرفی شود سپس روش تحلیل سلسله مراتبی بیان شود و نهایتاً برای نشان دادن چگونگی کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی یک مثال کاربردی ارائه شده است که با مطالعه این مثال مفهوم این روش به روشنی قابل فهم خواهد بود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

تصمیم‌گیری یکی از مهم‌ترین وظایف مدیر است. تصمیماتی که مدیران با آنها مواجه هستند معمولاً پیچیده و دارای معیارهای متعددی است که در نظر گرفتن تمام آنها و ملاک عمل قرار دادن در انتخاب، کاری بس مشکل و در بعضی مواقع تقریباً غیر ممکن به نظر می‌رسد. متأسفانه روش‌های کلاسیک به علت اینکه نمی‌توانند تمام ضوابط و محدوده مسئله را در برگیرند، معمولاً در عمل مورد استفاده مدیران اجرایی نبوده و به ناچار مدیران مجبورند به استفاده از تجربیات به صورت ضمنی تصمیم‌گیری کنند. این نوع تصمیم‌گیری

* عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق.

گرچه در بعضی مواقع بسیار شایسته و منجر به انتخاب صحیح می‌شود ولی در اغلب موارد به علت اینکه شخص تصمیم‌گیرنده نمی‌تواند تمام عوامل را در مغز خود با یکدیگر مقایسه کرده، نتیجه‌گیری کند، شانس موفقیت آن بسیار کم می‌باشد.

روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی یا AHP[1] که از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشد و اخیراً مورد استفاده واحدهای تولیدی، خدماتی و اداری کشورهای پیشرفته قرار گرفته است، روشی است علمی که می‌تواند راهگشای بسیاری از تصمیمات بغرنج و پیچیده باشد. این روش که به اصول ریاضی مستدل است، ابتدا مسئله پیچیده را تبدیل به یک نمودار چند سطحی کرده، سپس با استفاده از روش جبری تصمیم‌گیرنده را یاری می‌کند.

۱. تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه[2] به مواردی اشاره دارد که، معمولاً از میان معیارهای متنوع و متضاد و ناسازگار می‌گذرد. این نوع تصمیم‌گیری به طور وسیعی در زندگی روزمره وجود ندارد؛ زیرا تصمیم‌گیری فرآیند انتخاب یک گزینه[3] شدنی از میان گزینه‌های موجود است و از طرف دیگر تقریباً در تمام مسائل، چندگانه بودن معیارها، برای قضاوت روی گزینه امری معمولی است. در این مسائل تصمیم‌گیرنده می‌خواهد در آن واحد به بیش از یک منظور یا هدف برسد، به گونه‌ای که محدودیت‌های ایجاد شده به وسیله فرآیندها، محیط و منابع را ارضا نماید. محققین زیادی مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه را مورد بررسی قرار داده‌اند، از جمله می‌توان به میلان زلنی،[4] اس‌فرنچ،[5] ال جی توماس،[6] ارهارتلی دی جی وایت،[7] فاندل گونتر،[8] اسپرونک جاپ[9] اشاره نمود.

چهار کلمه بیش از هر حرف دیگری در ادبیات، موضوع مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه آمده که، شامل مشخصه‌ها،[10] اهداف،[11] آرمان‌ها[12] و معیارها[13] می‌گردند. بعضی از محققین بین این مفاهیم تمیز قائلند، در حالی که محققین دیگر آنها را به

1. Analytic Hierachy Process.
2. Multiple criteria Decision making (M.C.D.M).
3. Alternative.
4. Milan Zeleny.
5. S.French.
6. L.G.Thomas.
7. R.hartley D.J.White.
8. Fandle Gunter.
9. Spronk Jaap.
10. Attributes.
11. Objectives.
12. Goals.
13. Criteriac.

جای هم به کار می‌برند. هوانگ[1] و کوانگ سان‌یون[2] ضمن قائل شدن اختلاف بین مفاهیم چهار کلمه فوق، مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه یا ام. سی. دی. ام را به دو نوع تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه با ام. ا. دی. ام[3] و تصمیم‌گیری با مشخصه‌های چندگانه[4] یا ام. اِ. دی اِم تقسیم کرده‌اند. بر حسب این مدل که مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه برای طرح،[5] یا انتخاب،[6] بهترین گزینه از میان گزینه‌های نامحدود،[7] یا محدود[8] موجود به کار روند و هم‌چنین با توجه به سایر مشخصه‌های کاربر یا مفاهیم آن، این تقسیم‌بندی صورت پذیرفته است. شکل شماره ۱ این تقسیم‌بندی را بر اساس عناوین هر یک از مدل‌ها نشان می‌دهد. مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی[9] یا GP، به عنوان شاخه‌ای از مدل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه شناخته شده است.

شکل شماره ۱: مدل‌های اِم. اِ. دی. ام در مقابل اِم. اُ. دی. ام

عنوان	ام. اِ. دی. ام	ام. اُ. دی. ام
تعریف معیارها	به صورت مشخصه‌ها	به صورت اهداف
هدف	صنفی ضعیف	روشن
مشخصه‌ها	روشن	صنفی
محدودیت	غیر فعال	فعال
گزینه	محدود و ازقبیل تعیین‌شده	نامحدود
رابطه با تصمیم‌گیرنده	نه خیلی زیاد	بیشتر اوقات
موارد استفاده	انتخاب یا ارزیابی	طراحی

۲. روش‌های تصمیم‌گیری گروهی با معیارهای چندگانه

در زمینه تصمیم‌گیری با معیارهای کیفی، کارهای کمی انجام شده است. شاید یکی از پرآوازه‌ترین آنها AHP باشد که، می‌توان جهت انتخاب بهترین راه‌حل از میان چندین راه‌حل از آن استفاده کرد. هم‌چنین این قابلیت را دارد که می‌توان از نظریات افراد مختلف بهره گرفت.

1. Ching - haj Hwang.
2. Kwan sunyoon.
3. Multiple Objective Decision Making (M.O.D.M).
4. Multiple Attributed Decision Making (M.A.D.M).
5. Design.
6. Selection.
7. Infinite Number.
8. Finite Number.
9. Goal programming.

کار بسیار مهم دیگری که صورت گرفته، مدل‌سازی واقعیت‌های پیرامون ما می‌باشد که پروفسور لطفی‌زاده از عهده این مدل‌سازی توسط فازی،[1] بسیار سربلند بیرون آمد و روش‌های تصمیم‌گیری که از فازی استفاده می‌کنند، در مدل‌سازی موفق‌ترند و نهایتاً انتخاب شایسته و مناسبی به همراه خواهند داشت.

یکی از روش‌های تصمیم‌گیری مرسوم، روش نسبتاً ساده‌ای است که، پروفسور یاگر[2] ارائه کرده است. در این روش تصمیم‌گیری، هیچ معیار کمی وجود نداشته، همه معیارها به شکل کیفی در مدل حضور دارند. حتی اعداد در این روش ابتدا به شکل کیفی با هم مقایسه می‌شوند، سپس در مدل آورده می‌شوند. پرفسور یاگر معتقد است که دنیا در حال حاضر با عدم دقت بنا شده که حتی مسائل کمی نیز چندان دقیق نیستند.

از دیگر روش‌های این نوع تصمیم‌گیری روشی است به نام روش حدسی[3] که توسط باچانان[4] تهیه شده است.

۲ـ۱. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی یا A.H.P

با توجه به تنوع عوامل عدیده دخیل در یک فرآیند تصمیم‌گیری و نیز، محدودیت عقلایی که هر انسان به تنهایی با آن مواجه است، شاید همکاری و تشریک مساعی گروهی، یکی از بهترین راه‌های دست‌یابی به یک سیستم تصمیم‌گیری منطقی، منظم، جامع و کامل باشد. سازمان‌های امروزی چنان پیچیده شده‌اند که مدیر مجبور است در تصمیم‌گیری‌ها با شیوه‌های مختلف از دیگران کمک بگیرد و بر کیفیت تصمیمات اخذ شده بیافزاید.

پیچیدگی تصمیمات مدیریت باعث خواهد شد که، مدیر برای تصمیم‌گیری بهتر، از افراد متعدد و با موقعیت‌های شغلی مختلف و تخصص‌های گوناگون کسب نظر نماید. ارتباط متقابل در یک تصمیم‌گیری گروهی در مقایسه با تصمیم فردی، می‌تواند بر ابعاد گوناگون کیفیت آثار افزایشی و کاهشی بگذارد. وقتی اعضای گروه برای ابراز نظراتشان رو در رو قرار می‌گیرند، ضمن عیب‌جویی از همدیگر، دیگران را نیز برای انطباق دادن با نظریات فردی خود، ممکن است تحت فشار قرار دهند. افرادی که از تخصص و آگاهی و توانمندی بالاتری برخوردارند، یا سن و تجربه زیاد دارند، ممکن است به افراد کم‌تجربه و جوان فرصت ارائه نظر ندهند. تک‌فکری یکی از مشکلات دیگر تصمیم‌گیری است.

---

1. Fuzzy.
2. Yager.
3. Guess method.
4. JT Buchanan.

در دنیای اجرا از روش‌های متعدد برای مؤثرکردن تصمیم‌گیری چون طوفان مغزی،[1] روش دلفی[2] و تکنیک گروه اسمی[3] استفاده شده است. اگرچه استفاده از این روش‌ها تا حدودی مشکلات تصمیم‌گیری گروهی را حل کرده است، ولی به کارگیری آنها به جهت زمان و هزینه خالی از اشکال نیست. امروزه پیچیدگی تصمیمات به حدی است که عملاً استفاده از روش‌های ذکر شده غیر ممکن شده، نیاز به یک روش جامع بیش از پیش احساس می‌گردد. فرآیند A.H.P یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره[4] است، که اولین بار توسط توماس. ال. ساعتی[5] عراقی‌الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. این روش می‌تواند در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبرو است استفاده گردد.

معیارها می‌توانند از هر دو نوع کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات دوبه‌دوی گزینه‌ها یا زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتب تصمیم آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را به تصویر می‌کشد.

براساس تشکیل این درخت و سلسله مراتب ورودی آن، یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از عوامل دخیل در تصمیم‌گیری را در راستای گزینه‌های رقیب مشخص می‌سازد. در نهایت منطق A.H.P به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

نکته قابل توجه بعدی در مورد A.H.P، نرخ سازگاری یا جامعیت نظرات ابراز شده است. این نرخ، جامعیت مقایسات را مشخص کرده و نشان می‌دهد که، تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های حاصله اعتماد کرد. ممکن است که مقایسات انجام شده توسط تصمیم‌گیرنده جامع نباشد. مثلاً A به B برابر ۲ در نظر گرفته شود و اولویت B به C برابر ۳ تعیین شود، در این صورت باید اولویت A به B برابر ۶ باشد، یعنی در حالت جامع بودن از آنجایی که مقایسات به صورت دوتایی بدون توجه به سایر تمهیدات احتمالی روی در روی انجام شود. بنابراین، اگر برای A به C عددی به غیراز ۶ در نظر گرفته شود، از جامعیت مقایسات کاسته می‌شود. براساس تجربه هرگاه نرخ جامعیت C.R در رابطه با یک جدول مقایسه کمتر ۱٪ باشد، جامعیت آن جدول قابل قبول است. ولی اگر نرخ مذکور بیشتر از ۱٪

---

1. Brain Storming.
2. Delphi Technique.
3. Numinal Group Techinque.
4. Multi - criteria Decision making.
5. Thomas, L. Saaty.

باشد باید مقایسات را باید دوباره انجام داد. بهترین روش برای محاسبه C.R استفاده از بردارهای ویژه[1] است.

۲-۱-۱. فرضیات روش A.H.P

- تصمیم‌گیرنده قادر است تا تصمیم‌گیری خود را در قالب یک درخت بیان کند. درخت تصمیم‌گیری دارای یک هدف یا سطح اول تعدادی معیار یا سطح دوم تعدادی گزینه یا سطح سوم می‌باشد.

- تصمیم‌گیرنده قادر است، دو گزینه مختلف را نسبت به یک معیار مشخص با هم مقایسه کرده، اگر اولویت الف به ب نسبت به معیار X برابر M باشد، آنگاه اولویت ب به الف نسبت به معیار X برابر $\frac{1}{M}$ خواهد بود.

- هنگام مقایسه دو گزینه نسبت به یک معیار مشخص، هیچگاه تصمیم‌گیرنده اولویت یک گزینه را به دیگری بی‌نهایت یا صفر فرض نمی‌کند.

- کلیه گزینه‌ها و معیارهایی که در تصمیم‌گیری مؤثرند در درخت تصمیم نشان داده می‌شوند.

۲-۱-۲. کاربردهای روش A.H.P

قابلیت A.H.P در مدل‌کردن عوامل کیفی و کمی باعث شده است که، این روش در زمینه‌های مختلفی از جمله بهداشتی، سیاست و برنامه‌ریزی شهری و دیگر ابعاد علمی و کاربردی مورد استفاده قرار گیرند.

به طور کلی A.H.P در مسائل رتبه‌بندی، انتخاب، ارزیابی، آماده‌سازی و پیش‌بینی که همگی به نوعی نیاز به انجام اقدامات تصمیم‌گیری دارند مورد استفاده قرار گرفته است. در اکثر مواقع A.H.P همراه با سایر روش‌های تحقیق در عملیات مانند برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی عدد صحیح به کار رفته است.

کاربرد دیگر A.H.P در مورد شبکه‌های سیستمی[2] یا سیستم‌های با بازخور[3] است. در این سیستم معمولاً تأثیر عوامل و گزینه‌ها دو طرفه است.

استفاده خاص دیگر از A.H.P در برنامه‌ریزی[4] است. یکی از مسائل روی در روی، به‌ویژه در برنامه ریزی استراتژیک، شناسایی مجموعه اهداف سیستم و تعدیل سیستم جهت رسیدن به این اهداف است.

کاربرد دیگر A.H.P در انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه یا R&D است. به‌وسیله

1. Eigen Vectors.
2. System Networks.
3. Systems with feedback.
4. Planning.

A.H.P می‌توان اولویت انتخاب هر یک از پروژه‌ها را به دست آورد. در این مورد، تشکیل درخت و انجام مقایسات لازم وابسته به استراتژی‌های سازمانی است که مایل است پروژه‌ها را انتخاب کند. پس از به دست آوردن اولویت هر پروژه می‌توان وزن‌های حاصله را در تابع هدف یک مدل صفر و یک وارد کرد. محدودیت‌های مدل نیز مربوط به تخصیص منابع به پروژه‌هاست. با حل این مدل بهترین پروژه‌ها را می‌توان انتخاب کرد.

۲-۱-۳. مزایای A.H.P

برجسته‌ترین خصایص برتر این روش را در قالب زیر می‌توان لیست کرد:

- مدون و سیستماتیک کردن فرآیند بسیار ذهنی تصمیم‌گیری و در نتیجه تسهیل قضاوت صحیح و دقیق.
- دست‌یابی مدیریت به اطلاعات مربوط به ضوابط ارزیابی و وزن هر کدام به عنوان یکی از مزایای جنبی این روش.
- امکان تجزیه و تحلیل حساسیت نتایج با استفاده از کامپیوتر.

۲-۱-۴. نمونه‌ای مثال کاربردی برای به تصویر کشیدن مراحل اجرای روش A.H.P

مدیریت عالی یک سازمان تصمیم گرفته است، یک سیستم جدید کامپیوتری را خریداری و در سازمان نصب کند. مدیریت برای انتخاب سیستم مناسب، یک گروه سه نفره تشکیل داده که او را در خرید سیستم یاری دهند. به استناد نظرات کسب شده ۳ سیستم ۱ و ۲ و ۳ برای انتخاب وجود دارند. مرحله اساسی در این تصمیم، تعیین معیارهایی است که، بر اساس آنها گزینه‌های رقیب با همدیگر مقایسه شوند. معمولاً در این موارد با استفاده از تکنیک دلفی مهم‌ترین فاکتورها تعیین می‌گردند. این تکنیک معمولاً وقت‌گیر[1] است. روش سریع‌تر این است که در همان دور اول از نمره‌های اعضا که به هر معیار داده شده است، میانگین گرفته شده و عواملی که نمره‌ای بیشتر از هفت کسب کرده‌اند جزء معیارهای نهایی انتخاب گردند.

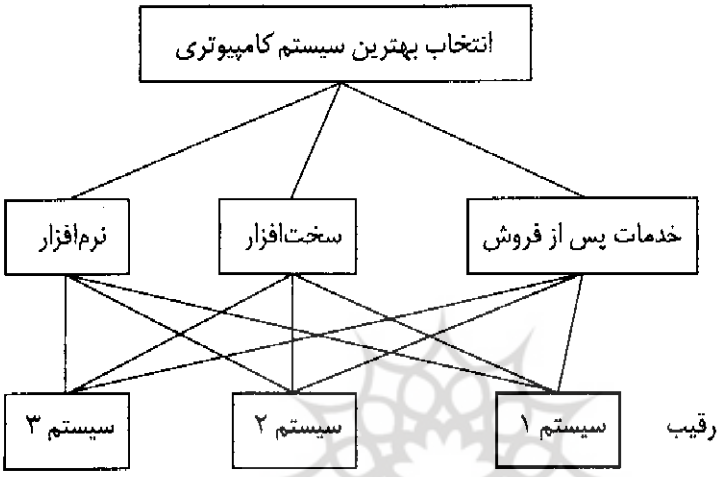
معیارهای مهم برای مقایسه سیستم‌های این مثال پس از اجرای روش مذکور عبارتند از: نرم‌افزار، سخت‌افزار و خدمات پس از فروش درخت تصمیم برای این مورد در شکل شماره ۲ نشان داده است.

۲-۱-۴-۱. مقایسات زوجی[2]

جدول‌های مقایسه‌ای بر اساس درخت سلسله مراتب از پایین به بالا تهیه می‌شوند، به عبارت دیگر، گزینه‌های رقیب در سطح ۳ باید به واسطه هر یک از معیارهای سطح ۲ مورد

1. Time Consuming.
2. Pairwise comparisons.

مقایسه دو به دو قرار گیرند. مقایسه دو به دو با استفاده از مقیاسی که از ترجیح مساوی تا ترجیح بی‌نهایت طراحی شده است انجام می‌گیرد. تجربه نشان داده است که استفاده از $\frac{1}{9}$ تا ۹ تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا مقایسات را به گونه‌ای مطلوب انجام می‌دهد. جدول شماره ۱ طیف مقایسات زوجی در A.H.P نشان می‌دهد.



شکل شماره ۲ ـ درخت سلسله مراتب تصمیم برای انتخاب بهترین سیستم کامپیوتری

جدول شماره ۱: مقیاس دوبه‌دو در A.H.P

مقدار عددی	درجه اهمیت در مقایسه دوبه‌دو
۱	ترجیح مساوی
۲	ترجیح مساوی تا متوسط
۳	ترجیح متوسط
۴	ترجیح متوسط تا قوی
۵	ترجیح قوی
۶	ترجیح قوی تا خیلی قوی
۷	ترجیح خیلی قوی
۸	ترجیح خیلی قوی تا بی‌نهایت قوی
۹	ترجیح بی‌نهایت

نتایج مقایسات زوجی ۳ عضو گروه نسبت به معیار سخت‌افزاری به شرح جداول شماره ۲، ۳ و ۴ است.

جدول شماره ۲: ماتریس مقایسه عضو شماره یک

سیستم ۳	سیستم ۲	سیستم ۱	سخت‌افزار
۹	۳	۱	سیستم ۱
۶	۱	$\frac{۱}{۳}$	سیستم ۲
۱	$\frac{۱}{۶}$	$\frac{۱}{۹}$	سیستم ۳

جدول شماره ۳: ماتریس مقایسه عضو شماره دو

سیستم ۳	سیستم ۲	سیستم ۱	سخت‌افزار
۴	۲	۱	سیستم ۱
۳	۱	$\frac{۱}{۲}$	سیستم ۲
۱	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۴}$	سیستم ۳

جدول شماره ۴: ماتریس مقایسه عضو شماره سه

سیستم ۳	سیستم ۲	سیستم ۱	سخت‌افزار
۶	۲	۱	سیستم ۱
۴	۱	$\frac{۱}{۲}$	سیستم ۲
۱	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۱}{۶}$	سیستم ۳

مدیریت سازمان با سه نظریه متفاوت برای هر یک از معیارها روبه‌روست. مدیریت باید این ۳ نظر را به نظر واحد تبدیل کند. روش رایج برای این ۳ جدول مقایسه‌ای این است که، هر سه عضو دور همدیگر جمع شوند و در جلسه‌ای با حضور مدیر سازمان به یک نظر واحد برسند. این روش مناسب نیست، زیرا عملاً جدول مقایسه‌ای هر عضو را بی‌خاصیت خواهد ساخت. یکی از بهترین روش‌ها برای ترکیب جدول‌های مقایسه‌ای اعضاء گروه استفاده از میانگین هندسی است.

میانگین هندسی به مدیریت عالی کمک خواهد کرد ضمن در نظر گرفتن قضاوت هر عضو، به قضاوت گروه درباره هر مقایسه زوجی برسد. اگر فرض شود که $a_{ij}^{(k)}$ مؤلفه مربوط به شخص Kام برای مقایسه سیستم i به سیستم j است، بنابراین، میانگین هندسی برای تمامی مؤلفه‌های متناظر با توجه به رابطه شماره ۱ محاسبه می‌گردد:

$$\bar{a}_{ij} = \left(\prod_{k=1}^{N} a_{ij}^{(k)}\right)^{\frac{1}{N}} \qquad (۱)$$

این رابطه زمانی به کار گرفته می‌شود که، نظریات اعضای گروه از درجه اهمیت یکسانی برخوردار باشد. در این مثال جدول‌های شماره ۲، ۳، ۴، را با رابطه شماره ۱ و فرض همسانی نظریات اعضای گروه با هم تلفیق می‌شوند. مثلاً:

$$\bar{a}_{12} = (a_{12}^{(1)} \times a_{12}^{(2)} \times a_{12}^{(3)})^{\frac{1}{2}} = (3\times2\times2)^{\frac{1}{3}} = 2.2894$$

جدول شماره ۵: ماتریس مقایسه از نظر گروه

سخت‌افزار	سیستم ۱	سیستم ۲	سیستم ۳
سیستم ۱	۱	۲/۲۸۹۴	۶
سیستم ۲	۰/۴۳۶۸	۱	۴/۱۶۰۲
سیستم ۳	۰/۱۶۶۷	۰/۲۴۰۲	۱

ماتریس مقایسه گروهی به طریق مشابه برای معیارهای نرم‌افزار و خدمات پس از فروش تهیه می‌گردد. در اینجا فقط نتایج در زمان تصمیم‌گیری خواهد آمد. اگر نظر افراد دارای اهمیت یکسانی نباشد باید از رابطه شماره ۲ استفاده گردد:

$$\bar{a}_{ij} = (\prod_{k=1}^{1} a_{ij}^{wk})^{\frac{1}{N}} \qquad (۲)$$

به گونه‌ای که:

$$\sum_{k=1}^{L} wk = N$$

واضح است که اگر مدیریت توانایی تعیین اهمیت آرای اعضا را به شکل مطلق نداشته باشد، می‌تواند از یک A.H.P برای تعیین اهمیت هر عضو استفاده کند. در چنین مواردی چون Σ wk برابر یک خواهد شد، نیاز به ریشه $\frac{1}{N}$ نخواهد بود. بنابراین، از رابطه شماره ۳ استفاده می‌شود.

$$\bar{a}_{ij} = (\prod_{k=1}^{1} a_{ij}^{wk}) \qquad (۳)$$

در این مثال مدیریت سازمان، برای مقایسه معیارها تصمیم‌گیری یا سطح دوم اوزان سه و یک و دو را به ترتیب برای نفر اول و دوم و سوم $W_1=3,\ W_2=1,\ W_3=2$ در نظر گرفته است. این نشان‌دهنده ۲ رأی هر نفر در مقایسه با سایر اعضا است در حالی که وزن هر یک از اعضاء در سطح یک با هم برابر بودند.

جدول شماره ٦: مقایسه معیارها توسط عضو / ۱

معیارها	سخت‌افزار	نرم‌افزار	خدمات فروش
سخت‌افزار	۱	$\frac{۱}{۸}$	$\frac{۱}{۴}$
نرم‌افزار	۸	۱	۲
خدمات فروش	۴	$\frac{۱}{۲}$	۱

جدول شماره ۷: مقایسه معیارها توسط عضو / ۲

معیارها	سخت‌افزار	نرم‌افزار	خدمات فروش
سخت‌افزار	۱	۲	۵
نرم‌افزار	$\frac{۱}{۲}$	۱	۳
خدمات فروش	$\frac{۱}{۵}$	$\frac{۱}{۳}$	۱

جدول شماره ۸: مقایسه معیارها توسط عضو / ۳

معیارها	سخت‌افزار	نرم‌افزار	خدمات فروش
سخت‌افزار	۱	$\frac{۱}{۴}$	۲
نرم‌افزار	۴	۱	۸
خدمات فروش	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۸}$	۱

جدول شماره ۹: مقایسه معیارها نسبت به هم توسط گروه

معیارها	سخت‌افزار	نرم‌افزار	خدمات فروش
سخت‌افزار	۱	۰/۲۵	۰/۸۲۳۸
نرم‌افزار	۴	۱	۰/۳۹۶۸
خدمات فروش	۰/۲۱۳۹	۰/۲۹۴۴	۱

۲ـ۱ـ۴ـ۲. استخراج اولویت‌ها

برای استخراج اولویت صرفاً جدول‌های مقایسه گروه در نظر گرفته می‌شود. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال‌سازی و میانگین موزون استفاده می‌شود. در A.H.P برای نرمال‌سازی از رابطه شماره ۴ استفاده می‌شود:

$$r_{ij} = \frac{\bar{a}_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}} \qquad (۴)$$

که در آن r_{ij} مؤلفه نرمال شده است. مثلاً مقادیر نرمال شده جدول شماره ۵ که مربوط به مقایسه گروهی سیستم‌ها نسبت به فاکتور سخت‌افزار است در جدول شماره ۱۰ آمده است. پس از نرمال‌کردن از مقادیر هر سطر میانگین موزون گرفته می‌شود. مقادیر حاصل از میانگین موزون نشان‌دهنده اولویت یا درجه اهمیت هرگونه رقیب یا سیستم است. بنابر نمودار شماره ۱۰ بیشترین اهمیت برای سیستم یک قائل شده‌اند که مقدار ۰/۶۰۳۳ است.

جدول شماره ۱۰: مقادیر نرمال شده جدول ۵

سخت‌افزار	سیستم ۱	سیستم ۲	سیستم ۳	اولویت
سیستم ۱	۰/۶۲۳۶	۰/۶۴۸۶	۰/۵۳۷۶	۰/۶۰۳۳
سیستم ۲	۰/۲۷۲۴	۰/۲۷۳۱	۰/۳۷۲۸	۰/۳۰۹۵
سیستم ۳	۰/۱۰۴۰	۰/۰۶۸۱	۰/۰۸۹۶	۰/۰۸۲۷

محاسبات مربوط به قضاوت گروه در خصوص مقایسه سیستم‌ها نسبت به معیارهای نرم‌افزار و خدمات پس از فروش انجام گرفته است. خلاصه این محاسبات در جدول شماره ۱۱ آمده است.

جدول شماره ۱۱: خلاصه محاسبات نرمال‌سازی و میانگین موزون برای انتخاب بهترین سیستم

فاکتور / سیستم	سخت‌افزار ۰/۱۶۰۲	نرم‌افزار ۰/۶۴۷۳	خدمات پس از فروش ۰/۱۹۲۵
سیستم ۱	۰/۶۰۳۳	۰/۰۹۱۷	۰/۲۵۱۰
سیستم ۲	۰/۳۰۹۵	۰/۷۱۱۲	۰/۰۹۳۷
سیستم ۳	۰/۰۸۷۲	۰/۱۹۷۱	۰/۶۵۵۳

این طور که اطلاعات جدول شماره ۱۱ نشان می‌دهد، اهمیت سیستم‌ها از جهت معیارها با هم‌دیگر فرق می‌کند. اگر صرفاً ملاک تصمیم‌گیری سخت‌افزار باشد، مدیریت باید سیستم یک را به‌عنوان بهترین سیستم برای نصب در سازمان برگزیند. در حالی که معیار نرم‌افزار نشان می‌دهد که بهترین سیستم شماره دو است. برای اینکه به اصطلاح تناقض از بین برود. مرحله بعدی تصمیم در نظر گرفته می‌شود.

۲-۱-۴-۳. انتخاب بهترین گزینه

برای انتخاب بهترین سیستم لازم است که مقادیر هر ردیف یا سیستم در مقادیر متناظر

معیارها ضرب شوند. این کار چیزی جز میانگین موزون برای هر سیستم نیست. بنابراین، میانگین موزون به صورت ذیل برای هر سیستم حاصل می‌گردد:

۰/۲۰۴۳	(۰/۱۹۲۵)(۰/۲۵۱۰)+(۰/۰۹۲۷)(۰/۶۴۷۳)+(۰/۱۶۰۲)(۰/۶۰۳۳)=
۰/۵۲۸۰	(۰/۱۹۲۵)(۰/۰۹۳۷)+(۰/۷۱۱۲)(۰/۶۴۷۳)+(۰/۱۶۰۲)(۰/۳۰۹۵)=
۰/۲۶۷۷	(۰/۱۹۲۵)(۰/۶۵۵۳)+(۰/۱۹۷۱)(۰/۶۴۷۳)+(۰/۱۶۰۲)(۰/۰۸۷۳)=

بردار اولویت‌ها

این بردار نشان‌دهنده اولویت سیستم‌ها است. نتیجه اینکه مدیریت سازمان سیستم ۲ را به عنوان بهترین سیستم انتخاب خواهد کرد، چون که بیشترین اولویت یا ۰/۵۲۸۰ مربوط به این سیستم است.

۲-۱-۴-۴. نرخ سازگاری یا جامعیت[1]

برای مقایسه سازگاری تحقیقات متعددی صورت گرفته است که، بهترین روش آن استفاده از بردارهای ویژه است. برای مثال نرخ سازگاری برای جدول شماره ۵ محاسبه می‌شود، عملیاتی که باید انجام گردد به شرح زیر است:

الف) با استفاده از منطق نرمال و میانگین موزون، اولویت هر یک از سیستم‌ها نسبت به سخت‌افزار مشخص می‌شود. در مرحله استخراج اولویت‌ها، برتری سیستم‌ها به ترتیب ۰/۶۰۳۳، ۰/۳۰۹۵ و ۰/۰۸۷۲ تعیین گردید.

ب) بردار مجموع وزنی[2] محاسبه می‌شود. در اینجا مقادیر اصلی مقایسات جدول شماره ۵ در اولویت سیستم‌ها به شرح زیر ضرب می‌شود و در نهایت مجموع هر سطر حاصل می‌گردد.

ج) بردار سازگاری[3] محاسبه شود. این بردار تقسیم هر یک از مؤلفه‌های WSV بر اولویت سیستم‌ها نسبت به معیارها که در اینجا سخت‌افزار است حاصل می‌گردد.

$$C.V = \begin{vmatrix} ۱/۸۳۵۱ \div ۰/۶۰۳۳ \\ ۰/۹۳۵۸ \div ۰/۳۰۹۵ \\ ۰/۲۶۲۲ \div ۰/۰۸۷۲ \end{vmatrix} = \begin{matrix} ۳/۰۴۱۸ \\ ۳/۰۲۳۶ \\ ۳/۰۰۶۹ \end{matrix}$$

1. Consistency Ratio - C.R
2. WSV Weighted Sum Vector
3. Consistency Vector

د ـ مقدار λmax محاسبه شود. مقدار λmax عبارت است از میانگین C.V:

$$\lambda max = (3/0418 + 3/0236 + 3/0069)/3 = 3/0241$$

هـ ـ شاخص سازگاری محاسبه می‌شود. پروفسور ساعتی نشان داده است که، شاخص سازگاری برای مقایسات انفرادی بر اساس رابطه ۵ و برای مقایسات گروهی بر اساس رابطه شماره ۶ تعریف می‌شود.

$$C.I = \frac{\lambda max-n}{n-1} \qquad (۵)$$

$$C.I = \frac{\lambda max-n}{n} \qquad (۶)$$

در اینجا n بیان‌کننده تعداد گزینه‌های رقیب که در اینجا n=3 است، بنابراین، مقدار شاخص سازگاری در این مورد برابر است با:

$$C.I = \frac{3/0024-3}{3} = 0/008$$

و نرخ سازگاری محاسبه شود. نرخ سازگاری عبارت است از:

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} \qquad (۷)$$

که در آن R.I نشان‌دهنده شاخص تصادفی است. این شاخص از جدول شماره ۱۲ که توسط ساعتی و هارکر تهیه شده استخراج می‌گردد.

جدول شماره ۱۲: شاخص سازگاری تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۹	۷	۸
R.I	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱
n	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	-
R.I	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹	-

در این مثال چون n=3 است پس R.I=0/58 خواهد شد نتیجتاً

$$C.R = \frac{0/008}{0/58} = 0/0138$$

در تحلیل مقدار به دست آمده نرخ سازگاری می‌توان گفت که، مقایسات زوجی گروه در جدول شماره ۵ از سازگاری برخوردار است، چون مقدار ۰/۰۱۳۸ از مقدار تجربی ۰/۱ کمتر است. مقدار نرخ سازگاری مقایسات انفرادی و گروهی جداول شماره ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ در جدول شماره ۱۳ خلاصه شده است.

جدول شماره ۱۳: خلاصه محاسبات نرخ سازگاری جدول‌های مقایسه‌ای در مثال مورد نظر

شماره جدول	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
C.R	۰/۰۴۷	۰/۰۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱۴	۰	۰/۰۰۳	۰	۰

مثالی که در این قسمت مطرح شد، بدین شرح بود که با توجه به تکنیک سلسله مراتب تحلیلی یک سیستم کامپیوتری از ۳ سیستم موجود می‌بایست با توجه به معیارهای سخت‌افزار و نرم‌افزار و خدمات پس از فروش انتخاب شود. بدین‌منظور ابتدا درخت تصمیم شکل شماره ۱ ترسیم شد سپس از کارشناسان نظرخواهی شد، با توجه به طیف ساعتی که از $\frac{۱}{۹}$ تا ۹ را شامل می‌شود. نتایج نظرخواهی در جدول‌های شماره ۲، ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود. در ادامه بر اساس مراحل این تکنیک عملیات لازمه، شامل ایجاد ماتریس مقایسه گروه برای معیارها و گزینه‌های رقیب سیستم‌های ۱ و ۲ و ۳ و نرمال‌سازی نظرات و نرخ سازگاری نظرات و میانگین موزون و تعیین اولویت، انجام گرفت و با توجه به جدول نهایی شماره ۱۱ و محاسبات انجام گرفته بردار اولویت‌ها به‌دست آمد که نشان می‌دهد که مدیریت سیستم ۲ را به عنوان بهترین سیستم انتخاب خواهد کرد، به دلیل اینکه بیشترین اولویت ۰/۵۲۸ مربوط به این سیستم است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع و مآخذ

۱. آذر عادل، معماریان، عزیزالله، A.H.P تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی، دانش مدیریت، شماره ۲۷ و ۲۸، زمستان ۷۳ و بهار ۱۳۷۴.

۲. الوانی، مهدی، تصمیم‌گیری و خط‌مشی دولتی، چاپ دوم، تهران، انتشارات سمت، ۱۳۶۹.

۳. حکیمی‌پور، ابوالقاسم، تصمیم‌گیری در مدیریت، مشهد: آستان قدس رضوی، ۱۳۷۶.

۴. دارابی، هوشنگ، تصمیم‌گیری به کمک A.H.P، نشریه صنایع، سال اول، شماره ۳، بهار ۱۳۷۲.

۵. معماریان، عزیزالله، ستاک مصطفی، تصمیم‌گیری گروهی با معیارهای چندگانه کیفی، مجله صنایع، سال چهارم، شماره ۱، پاییز ۱۳۷۶.

۶. موحدی، محمدمهدی، نقش عوامل تولید در انتخاب شاخه‌های صنعتی متناسب با ایران، رساله دکتری مدیریت صنعتی، دکتر آریانژاد و دکتر شفیعا، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۶.

۷. مؤمنی، منصور، پژوهش عملیاتی، چاپ اول، تهران، انتشارات سمت، ۱۳۷۳.

۸. الوانی، مهدی، میرشفیعی، نصرالله، مدیریت تولید و عملیات، آستان قدس رضوی، ۱۳۷۹.

9. JT Buch man. A naive approach for solving MCDM problems: the Guess method. Journal of the operational research society, vol 48, No 2, 1997.

10. T. L. Saaty, The Analytic Hierarchy process, MCGraw Hill, newyork 1980.

11. T. L. Saaty, Multicriteria Decision making, vol.1 Rws publieations, 1992.

12. Brucel. Golden, Edward A. waisle and paetrick T.Harker. The Analytic Hierarchy process: Application and atudies, springer. Velag Newyork, 1990.

13. R.E, Bell man and L. A, zadeh, Descision Making in a Fuzzy Environment Management science, vol. 17, 1970.

14. S. Gass. Decision Making, Models and Algorithms, John wiley and sons, New york 1985.

15. J.R. Emshoff and T.L. Saaty, Application of the Analytic Hierarchy process To Long-Range planning processes, European of operational Research, vol. 10, 1982.